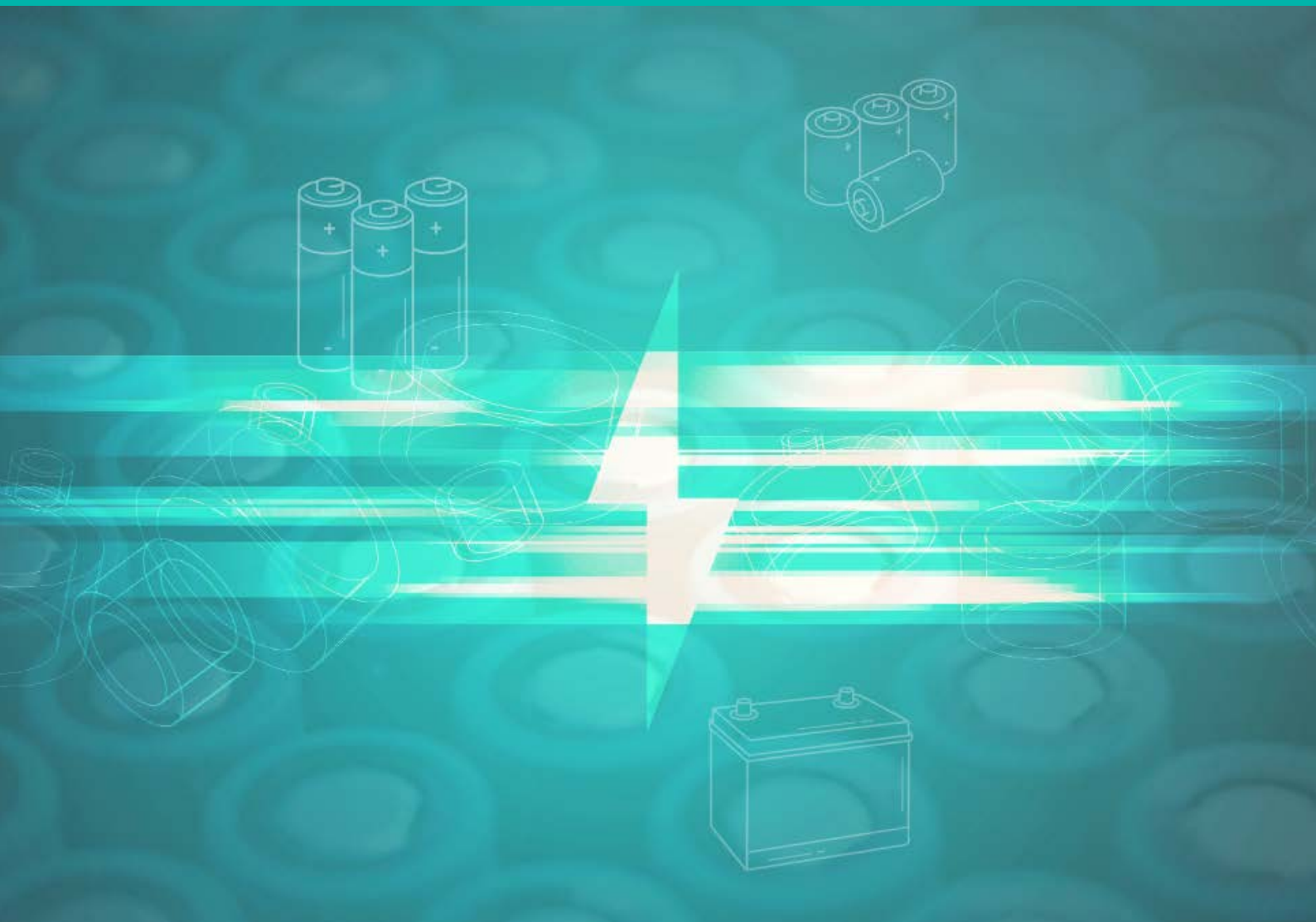
Junio, 2024

BEQUINOR

Guía de almacenamiento y uso de baterías de litio en zonas de producción y almacenes

Asociación Nacional de Normalización de Bienes de Equipo **Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**



AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer especialmente su colaboración en la redacción de esta guía a:

Pere Trallero Olivares, ASECOS Seguridad y Protección del Medio Ambiente, S.L.

Isabel Sanchis Chilet y Alexandre Palomares Solanes, DEKRA SERVICES, S.A.

Carolina García Bailo y Elena Hernández Sánchez, DENIOS, S.L.

Francesc Lleches Barber y Patricia Mas Monsonís, IDELAB Ingeniería, S.L.

Carmen Olmos Segura, KEMLER SEGURIDAD INDUSTRIAL, S.L.

Cristina Sacristán Gallurt, TÜV SÜD IBERIA, S.A.U.

Coordinadora de los trabajos, Rosa Sánchez Torres, Directora BEQUINOR

Agradecimiento a los colaboradores externos:

Agustín de la Herrán Souto y Luis Fernández Moruno, Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid,

Ricardo Jiménez Paz, Andrés Calvo Barrios y Manuel Ferrer Alvarez, Cuerpo de Bomberos del Ayuntamiento de Madrid,

Patricia Sánchez Aedo, Recyclia

Así como a:

BASQUEVOLT, S.A.

EMPTEEZY IBÉRICA S.L.

EPITÉCNICA EUROPA, S.L.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN SOBRE VEHÍCULOS S.A.

SIE CONSEGUR, S.L.L

TANDEM HSE, S.L.

TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE, S.A. (TEMA)

TESICNOR, S.L.

Arturo García Cobaleda

Enrique Sánchez Mota

Marceliano Herrero Sinovas

por sus aportaciones dentro de la Comisión de Seguridad de baterías de litio de BEQUINOR.

ANEXO II PROPIEDAD INTELECTUAL Y AUTORÍA DE LA OBRA

La presente guía ha sido elaborada por la ASOCIACIÓN NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE BIENES Y DE EQUIPO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL (en adelante, "BEQUINOR"), con N.I.F. G-28509578, domicilio en C/ Príncipe de Vergara, 132, 9ª, 28002 – Madrid, e inscrita en el Registro nacional de asociaciones con el número 612184.

Los contenidos divulgados por BEQUINOR así como los recursos vertidos en el presente, constituyen una obra en el sentido de la legislación sobre propiedad intelectual, por lo que se hallan protegidos por las leyes y convenios internacionales aplicables en la materia. Queda prohibida cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública, transformación, puesta a disposición y, en general, cualquier otro acto de explotación pública referido tanto a la guía, como a sus contenidos e información, sin el expreso y previo consentimiento de BEQUINOR.

Así, los contenidos, imágenes, contenidos, formas, opiniones, índices y demás expresiones formales que formen parte de la guía, así como recursos, consejos y recomendaciones, constituyen asimismo una obra en el sentido del Derecho de Autor y quedan, por lo tanto, protegidas por las convenciones internacionales y legislaciones nacionales en materia de Propiedad intelectual que resulten aplicables. El incumplimiento de lo señalado implica la comisión de graves actos ilícitos y su sanción por la legislación civil y penal.

RESPONSABILIDAD DE LOS USUARIOS POR USO Y CONTENIDOS

Tanto la aplicación de los recursos como el uso que pueda realizarse de la información y contenidos incluidos en los mismos, será de exclusiva responsabilidad de quien lo realice.

Por tanto, el uso que pueda hacerse de la información, imágenes, contenidos y/o productos reseñados y accesibles a través del mismo, estará supeditada a la legalidad, sea nacional o internacional, aplicable, así como a los principios de buena fe y uso lícito por parte de los usuarios, quienes serán enteramente responsables de dicho acceso y correcto uso.

Los usuarios estarán obligados a hacer un uso razonable de los recursos o contenidos, bajo el principio de buena fe y con respeto a la legalidad vigente, a la moral, al orden público, a las buenas costumbres, a los derechos de terceros o de la propia BEQUINOR, todo ello según las posibilidades y fines para los que están concebidos. BEQUINOR no asume responsabilidades, ya sean directas o indirectas, por daño emergente o lucro cesante, derivadas del mal uso de los recursos o contenidos realizado por los usuarios o terceros.

Guía de almacenamiento y uso de baterías de litio en zonas de producción y almacenes

PUBLICADO EL 1/06/24 POR:
BEQUINOR

ASOCIACIÓN NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE BIENES DE EQUIPO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

Fecha de constitución: 1967
Inscrita en el Registro Nacional de Asociaciones:
Sección: 1ª / Número Nacional: 612184
NIF: G-28509578

Calle Príncipe de Vergara, 132 – Planta 9
28002 Madrid
91 575 54 66 - 91 577 68 47
bequinor@bequinor.org
www.bequinor.org

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN A LA PROBLEMÁTICA 4

2. ALCANCE 6

3. DEFINICIONES 8

4. CLASIFICACIÓN DE LAS BATERÍAS 14
- 4.1. Según su capacidad / potencia 15
- 4.2.Según su aplicación 15
  - 4.2.1. Estacionarias 16
  - 4.2.2. Aplicaciones tractoras 16
  - 4.2.3. Portátiles 16
- 4.3. Según tecnología 17

5. RIESGOS ASOCIADOS 18

6. INFORMACIÓN PREVIA RELEVANTE A SOLICITAR AL FABRICANTE 26

7. BUENAS PRÁCTICAS DE SEGURIDAD EN BASE A SU CICLO DE VIDA Y SU CLASIFICACIÓN 28
- 7.1. Almacenes de baterías o mercancías equipadas con baterías 31
  - 7.1.1 Medidas generales 31
  - 7.1.2 Medidas de protección contra incendios 33
  - 7.1.3 Almacenamiento pasivo / no en carga 36
  - 7.1.4 Almacenamiento activo / en carga 39
  - 7.1.5 Almacenamiento de baterías dañadas 41
- 7.2. Zona de carga de vehículos de manutención y limpieza 46
  - 7.2.1. Introducción 46
  - 7.2.2 Información proporcionada por el fabricante 46
  - 7.2.3. Pautas de referencia generales en cuanto a la ubicación 48
    - 7.2.3.1 Estructurales, de sectorización y separación 48
    - 7.2.3.2 Ventilación 50

7.2.3.3 Medios para manipulación de las baterías 51
7.2.4 Instalaciones 52
7.2.4.1 Instalación eléctrica 52
7.2.4.2 Cargadores 53
7.2.4.3 Protección contra incendios 54
7.2.5 Medidas generales para control de fuentes de ignición 54
7.2.6 Medidas organizativas 56
7.3 Vehículos eléctricos 57
7.3.1 Medidas preventivas 58
7.3.1.1 Aspectos de ubicación 58
7.3.1.2 Medidas estructurales 59
7.3.1.3 Sectorización y separación 59
7.3.1.4 Medidas de instalación 60
7.3.1.5 Medidas organizativas 63
7.3.2 Medidas de mitigación vehículo eléctrico 63
7.3.2.1 Estrategia de respuesta 63
7.4 Gestión de residuo 66
7.4.1 Clasificación de baterías de litio como residuo 67
7.4.2 Baterías de litio sin daños 67
7.4.3 Baterías de litio dañadas o defectuosas 68
7.4.4 Baterías de litio dañadas o defectuosas críticas 68
7.4.5 Criterios generales de gestión de baterías de litio 69
7.5. Emergencias 70

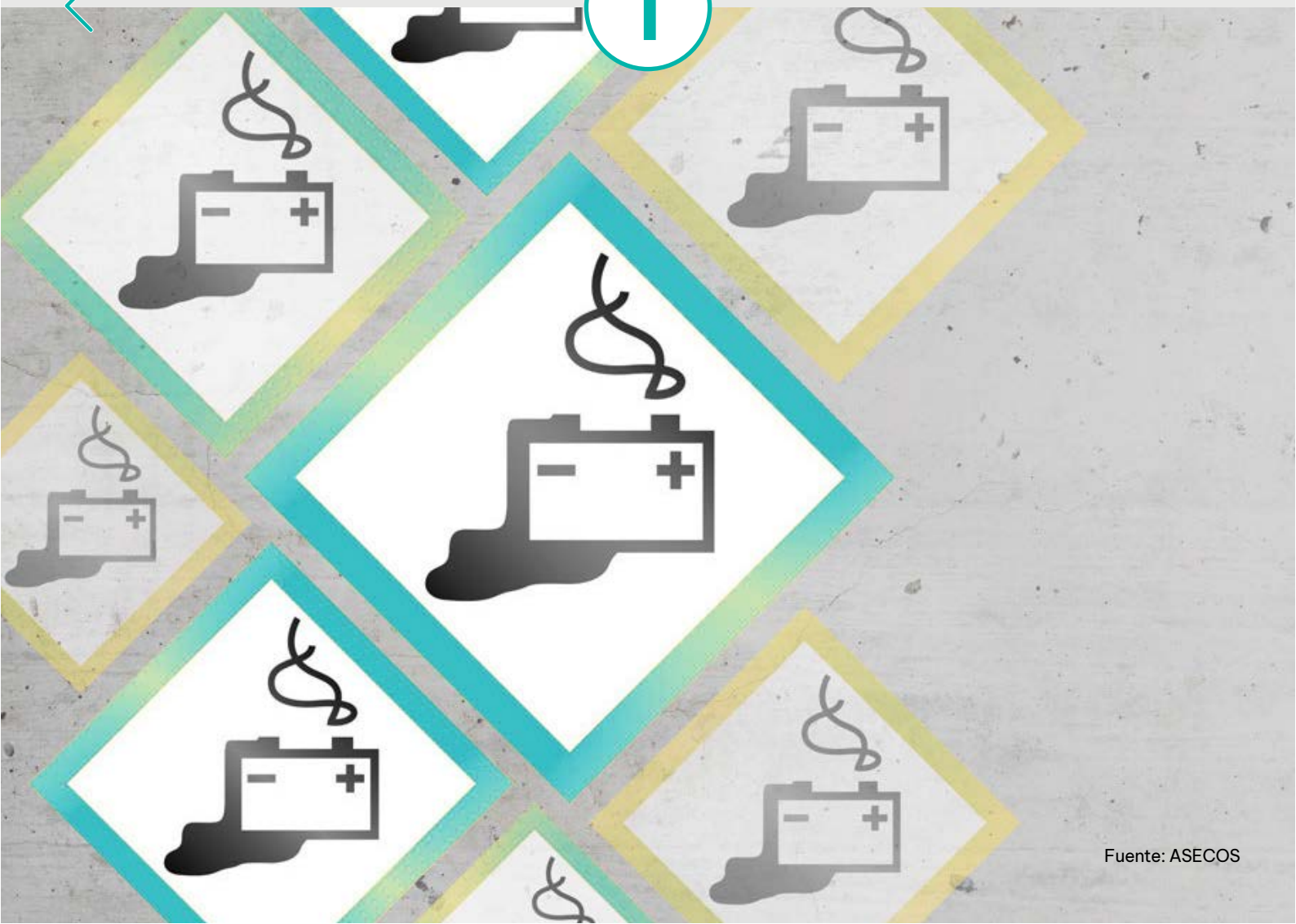
8. REFERENCIAS NORMATIVAS Y TÉCNICAS 72
8.1 Marco legal 73
8.2 Normas técnicas 73

ANEXO I DECLARACIÓN DE ESTADO DE LAS BATERÍAS 76

ANEXO II PROTOCOLO DE GESTIÓN DE LAS ALARMAS 78

Introducción
a la problemática

1



Fuente: ASECOS

Las baterías de litio han pasado a formar parte de todos los aspectos de nuestra vida.

Por un lado, es imposible imaginarse el día a día de cualquier empresa sin las baterías recargables de teléfonos móviles, ordenadores portátiles y herramientas industriales. En sectores específicos, además, deben manejarse baterías de mayor tamaño, como es el caso de baterías para patinetes, bicicletas, motos, coches e incluso para camiones y autobuses eléctricos, así como sistemas estáticos de almacenamiento de energía, por ejemplo.

El auge de estas baterías de litio se debe en gran medida a que, en un volumen muy reducido, son capaces de contener mucha más energía que las pilas o baterías tradicionales. Esta característica, sin embargo, implica al mismo tiempo que sus riesgos en caso de desestabilización y/o incendio son mucho mayores.

El principal peligro específico común a todos los sistemas de baterías de litio – independientemente de su tamaño - es su posible autoinflamación y violenta generación de incendio. Una batería de un taladro o una tableta que explotan durante su carga nocturna suponen una fuente de generación de incendio que puede tener consecuencias devastadoras a la mañana siguiente.

Además, las baterías de mayor volumen, por ejemplo, de vehículos eléctricos o para almacenamiento de energía, se caracterizan por su rápida propagación del fuego, a modo de "efecto dominó" que supone un auténtico reto en lo que respecta a la protección contra el fuego y la extinción del mismo.

Finalmente, se añade que los componentes químicos de las baterías liberan gases extremadamente tóxicos en caso de que los posibles incendios descritos anteriormente se produzcan.

Por éstas y otras razones, las baterías de litio están consideradas como mercancías peligrosas por parte de la normativa de transporte y por tanto les aplican los diferentes requisitos recogidos en ella. Sin embargo, las empresas deben enfrentarse al problema urgente de almacenar y manejar sus baterías de forma segura y actualmente no existen disposiciones ni regulación que contemplen estas operaciones.

Preguntas como si es posible controlar los incendios de los diferentes tipos de baterías con los equipos de extinción existentes en las instalaciones, por ejemplo, o si los actuales conceptos de protección contra incendios son también válidos para ellas, solo son posibles de contestar hoy en día analizando cada caso concreto y no de una manera general y/o estandarizada.

Partiendo de la representación gráfica de un incendio en una forma geométrica, podemos hablar del triángulo del fuego o del tetraedro del fuego en los que sus lados representan el combustible, el comburente, la fuente de ignición o calor y la reacción en cadena (en el caso del tetraedro).

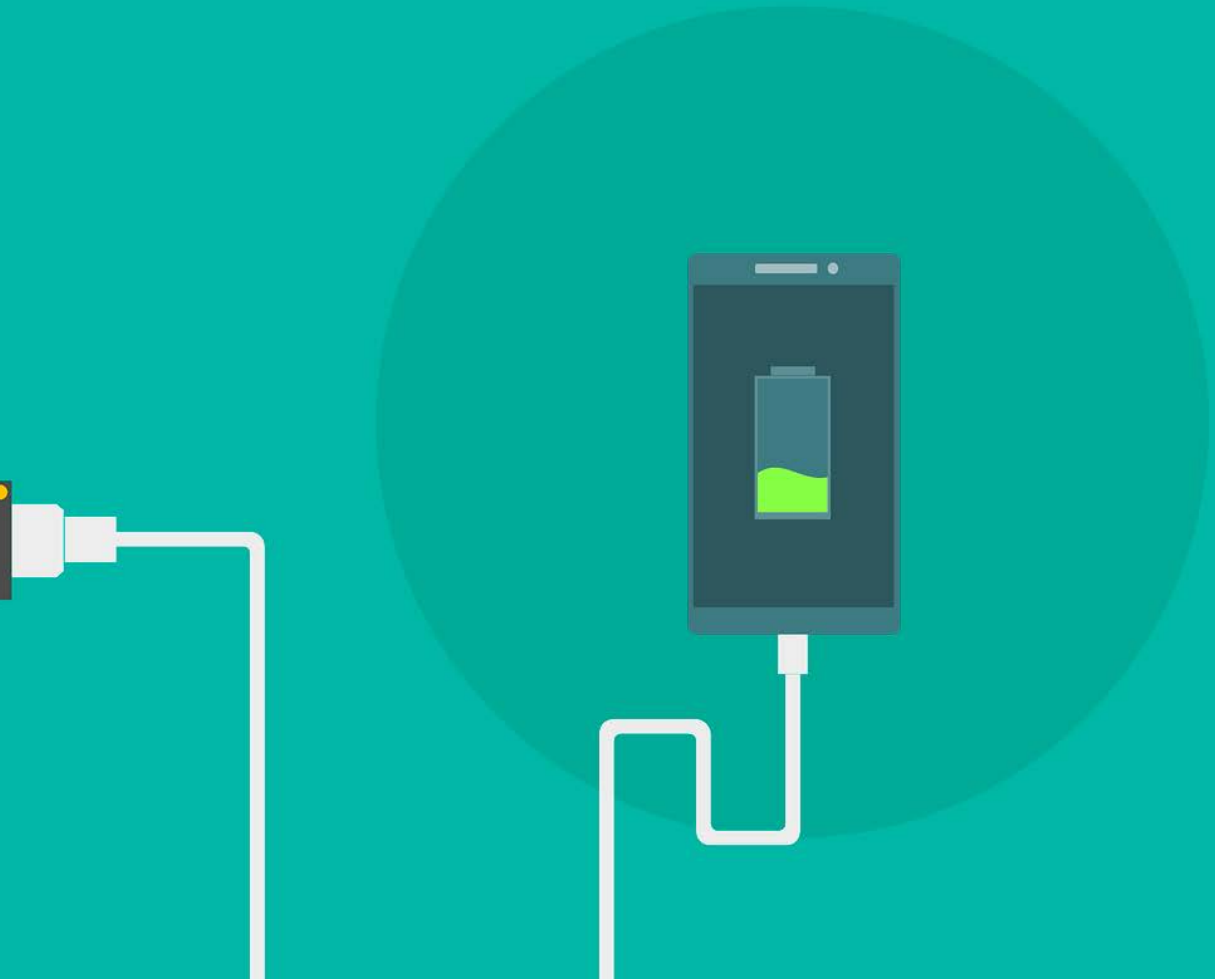
Los métodos tradicionales de extinción basan su efectividad habitualmente en la eliminación del comburente (normalmente el O2 existente en el ambiente) o reduciendo la temperatura mediante el uso de agentes extintores hasta la completa extinción del incendio.
En el caso de las baterías de litio, estas generan su propio comburente durante su incendio y la aplicación de agua para refrigerar su núcleo puede ser poco efectiva.

Por lo tanto, en incendios de baterías de litio se suele hablar también de agentes supresores de incendios que consisten en sistemas gaseosos que suprimen el fuego en el exterior de la batería principalmente al reducir el oxígeno disponible para la combustión con el beneficio secundario de enfriar e inhibir la reacción química en cadena.

Hay que tener en cuenta que es difícil garantizar una completa extinción de los incendios de baterías en los mismos términos que en otra clase de incendios, pues la energía contenida en la batería es capaz de reiniciar el incendio tras una aplicación temprana y eficaz del agente supresor / extintor.

Alcance

La presente Guía tiene como objetivo establecer unas pautas de seguridad para el almacenamiento y uso de baterías de litio en zonas de producción y almacenes, facilitando una base común para orientar a los usuarios, quienes deberán analizar sus circunstancias concretas a la hora de su aplicación.



Fuente: TÜV SÜD Iberia

El enfoque de la Guía se encuentra dirigido al almacenamiento y uso de baterías portátiles y tractoras en instalaciones industriales, excluyéndose de esta versión el análisis de los sistemas de almacenamiento de energía en baterías estacionarias, que se desarrollará en una siguiente revisión, así como el ámbito doméstico. Asimismo, queda expresamente excluido de su alcance el transporte de mercancías peligrosas por quedar actualmente regulado por las disposiciones legales aplicables.

En origen, surge como respuesta a una necesidad urgente de almacenar y manejar este tipo de baterías de forma segura, dado que actualmente no se tiene constancia de disposiciones ni regulación específica a nivel nacional que contemplen estas operaciones.

Con el ánimo de cubrir el mayor número de circunstancias posibles, no solo se analizará el almacenamiento y manejo de baterías en uso o que se suponen en "buen estado", sino que también se abordará el almacenamiento y manejo de baterías defectuosas o en estado crítico hasta la recogida por parte del gestor correspondiente.

La Guía se estructura de la siguiente manera:

Tras una introducción a la problemática expuesta en el capítulo 1 y una exposición de Alcance en el presente capítulo 2, se abordan los puntos eminentemente prácticos de la misma:

- El capítulo 3 se destina a definiciones que se estiman relevantes para la comprensión del resto de la guía
- El capítulo 4 se destina a la clasificación de las baterías, según los criterios de capacidad/potencia (baja, media, alta), aplicación (estacionarias, aplicaciones tractoras y portátiles), y tecnología (*en continua evolución*)
- El capítulo 5 se plantea como descriptivo de los riesgos asociados al almacenamiento y uso de baterías de litio en zonas de producción y almacenes, estructurándose para integrar al inicio los fundamentos técnicos para después describir los principales riesgos asociados,
- El capítulo 6 recoge la información previa a solicitar al fabricante, relevante a efectos de llevar a cabo una correcta clasificación de la batería y determinar las medidas apropiadas para un almacenamiento y uso seguros de la misma.
- El capítulo 7 se encuentra referido a las buenas prácticas de seguridad en base a su ciclo de vida y su clasificación, incluyendo en dicho ciclo de vida el almacenamiento en sus distintas modalidades, uso y modos de operación, mantenimiento e inspección, así como gestión de residuo y emergencias. En este capítulo, se plantea una aproximación holística de partida, profundizándose en el desarrollo de sus distintos epígrafes en las casuísticas particulares para:

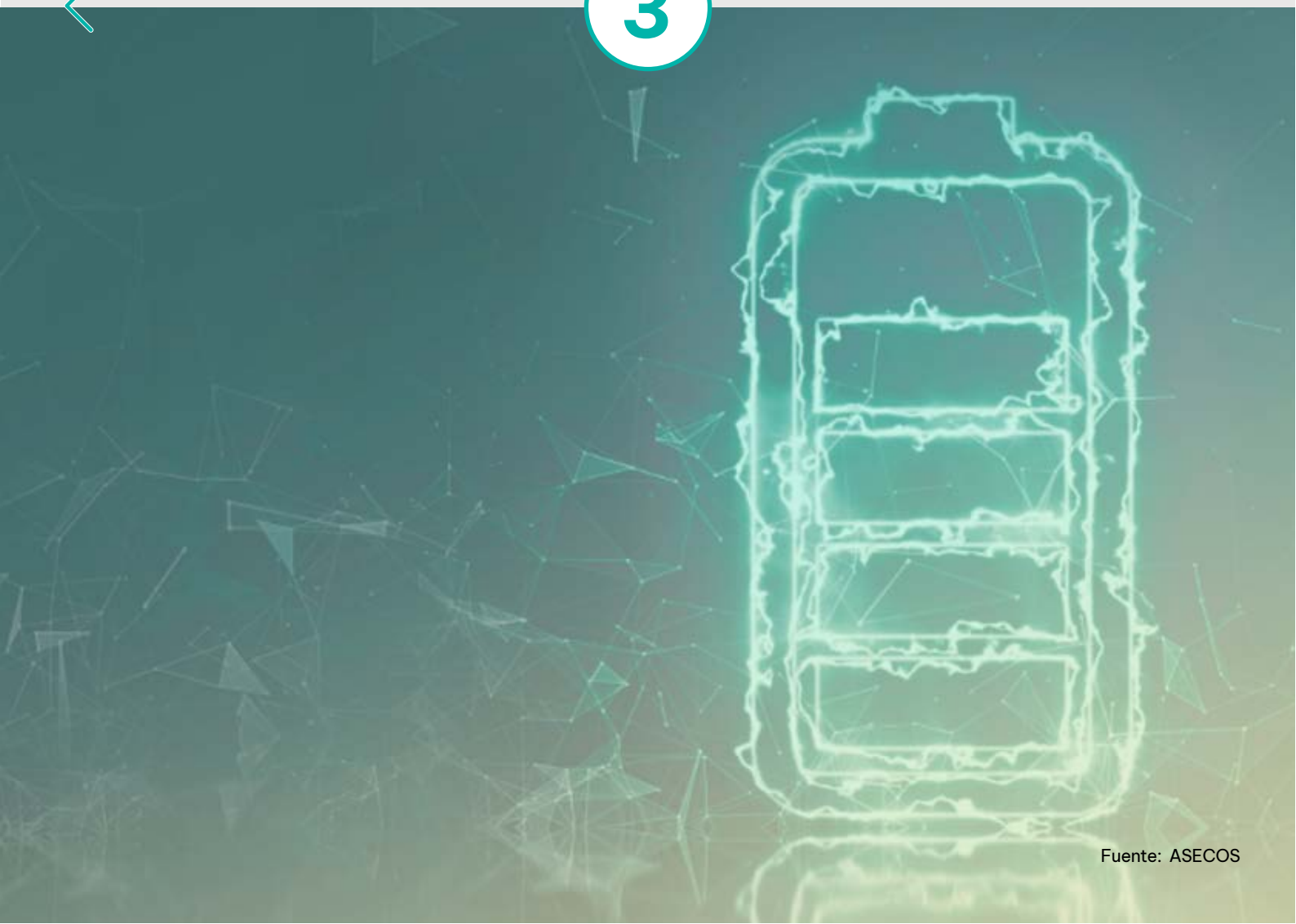
  - Almacenamiento (pasivo, activo y de baterías dañadas)
  - Zonas de carga para vehículos de manutención y limpieza
  - Vehículos eléctricos
  - Gestión de residuo
  - Emergencias.

Por último, y a modo de cierre, todas las referencias disponibles a fecha de edición de la Guía se recopilan en un último capítulo de Bibliografía, en forma de compendio ordenado de documentación técnica de interés.

Como Anexos a la guía se incluye información adicional de interés como Declaración de Baterías no dañadas para su gestión, etc.

Definiciones

3



Fuente: ASECOS

ALMACENAMIENTO ACTIVO/EN CARGA: almacenamiento y carga simultánea de las baterías ya sea con el cargador dentro o fuera del almacenamiento.

ALMACENAMIENTO PASIVO / NO EN CARGA: almacenamiento de baterías durante periodos de inactividad, sin efectuar el proceso de carga durante el almacenamiento.

ALTA TENSIÓN: la clasificación de un componente o circuito eléctrico, si su tensión de funcionamiento es > 60 V y ≤ 1 500 V c.c. o > 30 V y ≤ 1 000 V c.a. en valor eficaz (rms).

APARATO: todo aparato eléctrico o electrónico según se define en el artículo 3, apartado 1, letra a), de la Directiva 2012/19/UE, que se alimenta o puede ser alimentado, total o parcialmente, por medio de una pila o batería.

BATERÍA CON ALMACENAMIENTO EXTERNO: batería que está específicamente diseñada para que su energía se almacene exclusivamente en uno o más dispositivos externos adjuntos.

BATERÍA INDUSTRIAL: una batería que está específicamente diseñada para usos industriales, destinada a usos industriales tras ser objeto de preparación para la adaptación o de adaptación, o cualquier otra batería de peso superior a 5 kg que no sea una batería para vehículos eléctricos, una batería para medios de transporte ligeros, ni una batería para arranque, encendido o alumbrado.

BATERÍA PARA ARRANQUE, ENCENDIDO O ALUMBRADO: una batería que está específicamente diseñada para suministrar energía eléctrica a los fines de arranque, encendido o alumbrado y que puede utilizarse también para fines auxiliares o de apoyo en vehículos, otros medios de transporte o maquinaria.

BATERÍA PARA MEDIOS DE TRANSPORTE LIGEROS: una batería que está sellada, tiene un peso igual o inferior a 25 kg y está específicamente diseñada para suministrar energía eléctrica para la tracción de vehículos de ruedas que pueden estar alimentados exclusivamente por un motor eléctrico o por una combinación de motor y fuerza humana, incluidos los vehículos homologados de categoría L en el sentido del Reglamento (UE) n.º 168/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, y que no es una batería para vehículos eléctricos.

BATERÍA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS: una batería que está específicamente diseñada para suministrar energía eléctrica para la tracción en vehículos híbridos o eléctricos de la categoría L tal como establece el Reglamento (UE) n.º 168/2013, y de peso superior a 25 kg, o una batería que está diseñada específicamente para suministrar energía eléctrica para la tracción en vehículos híbridos o eléctricos de las categorías M, N u O tal como establece el Reglamento (UE) 2018/858.

CELDA: la unidad funcional básica de una pila o batería compuesta por electrodos, electrolito, contenedor, terminales y, en su caso, separadores, y que contiene materiales activos cuya reacción genera energía eléctrica.

CONJUNTO DE BATERÍAS: cualquier conjunto de celdas o módulos conectados entre sí o que pueden formar una unidad integrada y cerrada dentro de una carcasa exterior, no destinada a ser desmontada ni abierta por el usuario final.

ESTADO DE CARGA: la energía disponible en una pila o batería expresada como porcentaje de su capacidad asignada con arreglo a la declaración del fabricante.

ESTADO DE SALUD: una medición del estado general de una pila o batería recargable y de su capacidad para ofrecer el rendimiento especificado en comparación con su estado inicial.

EXTRACCIÓN DE HUMOS: sistema o dispositivo diseñado para la extracción de gases de combustión durante un incendio, que funciona de forma automática conectado a la red de detección de incendios o por sistemas autónomos de detección de incendios.

FABRICANTE: toda persona física o jurídica que fabrica una pila o batería o que encarga diseñar o fabricar una pila o batería y la comercializa bajo su propio nombre o marca o la pone en servicio para sus propios fines.

GESTIÓN DE RESIDUOS: la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.

INCENDIO: la emisión de llamas desde un dispositivo sometido a ensayo. Las chispas y los arcos eléctricos no se considerarán llamas.

MÓDULO DE BATERÍA: cualquier conjunto de celdas que están conectadas entre sí o cerradas dentro de una carcasa exterior para proteger las celdas contra el impacto externo, y que está destinado a utilizarse de forma independiente o en combinación con otros módulos.

OPERADOR DE GESTIÓN DE RESIDUOS: toda persona física o jurídica que se dedica profesionalmente a la recogida separada o el tratamiento de residuos de pilas o baterías.

PACK: es el artefacto final que se designa como batería, siendo la combinación de varios módulos. Este paquete contiene, además, sistemas de protección, de control y de refrigeración.

PILA / BATERÍA: todo dispositivo que suministra energía eléctrica obtenida por transformación directa de energía química, provisto de almacenamiento interno o externo y constituido por una celda (pila) o varias celdas (batería), módulos de baterías o conjuntos de baterías, recargables o no recargables, y en el que se incluyen las baterías que fueron objeto de preparación para la reutilización, preparación para la adaptación, la adaptación o la remanufacturación.

PILA O BATERÍA PORTÁTIL: una pila o batería que está sellada, tiene un peso igual o inferior a 5 kg, no está específicamente diseñada para uso industrial, y no es ni una batería para vehículos eléctricos, ni una batería para medios de transporte ligeros, ni una batería para arranque, encendido o alumbrado.

PILA PORTÁTIL DE USO GENERAL: una pila portátil, ya sea recargable o no, que está específicamente diseñada para ser interoperable y que presenta uno de los siguientes formatos comunes: 4,5 voltios (3R12), pila de botón, D, C, AA, AAA, AAAA, A23 y 9 voltios (PP3).

POSEEDOR DE RESIDUOS: el productor de residuos o la persona física o jurídica que esté en posesión de residuos.

PREPARACIÓN PARA EL RECICLADO: el tratamiento de residuos de pilas o baterías antes de cualquier proceso de reciclado, incluidos, entre otros, el almacenamiento, el manejo y el desmontaje de conjuntos de baterías o la separación de fracciones que no forman parte de la propia pila o batería.

PREVENCIÓN: medidas adoptadas antes de que una sustancia, material o producto se haya convertido en residuo, para reducir:

a) la cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos;
b) los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de la generación de residuos, o
c) el contenido de sustancias nocivas en materiales y productos;

RECOGIDA SEPARADA: la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico.

RECOGIDA: operación consistente en juntar residuos, incluida su clasificación y almacenamiento iniciales con el objeto de transportarlos a una instalación de tratamiento de residuos.

RESIDUO DE PILAS O BATERÍAS: las pilas o baterías que son residuo según se define en el artículo 3, punto 1, de la Directiva 2008/98/CE.

RESIDUO: cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse.

SISTEMA DE GESTIÓN DE BATERÍAS (BMS): un dispositivo electrónico que controla o gestiona las funciones eléctricas y térmicas de una batería para asegurar su seguridad, rendimiento y vida útil, que gestiona y almacena los datos correspondientes a los parámetros para determinar el estado de salud y la vida útil prevista establecidos en el anexo VII y que se comunica con el vehículo, el medio de transporte ligero o el aparato en que se encuentra incorporada la batería, o con una infraestructura de recarga pública o privada.

SISTEMA ESTACIONARIO DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA CON BATERÍAS: una batería industrial con almacenamiento interno que está específicamente diseñada para almacenar energía eléctrica desde la red y suministrársela o para almacenar energía eléctrica para los usuarios finales y suministrársela, con independencia del lugar en el que se use y la persona que la use.

SUPRESOR DE INCENDIOS: sistema gaseoso que suprime el fuego en el exterior de la batería principalmente al reducir el oxígeno disponible para la combustión con el beneficio secundario de enfriar e inhibir la reacción química en cadena.

Es difícil garantizar una completa extinción de los incendios de baterías en los mismos términos que en otra clase de incendios, pues la energía contenida en la batería es capaz de reiniciar el incendio tras una aplicación temprana y eficaz del agente supresor / extintor al existir en su interior combustible y comburente.

SUSTANCIA PELIGROSA: una sustancia clasificada como peligrosa con arreglo al artículo 3 del Reglamento (CE).

UNIDAD DE ALMACENAMIENTO: pallet, rack o caja diseñados para acoger y/o transportar baterías de litio. Una unidad de almacenamiento no es un edificio, un contenedor de transporte u otro tipo de contenedor o remolque.

El concepto de unidad de almacenamiento variará en función del sistema de almacenamiento utilizado:
1. Almacenamiento sobre pallet en racks metálicos o sobre suelo: la unidad de almacenamiento se corresponde con un pallet.
2. Almacenamiento de embalajes no paletizados sobre suelo o estanterías: la unidad de almacenamiento se corresponde con un único embalaje

VENTEOS DE SEGURIDAD: dispositivo diseñado para aliviar la presión de los gases generados en el interior de la celda durante un mal funcionamiento para que no ocurra una ruptura catastrófica.

VENTILACIÓN: sistema o dispositivo diseñado para la renovación de aire, con el fin de evitar acumulación de calor o acumulación de gases.

VIDA ÚTIL DE UNA PILA O BATERÍA: el período que comienza cuando se fabrica y finaliza cuando se convierte en residuo.

Clasificación de las baterías

El siguiente apartado pretende realizar una clasificación de las baterías derivada del tipo de almacenamiento por considerarlo clave a la hora de definir medidas de seguridad y según de su capacidad y posible aplicación, según guías y normativas específicas.
El objeto de esta clasificación es servir como primera variable a tener en cuenta para el posterior tratamiento dentro de la guía.

Fuente: DENIOS

4.1 SEGÚN SU CAPACIDAD / POTENCIA

La clasificación referida a continuación está basada en la guía VdS3103:2019, en la cual se realiza una clasificación de las baterías de ion litio o metal-litio en base a su capacidad, teniendo en cuenta o bien la cantidad (en gramos) de Li en la batería o el peso de la propia batería, o bien la cantidad de energía almacenada.

Desde el punto de vista de la seguridad, la mayor capacidad / potencia de la batería implica un mayor riesgo, siendo relevante para por ejemplo el diseño de cajas de cuarentena o dispositivos de alivio de presión entre otras medidas de seguridad.

En base a lo anterior, se define la siguiente clasificación:

CALIFICACION POR CAPACIDAD SEGÚN VDS 3103:2019-0 6		
Ejemplos: batería de portátiles, tablets o móviles	Ejemplos: batería Vehículos de Movilidad Personal, herramientas de jardín y taller	Ejemplos: Vehículo eléctrico, carretillas
POTENCIA BAJA	POTENCIA MEDIA	POTENCIA ALTA
BATERIAS METAL-LITIO		
≤ 2 g Li por batería	> 2 g Li por batería y ≤ 12 kg peso bruto por batería	> 2 g Li por batería y > 12 kg peso bruto por batería
BATERÍAS ION-LITIO		
≤ 100 Wh por batería	> 100 Wh por batería y ≤ 12 kg peso bruto por batería	> 100 Wh por batería y/o > 12 kg peso bruto por batería

Figura 1. CALIFICACION POR CAPACIDAD SEGÚN VDS 3103:2019-0 6. (Fuente: Guia VdS 3103 – Baterías de Litio)

4.2 SEGÚN SU APLICACIÓN

La aplicación de la batería también influye en el diseño del almacenamiento.

Por ejemplo, deberán considerarse distintas soluciones de almacenamiento según se trate de grandes baterías que no van a trasladarse, baterías integradas en vehículos (industriales o no) o baterías que se extraen del equipo o dispositivo del que forman parte.

A continuación, se relacionan algunas de las aplicaciones más relevantes para el diseño de los almacenamientos:

4.2.1 ESTACIONARIAS

Se entiende por baterías estacionarias, conforme a la UNE-EN IEC 62485-5, aquellas que son diseñadas para estar puestas en servicio en una localización fija, y no se espera que se vayan a mover de manera habitual durante su vida útil.

Este tipo de baterías podrán estar dispuestas en:

- ☑ Salas separadas en interior de edificios.
- ☑ Salas separadas en interior de edificios y que son utilizados con fines eléctricos.
- ☑ Espacios exteriores
- ☑ Contenedores específicamente diseñados para tal fin.

4.2.1 APLICACIONES TRACTORAS

En base al Reglamento (UE) 2023/1542 del Parlamento Europeo y del consejo de 12 de julio de 2023 relativo a las pilas y baterías y sus residuos, se identifica una subclasificación de baterías para aplicaciones tractoras.

4.2.2.1 Para aplicaciones industriales

Se entiende por baterías tractoras en el sector industrial, conforme a la UNE-EN IEC 62485-6, aquellas diseñadas para proveer de energía de propulsión a vehículos eléctricos de uso industrial (no carretera) como, por ejemplo: máquinas de limpieza, carretillas de transporte interno o equipos de elevación.

Dentro de esta aplicación la variable fundamental para el correcto manejo de las mismas, y características de diseño, es el voltaje en corriente continua aportado por las mismas, pudiendo fijar la siguiente división:

- ☑ Baterías hasta 60 V DC
- ☑ Baterías entre 60 V DC y 120 V DC
- ☑ Baterías entre 120 V DC y 1500 V DC

4.2.2.2 Para vehículos de carretera

Se entiende por baterías tractoras de automoción aquellas diseñadas para la propulsión de vehículos eléctricos que puedan alcanzar una velocidad superior a 25 Km/h.

4.2.3 PORTÁTILES

Se entiende por baterías portátiles, conforme a la UNE-EN 61960-3, aquellas baterías que pueden ser usadas en equipos de mano o transportables (teléfonos, tablets, PCs, herramientas eléctricas, etc.), en los equipos móviles de menos de 18 kg y no fijos y en los utilizados para el movimiento de personas.

4.3 SEGÚN TECNOLOGÍA

La química de las baterías de litio es muy variada y en constante evolución, no obstante, de su tecnología dependerán medidas de seguridad a implantar como, por ejemplo, temperaturas de almacenamiento o sistema de extinción de incendios.

A continuación, enumeramos alguna de las tecnologías más utilizadas actualmente en el mercado:

- ☑ BATERÍAS DE ION DE LITIO (Li-ion)
  Las baterías de ion de litio (Li-ion) son las más comunes y ampliamente utilizadas en todo el mundo. Estas baterías son recargables y se encuentran en la mayoría de los teléfonos móviles, tabletas y ordenadores portátiles.
  La ventaja de estas baterías es su alta densidad de energía y baja tasa de autodescarga. Sin embargo, pueden ser costosas de producir, además de tener una vida útil limitada.

- ☑ BATERÍAS DE POLÍMERO DE LITIO (Li-Po)
  Las baterías de polímero de litio (Li-Po) son similares a las baterías de ion de litio en términos de tecnología, pero utilizan un electrolito sólido en lugar de uno líquido. Esto permite que la batería sea más delgada y flexible para aplicaciones como smartwatches o auriculares.

- ☑ BATERÍAS DE FOSFATO DE HIERRO Y LITIO (LiFePO4)
  Estas baterías tienen una alta densidad de energía y una vida útil más larga que las baterías de ion de litio.
  Las baterías de fosfato de hierro y litio se utilizan a menudo en sistemas de almacenamiento de energía solar y eólica, así como en los vehículos eléctricos comerciales y de transporte público.

- ☑ BATERÍAS DE TITANATO DE LITIO (LTO)
  Estas baterías tienen una vida útil extremadamente larga, una carga y descarga rápida y una mayor seguridad que otras baterías de litio.
  Las baterías de titanato de litio también pueden operar en temperaturas extremas, lo que las hace ideales para su uso en entornos más exigentes. Son comúnmente utilizadas en sistemas de energía de respaldo y en aplicaciones militares y comerciales.

- ☑ BATERÍAS DE SULFURO DE LITIO (Li-S)
  Las baterías de sulfuro de litio (Li-S) son una tecnología de batería en desarrollo que puede tener una densidad de energía extremadamente alta. Las baterías de sulfuro de litio también son potencialmente más baratas de producir que otras tecnologías de baterías de litio y tienen un menor impacto ambiental. Esta tecnología aún no se utiliza ampliamente en la actualidad.

Esta última clasificación se incluye a modo informativo no exhaustivo ya que las medidas de seguridad expuestas en este documento no van a depender de la tecnología por estar en continua evolución. Medidas específicas por tecnología, como la temperatura o el medio extinción, deben ser indicadas por el fabricante en la documentación aportada con el suministro de las baterías.

Riesgos asociados

5

Fuente: DEKRA

FUNDAMENTOS TÉCNICOS

Las baterías de litio son acumuladores químicos de energía, los cuales liberan en forma de energía eléctrica la carga almacenada a través de una reacción electroquímica.

Existen baterías primarias (no recargables) y secundarias (recargables o acumuladores) y el término "batería de litio" agrupa diferentes tipos de sistemas de baterías en los que se utiliza el elemento litio, tanto puro como en forma combinada con otras sustancias. La forma más conocida de dispositivo de almacenamiento de energía de litio es la batería de iones de litio, donde se utiliza un electrolito líquido.

Una batería se compone de varias celdas en función de su capacidad. Cada celda está formada por un electrodo negativo y uno positivo (ánodo y cátodo, respectivamente) y entre ellos hay un electrolito conductor que asegura el transporte de los iones litio durante los procesos de carga (los iones de litio se mueven del cátodo al ánodo) y descarga (los iones de litio se mueven del ánodo al cátodo).

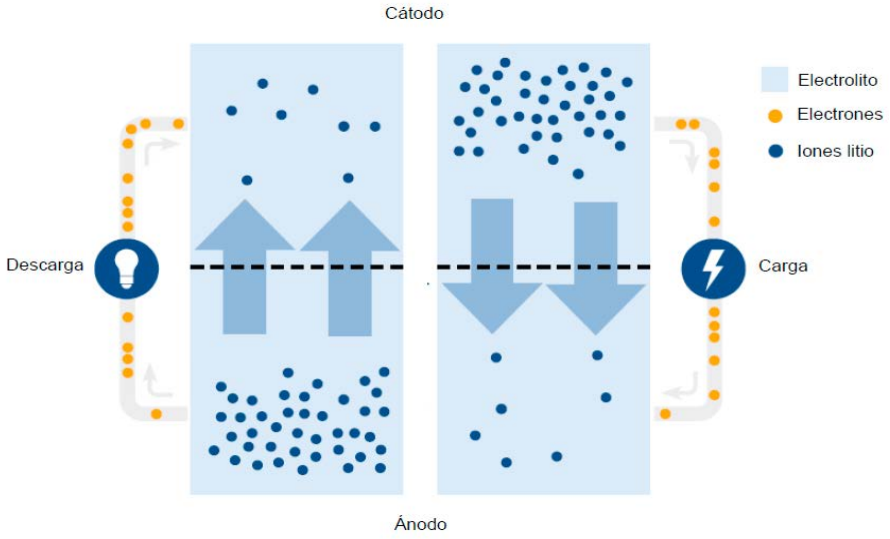


Figura 2. COMPONENTES DE UNA CELDA DE BATERÍA DE LITIO. (Fuente: DENIOS).

Como regla general, el material del ánodo suele ser grafito (C), el cual no está clasificado como sustancia peligrosa según Reglamento CLP. El cátodo, a su vez, puede estar compuesto de muchos materiales diferentes, los cuales determinan significativamente propiedades como la vida útil, tiempos de carga y rendimiento. Algunos ejemplos de materiales utilizados en la fabricación del cátodo son el hierro, manganeso, cobalto o níquel.

El separador también es un importante parte del dispositivo, ya que evita el contacto directo entre el ánodo y el cátodo y por tanto el consiguiente cortocircuito.

El fluido electrolítico consta de un disolvente orgánico y una sal conductora. Si bien existe una gran variedad de posibles disolventes, el hexafluorofosfato de litio ($LiPF_6$) se utiliza casi exclusivamente como sal conductora.

La composición química exacta de la respectiva mezcla de disolventes suele ser secreto de fabricante, pero se sabe que los puntos de inflamación de sus componentes varían entre + 160 °C y parcialmente por debajo de 0 °C, explicándose así la inestabilidad térmica de una batería de litio.

Además, la sal conductora contiene flúor (F) entre otros componentes y la liberación de ácido fluorhídrico (HF) puede provocar situaciones de riesgo en baterías de litio dañadas, además de la posible liberación de otros gases tóxicos de fluoruro en caso de incendio.

Adicionalmente a todos los elementos mencionados, que permiten el funcionamiento eléctrico de las baterías, estas presentan otros componentes como es el caso de los venteos de seguridad, los cuales están diseñados para liberar la presión generada durante un malfunctionamiento de la celda para que no ocurra una ruptura catastrófica.

CELDA PRISMÁTICA	CELDA CILÍNDRICA
Lithium-Ion Battery Systems and Technology (Zhang et.al.,2013)	TechSci Research (2022)

Figura 3. VENTEO DE SEGURIDAD EN DIFERENTES TIPOS DE CELDA.

Mientras que la regulación europea REACH considera las baterías de ion litio como productos, la American Occupational Safety and Health Administration (OSHA) clasifica las baterías como mezclas peligrosas. En la práctica, muchos fabricantes de baterías proporcionan Fichas de Datos de Seguridad de las baterías, aunque no tengan la obligación legal de hacerlo, que incluyen instrucciones de manejo y datos sobre la composición química de sus componentes.

REACCIÓN RUNAWAY

Las baterías de litio pueden explotar o derretirse en caso de cortocircuito de los componentes eléctricos internos. A menudo, la causa de estos fallos es que una parte de la batería se calienta demasiado y no se puede enfriar lo suficientemente rápido. Esto provoca una reacción en cadena que genera cada vez más calor, denominada reacción runaway. Durante este proceso, los módulos de la batería se derriten, generando calor y, la celda libera rápidamente su energía almacenada, pudiendo incluso provocar que la batería se autoinflame.

Una de las razones por las que las reacciones runaway de las celdas de baterías de litio pueden ser muy enérgicas es que estas celdas tienen densidades de energía muy elevadas en comparación con otros tipos de celdas. Además, si contienen un electrolito inflamable, no solo almacenan energía eléctrica en forma de energía potencial química, sino también energía química en forma de materiales combustibles.

Los actuales estándares de producción de baterías permiten garantizar un manejo y manipulación seguros en circunstancias normales, pero en el caso de defectos técnicos o manejo inadecuado, la energía almacenada puede liberarse de forma no controlada.

Tipos de abuso de las baterías

Algunas de las posibles causas que pueden desestabilizar un sistema de baterías de litio son las siguientes:

- **Ambientales:** Calor excesivo, carga en un ambiente muy frío y exposición a agentes químicos.
- **Mecánicas:** Caídas, golpes, aplastamiento, impactos, vibraciones o incluso penetración de la celda pueden llevar a estrés mecánico, con el consiguiente fallo del separador.
- **Sobrecarga eléctrica:** Ocurre cuando una celda se carga por encima del voltaje especificado, que provoca una reacción exotérmica en el cátodo, lo que conduce al fallo del separador y, en última instancia, a la reacción térmica fuera de control.
- **Descarga profunda:** Ocurre cuando el voltaje de una celda sobrepasa el límite inferior de diseño. Esto genera que se disuelvan electrolitos del ánodo y se genere un medio donde puede ocurrir un cortocircuito.
- **Cortocircuito externo o interno:** Esto puede generar una elevada corriente de descarga que derive en un sobrecalentamiento el cual puede iniciar la reacción térmica fuera de control.
- **Diseño y fabricación:** Incluye piezas sueltas, desalineación de electrodos, contaminación, deficiencias en la instalación, mal funcionamiento, etc.
- **Envejecimiento:** Incluye la desestabilización de las celdas de iones de litio a medida que se exponen a mecanismos de degradación o uso inadecuado

ETAPAS DE UNA REACCIÓN RUNAWAY

A continuación, se describen las diferentes etapas para el desarrollo de una reacción runaway:

1. Para que se inicie la reacción runaway de una celda, la tasa de generación de calor debe exceder la tasa de disipación de calor.

2. El autocalentamiento de los ánodos de grafito en presencia de electrolito se inicia a temperaturas entre 70°C y 90°C. A partir de 80°C se inicia una reacción exotérmica entre el litio y los solventes empleados como electrolitos. Por tanto, si una celda alcanza dicha temperatura en un entorno adiabático, se podrá autocalentar iniciándose una reacción runaway.

3. Cuando la temperatura alcanza los 100-120°C, el separador inicia una reacción de descomposición en la cual se generan numerosos gases en el interior de la celda y se libera calor. Los gases generados dependen de la composición química de la celda, sin embargo, suelen incluir dióxido de carbono, monóxido de carbono, metano, etano, hidrógeno, etc.

4. A partir de 130°C el separador se funde, generando un cortocircuito y como consecuencia más calor. Conforme aumenta la temperatura, entre 130 y 150°C, el cátodo inicia otra reacción de descomposición que libera calor y genera oxígeno.

5. Una vez la temperatura supera los 150-180°C, la reacción se autoabastece si la celda no es capaz de disipar todo el calor generado. En este punto, la celda alcanza el punto de reacción runaway o fuga térmica.
Si los gases continúan acumulándose dentro de la celda, esta finalmente romperá o los venteará por el venteo de seguridad liberando gases de hidrocarburos inflamables e hidrofluorocarbonos.

6. Temperaturas sobre 170°C llevan a rápidas inflamaciones o explosiones las cuales pueden incrementar rápidamente la temperatura hasta 600°C. Las temperaturas de inicio de las reacciones varían con la química de las celdas y su estado de carga. A mayor voltaje de celda y estado de carga, menor será la temperatura de inicio de la reacción runaway.

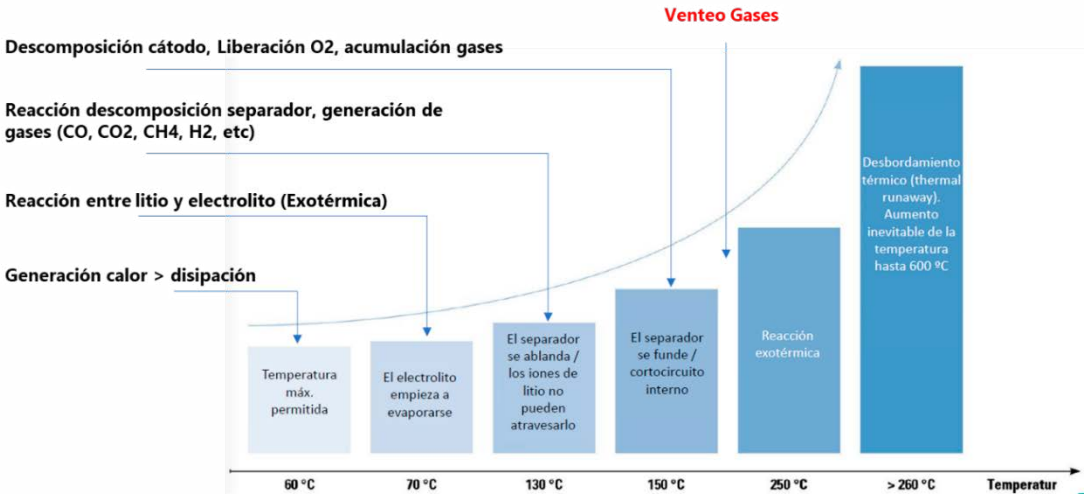


Figura 4. ETAPAS REACCIÓN RUNAWAY. (Fuente: CSLi)

EFECTOS DE UNA REACCIÓN RUNAWAY

La gravedad de las consecuencias dependerá de varios factores como, el estado de carga de la celda (a mayor estado de carga mayor energía liberada), la temperatura ambiente, el diseño electroquímico de la celda y el diseño mecánico de la celda (tamaño de celda, volumen de electrolito, etc.).

En caso de propagación de la reacción a celdas contiguas, la escala del peligro aumenta. La propagación ocurrirá más probablemente entre las celdas de una misma batería, sin embargo, puede ocurrir cuando se disponen de muchas baterías de litio almacenadas en proximidad.

En caso de que se inicie una reacción runaway en una celda de iones de litio se producirán los siguientes efectos:

1. Incremento de temperatura interna de la celda: Para celdas completamente cargadas, se pueden sobrepasar los 600°C.

2. Incremento de la presión interna de la celda con el consiguiente venteo de la celda y liberación de gases y humos. Entre los gases generados en el proceso de reacción runaway se encuentran numerosos gases altamente inflamables y/o tóxicos como son el Hidrógeno, CO, CO_2, hidrocarburos (CH_4, C_xH_x), HF, etc.

3. Posible inflamación de los gases venteados de la celda, por la aparición de una fuente de ignición, la cuál puede ser generada por la misma reacción runaway.

4. Incendio. Tras la inflamación, el fuego se extenderá muy rápidamente entre las celdas. Conforme más celdas estén afectadas se producirán más gases, los cuales serán venteado a elevada velocidad generando una llamarada que puede alcanzar otros combustibles o baterías. Además, existe la posible eyección del contenido de la celda, creando fuentes de ignición adicionales y riesgo de proyecciones.

5. Explosión. También cabe la posibilidad de que los gases generados se acumulen en un recinto confinado y que, al inflamarse, produzcan la presión suficiente como para causar una deflagración (explosión).

6. Adicionalmente existe la posibilidad de propagación de la reacción runaway a celdas contiguas, tal como se menciona en apartados anteriores.

7. Finalmente, mencionar la posibilidad de reignición de baterías que hayan resultado dañadas incluso horas o días tras el evento de reacción runaway.

INCENDIO

Algunas peculiaridades de los incendios de baterías de litio son que, el litio, como todos los metales alcalinos, es una sustancia muy reactiva e inflamable. Además, puede inflamarse y es potencialmente explosivo en presencia de aire y agua.

El núcleo de un incendio de iones de litio es la celda en sí, que es muy difícil de alcanzar y aún más difícil de extinguir debido a que contiene múltiples elementos que pueden inflamarse (metálicos, químicos, etc.). También se produce liberación de energía al entorno y podría generar su propio oxígeno.

Es posible contener un incendio de una sola celda, pero, un incendio en una batería completa compuesta por decenas de miles de celdas puede resultar en un evento incontrolable, ya que el fuego puede extenderse fácilmente a celdas contiguas. Los gases que se generan como consecuencia de estos incendios pueden ser tóxicos y en caso de emplear agua como agente extintor, existe riesgo de contacto eléctrico, por lo que se deberán tomar las debidas precauciones.

FUGA DE ELECTROLITO

La fuga del electrolito puede ocurrir debido a daños mecánicos en las celdas o a corrosión interna de las celdas. Las fugas en celdas de polímero son más comunes que en las celdas de carcasa dura. Los sellos de las celdas de polímero son más delicados y posibles fallos en los recubrimientos protectores de la envolvente de las celdas pueden derivar en la corrosión de dicha envolvente.

En el caso de celdas pequeñas, hay muy poco electrolito libre y, por tanto, es poco probable que la perforación de una celda dé como resultado una fuga de más de unas gotas de electrolito. Sin embargo, en algunos diseños de celdas de gran formato, hay una apreciable cantidad de electrolito líquido libre dentro de la carcasa de la celda. En estas celdas, una perforación podría causar un derrame importante de material peligroso. El tamaño del derrame dependería del volumen de electrolito contenido en una celda, el tamaño de la perforación y la velocidad de evaporación del electrolito.

La fuga de electrolito entraña dos peligros potenciales para la seguridad: el posible contacto de personas tanto con el electrolito como con sus residuos, así como el cortocircuito de sistemas electrónicos adyacentes.

Información previa relevante
a solicitar al fabricante

6

Fuente: ASECOS

Para poder llevar a cabo una correcta clasificación de las baterías y determinar las medidas de seguridad que deben adoptarse para un almacenamiento y uso seguros de las mismas, será recomendable disponer de la ficha técnica de la batería.

Si la ficha técnica no estuviera disponible o los siguientes datos no estuvieran contenidos en la misma, deberán solicitarse adicionalmente al fabricante:

- Condiciones de almacenamiento (temperaturas mínima y máxima)
- Capacidad total de almacenamiento energético de cada módulo (kWh)
- Valor energético que se desprende al llegar al runaway
- Tiempo máximo de almacenamiento sin uso
- Tiempo de cuarentena previo a la gestión como residuo. Tiempo de espera necesario para que una batería con sospecha de daños pueda gestionarse como residuo.
- Criterios de identificación de una batería en estado crítico
- Medidas de protección contra incendios. En caso de que el agua no sea un agente extintor adecuado, el fabricante indicará qué agente extintor se debe utilizar
- EPIs necesarios en caso de fuga de electrolito o incendio de la batería, por ejemplo: protección ocular, respiratoria o cutánea.

Según el Reglamento Europeo 2023/1542, *"el fabricante debe suministrar información suficientemente detallada sobre el uso previsto de la pila o batería que permita una introducción en el mercado, una puesta en servicio, un uso y una gestión de residuos correctos y seguros, incluida la posible adaptación"*, estableciéndose en el Anexo VI del mismo, en su *Parte A: Información general sobre las pilas o baterías* la información que se transcribe a continuación.

La información en la etiqueta de una pila o batería incluirá la siguiente información relativa a la pila o batería:

- Información que identifique al fabricante de conformidad con el artículo 38, apartado 7
- Categoría de pila o batería e información que la identifique de conformidad con el artículo 38, apartado 6
- Lugar de fabricación (ubicación geográfica de la planta de fabricación de la pila o batería)
- Fecha de fabricación (mes y año)
- Peso
- Capacidad
- Composición química
- Sustancias peligrosas presentes en la pila o batería distintas de mercurio, cadmio o plomo
- Agente extintor utilizable
- Materias primas fundamentales presentes en la pila o batería en una concentración superior al 0,1 % en peso/peso

Buenas prácticas de seguridad
en base a su ciclo de vida y su clasificación

7

Fuente: DENIOS

Cada aplicación de las baterías de litio requiere una solución específica para desarrollarse con seguridad y no existe un concepto de protección que sea igualmente válido para todas las aplicaciones.

Antes de seleccionar el concepto óptimo, deben considerarse el objeto de las medidas, el concepto de protección y los posibles efectos colaterales de las tecnologías seleccionadas. Además de las opciones técnicas disponibles en el mercado, debe tenerse en cuenta también las condiciones ambientales al completo.

El concepto de protección deberá aportar una aproximación holística que incluya:

- Evaluación de riesgos
- Metas y objetivos de la protección
- Protección pasiva / preventiva frente a incendios
- Prevención de expansión del incendio a baterías o áreas adyacentes
- Sistema de Gestión de Baterías / Battery Management System (detección de fallos en las baterías).
- Tipo de sistema de detección de fuego/humo.
- Sistema de detección de gases de escape.
- Sistema de inertización automático.
- Sistema de supresión/extinción automática.
- Efectos colaterales.
- Ventilación / extracción.
- Sistema de alivio de presión.
- Estándares relevantes.
- Reglamentación nacional o regional respecto a incendios.

A continuación, se incluye un esquema orientativo de cómo podría ser dicha evaluación de riesgos

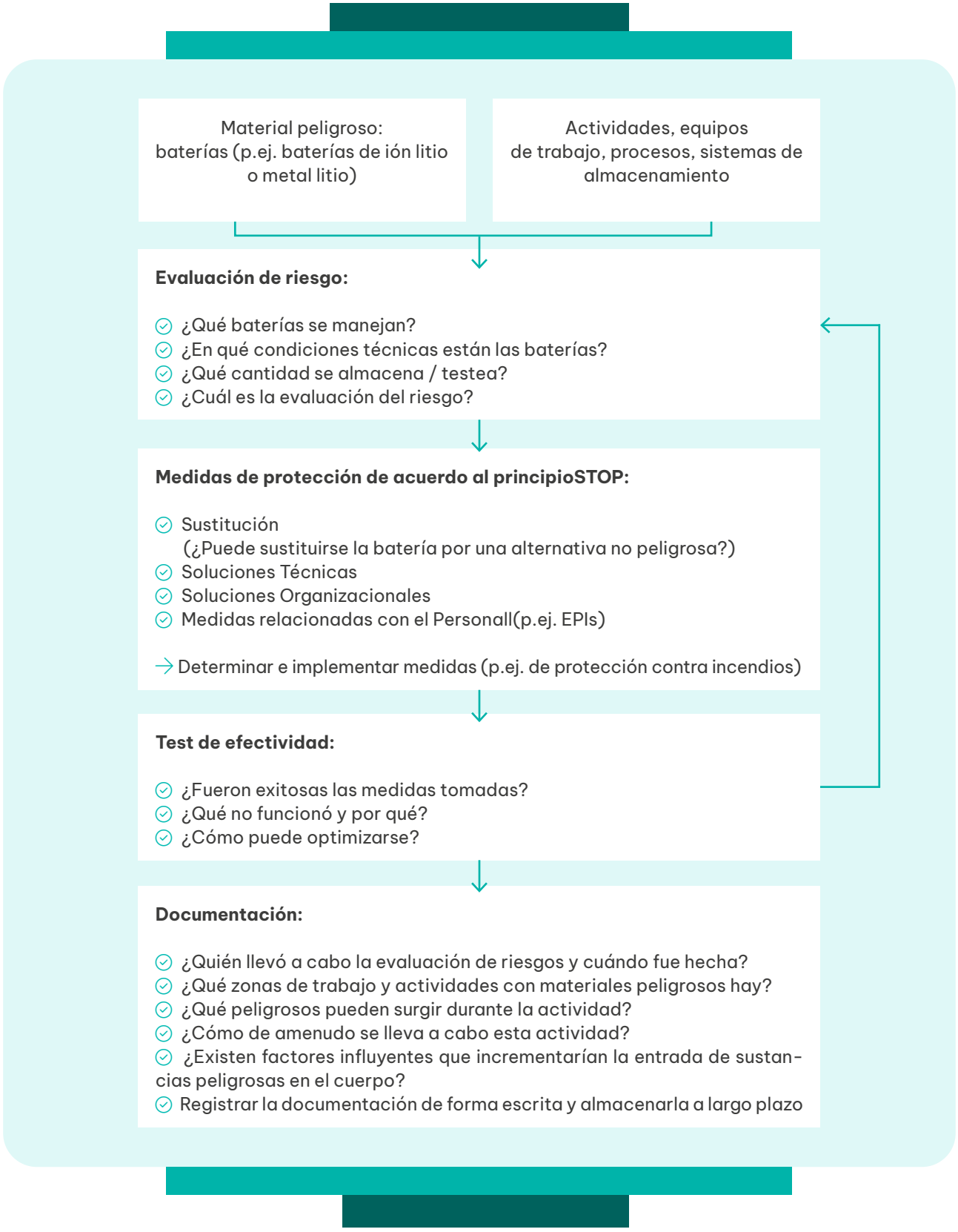


Figura 5. PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS. (Fuente: DENIOS)

7.1 ALMACENES DE BATERÍAS O MERCANCÍAS EQUIPADAS CON BATERÍAS

En este apartado, consideramos los siguientes casos:

1. Mercancías almacenadas que contienen baterías integradas
2. Almacenamiento de las baterías en sí mismas

No consideramos aquí las carretillas eléctricas o similares, los vehículos eléctricos ni los sistemas de almacenamiento de energía, que se desarrollarán en capítulos específicos.

El peligro potencial de las baterías de litio no solo se debe al diseño del producto sino también a la energía total almacenada, por lo que en los siguientes apartados se definirán medidas de seguridad recomendadas para los almacenes de baterías de litio en función de dicha energía / riesgo intrínseco.

Además de medidas de seguridad generales, también distinguiremos ciertas medidas específicas entre el mero almacenamiento sin proceso de carga (almacenamiento pasivo) y el almacenamiento con carga simultánea (almacenamiento activo).

Por último, se añade un apartado especial para almacenamiento de baterías dañadas o potencialmente dañadas.

7.1.1. MEDIDAS GENERALES

Los almacenamientos de baterías de litio constituirán o no un sector o área independiente a cualquier otra actividad, en función de su nivel de riesgo.

Las baterías de litio se podrán almacenar en almacenamientos cerrados, abiertos, armarios de seguridad o contenedores modulares.

En general, las baterías de litio no deberían almacenarse por largos periodos en estado totalmente descargado o totalmente cargado. La mejor forma de almacenamiento, confirmada mediante pruebas experimentales, es almacenarlas a bajas temperaturas, pero no por debajo de 0°C (la mayoría de fabricantes recomiendan temperaturas de entre 10°C y 25°C) y a un nivel de carga entre el 30% y 50% de su capacidad.

Además, deben considerarse las siguientes medidas de seguridad básicas:

- Almacenamiento exclusivo de baterías con certificado de pruebas de acuerdo con UN 38.3 (prototipos solo en casos excepcionales y con evaluación de riesgos)
- Cumplimiento de las especificaciones del fabricante (hojas técnicas de producto)
- Sitio específico para almacenar (en carga o no en carga) las baterías, incluyendo señalización adecuada y su exacta localización en el Plan de Emergencia.
- No exponer a temperaturas elevadas ni fuentes de calor directamente o durante un largo periodo de tiempo (esto incluye la luz solar directa).
- En condiciones normales, no debe alcanzarse una temperatura mayor a 60 °C, a no ser que el fabricante dé otra información de temperatura máxima de almacenamiento.
- Protección contra daños mecánicos.
- Evitar caídas.
- Protección contra cortocircuitos de los polos de las baterías siguiendo las instrucciones del fabricante de la batería para prolongados periodos sin uso.
- Realizar y documentar controles técnicos y de seguridad en las instalaciones técnicas para la carga y el almacenamiento de las baterías en intervalos de tiempo regulares. Los controles técnicos y de seguridad serán realizados por personal formado en los riesgos específicos.
- Retirar inmediatamente las baterías dañadas o defectuosas de las zonas de almacenamiento y producción y prestar especial atención a otras posibles anomalías en el embalaje, elementos de sustentación, etc. (ver apartado baterías dañadas).
- Creación de procedimientos escritos sobre cómo actuar en caso accidente implicando a las brigadas contraincendios.
- Formación del personal acerca de los riesgos intrínsecos a las baterías y medidas de prevención y actuación en caso de accidente.
- No deben almacenarse junto a productos químicos peligrosos.
- No se recomienda el almacenamiento baterías de litio en sótanos.
- Cuando se utilice agua como agente extintor, se deberá disponer de un sistema de retención para aguas de extinción contaminadas.

7.1.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

7.1.2.1 Medidas protección RSCIEI

Según el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales, RD 2267/2004, para determinar las medidas protección contra incendios adecuadas en cualquier establecimiento industrial debe calcularse en primer lugar el nivel de riesgo intrínseco del sector o área de incendio.

Para calcular el nivel de riesgo intrínseco en actividades de almacenamiento, se utiliza la expresión del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos industriales que determina la densidad de carga al fuego ponderada y corregida:

$$Q_s = \frac{\sum_I^i G_i q_i C_i}{A} R_a \left(\frac{MJ}{m^2}\right) o \left(\frac{Mcal}{m^2}\right)$$

Siendo:

Qs= densidad de carga al fuego, en MJ/m^2 o Mcal/m^2
Gi= masa en kg
qi = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg
Ci = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad
Ra = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad
A = superficie construida del sector en m^2

En el caso de las baterías de litio, no existe información específica sobre el poder calorífico (q_i) de las mismas. Es por ello que, para poder calcular el nivel de riesgo intrínseco, debe adaptarse dicho cálculo para los valores que se conocen de las baterías, como es la capacidad total de almacenamiento de energía (kWh).

Los valores de capacidad de almacenamiento de energía vienen dados normalmente en kWh, pudiendo transformar este valor a MJ (1kWh = 3,6 MJ). Así pues, se puede sustituir en la ecuación anterior $G_i \cdot q_i$ por la capacidad de almacenamiento de energía de las baterías.

Los ensayos realizados en baterías por diferentes organismos han evidenciado que la energía realmente liberada durante el proceso de combustión de una batería es considerablemente superior que la energía almacenada, dependiendo de varios factores como, por ejemplo:

- Tecnología utilizada por la batería (ver capítulo 4.3.)
- Energía almacenada
- Masa de la batería
- Estado de carga de la batería
- Características constructivas de la batería. Por ejemplo, materiales de la carcasa envolvente en caso de que se disponga de esta.
- Sistema de almacenamiento, teniendo en cuenta el número de baterías por embalaje o unidad de almacenamiento.

Los estudios realizados sobre la energía liberada durante la combustión de baterías cuando se produce la reacción de runaway, proponen ratios de energía liberada en la combustión con respecto a la energía almacenada con valores muy dispares en función de los factores indicados anteriormente. Por ejemplo, Chunpeng Zhao et al., 2020, propone un ratio de entre 2,5 y 3,5 veces el valor de la energía almacenada. Este dato se realiza sobre baterías monocelda de tamaño reducido. En cambio, el estudio de Naval Research Laboratory de Estados Unidos propone ratios de entre 5,4 y 7,2 para ensayos realizados con baterías de mayor tamaño y sobre paquetes de diferentes cantidades.

Por esta razón, resulta altamente complejo establecer un valor para este ratio de corrección de la energía liberada.

En esta guía se propone que el valor empleado para el coeficiente adimensional Ci, utilizado en el cálculo de la densidad de carga al fuego ponderada y corregida, en el caso de almacenamiento de baterías de litio, sea dicho ratio.

Sería muy recomendable que los fabricantes de baterías aportaran este valor en la documentación técnica que acompaña a las baterías. Cuando no se disponga del mismo, el técnico competente deberá justificar el valor de Ci utilizado en base a estudios técnicos existentes para las características de las baterías almacenadas.

Con el valor de Ci establecido, la densidad de carga de fuego ponderada y corregida en almacenamientos de baterías de litio se podría calcular de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_i^i Capacidad\ almacenamiento\ energía \cdot C_i}{A} R_a \left(\frac{MJ}{m^2}\right) o\ \left(\frac{Mcal}{m^2}\right)$$

En el caso de que el fabricante especifique en la ficha técnica de la batería el valor del poder calorífico de la misma, se utilizará directamente la expresión que aparece en el RSCIEI, calculando a partir de la masa total de la batería y el poder calorífico. En cambio, si el fabricante indica el incremento de energía liberada que se produce en el runaway, se podrá calcular el factor de corrección específico de C_i para ese tipo de baterías y se calculará el nivel de riesgo mediante la capacidad de almacenamiento de energía y el factor de corrección.

Los requisitos mínimos de protección pasiva y protección activa vendrán determinados según el nivel de riesgo intrínseco calculado mediante la metodología anterior, para cada tipo de sector y tipo de establecimiento industrial en el que nos encontremos, según el RD 2267/2004.

7.1.2.2 Almacenamiento en contenedores y armarios de seguridad

En el caso de contenedores y armarios de seguridad que constituyan sectores independientes, no será necesario aplicar las siguientes medidas del RSCIEI:

- Vestíbulo de independencia
- 2 accesos independientes
- Se permitirá su instalación en cualquier tipo de establecimiento independientemente del nivel de riesgo intrínseco del contenedor o armario

Figura 6. (Fuente: DENIOS)

1. CONTENEDORES MODULARES

El almacenamiento de baterías en contenedores modulares se considerará adecuado siempre que se cumpla el resto de las indicaciones de la presente guía.

Los elementos componentes de los contenedores modulares (conjunto de estructura, techo, paredes y puertas, incluyendo otras aberturas si las hubiera) cumplirán con lo exigido por el Reglamento (UE) n.º 305/2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, según las correspondientes normas armonizadas de aplicación y en particular en cuanto a su clasificación de reacción al fuego.

En caso de que al contenedor se le requiera resistencia al fuego, el fabricante, importador o distribuidor, según proceda, deberá certificar el comportamiento del conjunto modular frente a fuego desde el interior y desde el exterior del mismo.

Para el caso de contenedores de almacenamiento no transitables no se aplicarán las medidas

de evacuación indicadas en el RSCIEI y se instalarán los medios de protección exigidos en el exterior del contenedor.

2. ARMARIOS DE SEGURIDAD PARA BATERÍAS.

Los armarios tipo 90 se consideran que tienen las mismas características de protección pasiva que las establecidas para un sector de incendios, por lo que no es necesario incorporar más medidas de protección pasiva contra incendios.
Deberán estar probados y certificados como tipo 90 según la UNE-EN 14470-1 (desde el exterior hacia el interior) y tener una resistencia al fuego de 90 minutos desde el interior hacia el exterior según EN 1363-1.

El volumen interior del armario de seguridad según EN 14470-1 no debe ser mayor a 2 m^3.

En caso de incendio, el acceso al interior del armario debe quedar cerrado automática y completamente por las puertas en menos de 20 segundos (desde la posición de máxima abertura).

Si existe un dispositivo de bloqueo de las puertas para favorecer el acceso al interior del armario, este deberá liberar las puertas tras un corto espacio de tiempo no superior a 1 minuto o a una temperatura de 50 °C (+0 -10) detectada en la proximidad del acceso al interior del armario.

Si las puertas disponen de sistema de bloqueo en posición abierta o de anclaje al marco para evitar su abertura, estos dispositivos no deberán comprometer el rendimiento del cierre automático.

Se recomienda colocar un extintor de eficacia 34 A 144 B en las inmediaciones del armario de seguridad para extinción de incendios externos al mismo.

7.1.3 ALMACENAMIENTO PASIVO / NO EN CARGA

Además del riesgo intrínseco calculado según RSCIEI, se definen tres niveles de riesgo en función del contenido de energía por unidad de almacenamiento según la siguiente tabla, que determinarán medidas de seguridad adicionales (por ejemplo, distancias a instalaciones propias o vías de comunicación públicas):

CALIFICACION POR POTENCIA SEGÚN VDS 3856		
NIVEL DE RIESGO	RIESGO	POTENCIA EN KWH
I	BAJO	< 1
II	MEDIO	1.0 – 50
III	ALTO	≥ 50

Figura 7. NIVELES DE RIESGO EN FUNCIÓN DE LOS NIVELES DE ENERGÍA. (Fuente: Guía VdS 3856)

Riesgo bajo / nivel de riesgo I

Ejemplo: Palet con hasta 37 baterías de taladro (27 Wh)
Ejemplo: Palet con hasta 7 baterías de cortacésped (140 Wh)
Ejemplo: 1 batería de bici eléctrica (624 Wh)

Además de las medidas generales (7.1.1.) y las medidas de protección contra incendios (7.1.2.) deberán tenerse en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- Separación de espacio (al menos de 2,5 m) de otros materiales combustibles.
- Valorar la instalación de sistemas de detección de incendios (humo, temperatura, fuego, etc.).
- Si se dispone simultáneamente de sistemas de detección de incendios y de elementos de ventilación mecánica o renovación de aire, la ubicación de estos debe estar en consonancia para no menguar su efectividad.
- Si se dispone de sistemas de supresión de incendios, serán compatibles con los agentes de extinción indicados en las hojas técnicas de producto.
- En el caso de almacenamiento sobre suelo, los bloques de almacenamiento tendrán una superficie máxima de 20 m^2, con una distancia de seguridad de 2,4 metros entre bloques y una altura máxima de almacenamiento de 1,5 metros.

Riesgo medio / nivel de riesgo II

Ejemplo: Palet con más de 2 baterías de ebike (624 Wh)
Ejemplo: Palet con más de 7 baterías de cortacésped (140 Wh)
Ejemplo: Palet con 2 baterías de coche híbrido (20 KWh)

Además de las medidas generales (7.1.1.), las medidas de protección contra incendios (7.1.2.) y las medidas asociadas a nivel de riesgo I, deberán tenerse en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- Separación de espacio (al menos de 5 m) de otros materiales combustibles.
- Instalación de sistemas de detección de incendios (humo, temperatura, fuego, etc.) automáticos conectados a central de incendios y a señal acústica y/o visual en el propio centro.
- Valorar la instalación de superficies de alivio de presión o dispositivos de descompresión de emergencia en caso de baterías de medio o gran tamaño (ver 3.1. Clasificación por capacidad) para dirigir las posibles explosiones de forma segura, por ejemplo, a través del techo.
  En cualquier caso, deberá evitarse que cualquier pieza del dispositivo de descompresión de emergencia pueda salir proyectada.
  La presión de apertura del dispositivo de descompresión de emergencia deberá estar significativamente por debajo de la resistencia mecánica del almacenamiento.

Los dispositivos de descompresión de emergencia se dirigirán hacia un lugar seguro. La zona situada delante del dispositivo de descompresión de emergencia deberá mantenerse despejada y no deberá existir ningún obstáculo.

- Valorar la instalación de sistemas de monitorización de la temperatura del almacenamiento, incluyendo alarmas y procedimiento de actuación y emergencia en caso de que dicha temperatura supere los 60 °C
- En caso de almacenamiento en estanterías de paletizado:
  - Si al aplicar el RSCIEI es necesaria la instalación de rociadores en cubierta, instalar rociadores intermedios adicionalmente. Se deberá aplicar una normativa de reconocido prestigio.
  - Si al aplicar el RSCIEI no es necesaria la instalación de rociadores en cubierta, valorar la instalación de rociadores de respuesta rápida.
- En caso de almacenamiento sobre suelo, valorar la instalación de rociadores de cubierta de respuesta rápida en caso de que no sea obligatorio por RSCIEI.
- Valorar la instalación de sistemas de extracción de humo.

Riesgo alto / nivel de riesgo III

Ejemplo: Palet con más de 2 baterías de coche híbrido (20 KWh)
Ejemplo: Batería de un TESLA model 3 (54 KWh)

Además de las medidas generales (7.1.1.), las medidas de protección contra incendios (7.1.2.) y las medidas asociadas a nivel de riesgo II, deberán tenerse en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- Se recomienda limitar la capacidad máxima por pila, siendo una pila el conjunto de unidades de almacenamiento existentes dentro de un área de almacenamiento. Para considerar dos pilas independientes es necesario que estén separadas por una distancia mínima de 1,2 m tanto horizontal como vertical, ya sea libre o con materiales no combustibles.

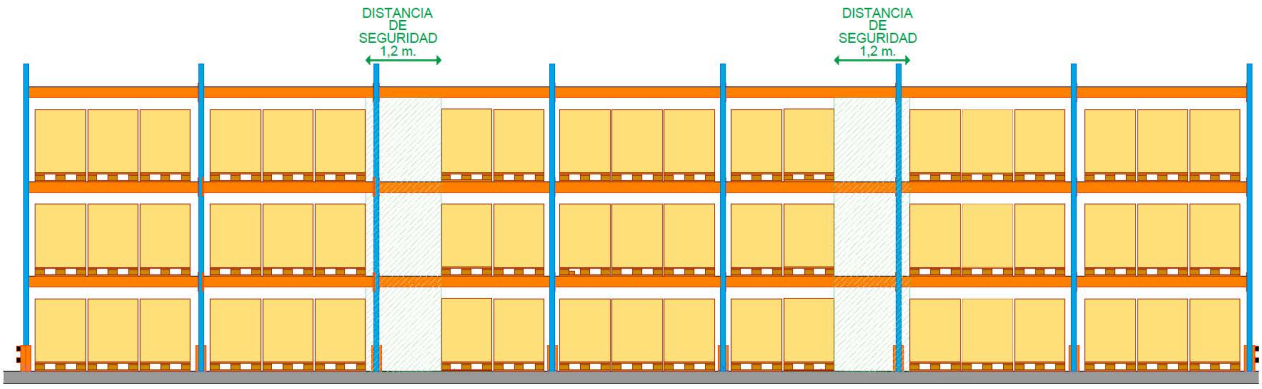


Figura 8. DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE PILAS. (Fuente: IDELAB)

- La distancia del almacenamiento a vías de comunicación públicas y edificios de la misma titularidad deberá ser de 5 m, entendiendo por distancia la longitud expresada en metros libre de materiales combustibles que puedan propagar incendios. Dichas distancias podrán reducirse a cero con las siguientes medidas de protección:
  - Para almacenamientos abiertos: Cuando se disponga de una pared REI 120 minutos y 1m de altura por encima del nivel máximo de almacenamiento y prolongado 1 m en proyección horizontal por sus 2 extremos
  - Para almacenamientos cerrados: Si se dispone de una pared o cerramiento completo con resistencia al fuego REI 120 minutos.
- Justificación de la no necesidad de superficies de alivio de presión. En el caso contrario, instalar superficies de alivio de presión en caso de baterías de medio o gran tamaño (ver 4.1. Clasificación por capacidad) para dirigir las posibles explosiones de forma segura, por ejemplo a través del techo. Ver características de las superficies de alivio de presión en este mismo capítulo, punto anterior "Riesgo medio"
- Instalar sistemas de monitorización de la temperatura del almacenamiento, incluyendo alarmas y procedimiento de actuación y emergencia en caso de que dicha temperatura supere los 60 °C.
- Valorar la posible detección de gases previos a la desestabilización / comienzo de la reacción runaway.
- En caso de almacenamiento en estanterías de paletizado será necesaria la instalación de rociadores en cubierta, así como intermedios. Se deberá aplicar una normativa de reconocido prestigio.
- En caso de almacenamiento sobre suelo, instalar rociadores de cubierta de respuesta rápida.

7.1.4 ALMACENAMIENTO ACTIVO / EN CARGA

El almacenamiento activo / en carga de baterías de litio conlleva riesgos adicionales. Es por ello que, además de las medidas de protección mencionadas en capítulos anteriores (medidas generales, medidas de protección contra incendios y almacenamiento pasivo según nivel de riesgo), deberán tenerse en cuenta otras medidas específicas que se desarrollan a continuación.

El primer paso para un correcto almacenamiento activo de baterías de litio en carga debe incluir la revisión y verificación de los elementos de carga (cargadores) y cables a emplear, así como de la propia batería para que se encuentren en buen estado y sus características técnicas se correspondan con las necesidades de las baterías a cargar.

Paralelamente, será necesario verificar la instalación eléctrica de alimentación de los sistemas de carga para que cumpla con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias correspondiente y disponga de los elementos de seguridad necesarios.

Para garantizar la seguridad durante los procesos de carga de las baterías de litio, deben respetarse las siguientes reglas básicas:

- Cuando se realice una carga de baterías, que en su conjunto supere los 3 kW/m^3, se recomienda que el almacenamiento activo / en carga se realice en un sector de incendio independiente.
- Garantizar una mínima distancia entre las baterías en carga para evitar el efecto dominó en caso de incidente y permitir una correcta circulación de aire entre las baterías. De esta manera se pretende conseguir 2 objetivos:
  - La correcta ventilación en el almacenamiento para evitar la acumulación de calor (ventilación).
  - La correcta circulación de los gases o humos para que el detector de humos los detecte y active la alarma correspondiente.
- Por el mismo motivo, si es posible, es recomendable disponer de una distancia mínima entre el cargador y la batería para evitar que el calor disipado por el cargador active los mecanismos de seguridad del BMS.
- La ubicación del almacén de baterías deberá permitir el traslado de las mismas a un lugar seguro en caso de su desestabilización
- Utilizar únicamente los cargadores homologados por el fabricante y previstos para tal fin.
- Asegurarse siempre de que las superficies sobre las que se van a depositar el cargador y la batería son ignífugas.
- Evitar colocar la batería cerca de materiales inflamables y otras cargas de fuego.
- No cubrir nunca las baterías durante el proceso de carga.
- No cargar las baterías a baja temperatura ambiente (< 0 °C).
- No descargar nunca por completo las baterías (descarga profunda)

Aunque la función del mecanismo electrónico de protección integrado en las baterías es evitar la sobrecarga, dicho sistema de gestión de la batería (BMS) también puede fallar (p. ej., si se utiliza un cargador inadecuado). Por ello, el hecho de no supervisar el proceso de carga constituye siempre una fuente de peligro.

7.1.4.1 Ventilación de almacenamientos cerrados durante el proceso de carga

En el caso de almacenamientos cerrados, es necesario disponer de una correcta ventilación del almacenamiento para evitar la acumulación de calor durante el proceso de carga.

Los cargadores (especialmente los cargadores rápidos) generan pérdidas térmicas durante el proceso de carga que pueden acumularse en los almacenamientos cerrados. Por lo tanto, hay que evitar la acumulación de calor en el interior, especialmente al cargar simultáneamente varias baterías.

La ventilación natural o forzada garantiza una evacuación rápida y constante del calor que se pueda acumular durante el proceso de carga.

- En caso de disponer de aerosoles o gases de extinción / supresión, la ventilación forzada deberá incluir un sistema de desconexión automática en caso de incendio para evitar la succión de los mismos
- Considerar la posibilidad de incompatibilidades entre la ventilación, la detección de temperatura y/o humos o gases de combustión si no están adecuadamente diseñados. Un mal diseño de la ventilación puede extraer humos antes de que sean detectados por el sensor correspondiente mientras la batería inicia su proceso de embalamiento térmico (runaway).
- Valorar la posibilidad de que se produzcan gases tóxicos y su evacuación a un lugar seguro

Figura 9. (Fuente: DENIOS)

7.1.4.2 Detección y transmisión de incidencias durante el proceso de carga

- Instalar sistemas de detección de incendios (humo, temperatura, fuego, etc.) automáticos conectados a central de incendios o a señal acústica y/o visual en el propio centro.
- En almacenamientos cerrados, las incidencias detectadas por los sistemas de detección de incendios deben de activar alarmas visuales y/o sonoras fuera del almacenamiento, detectables por el personal responsable
- Así mismo, aquellos almacenamientos activos / en carga que puedan funcionar de manera desatendida (p.ej.: carga nocturna sin personal que los vigile) deberán disponer de mecanismos de transmisión remota de las alarmas para activar las actuaciones de emergencia pertinentes.

7.1.5 ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS DAÑADAS

Las baterías de litio pueden resultar dañadas por:

- Causas mecánicas:
  - Caídas
  - Golpes
  - Aplastamiento,
  - etc.

- Exposición a la humedad:

  - Olvido del dispositivo o la batería en el exterior
  - Líquidos vertidos sobre el aparato
  - Caída al agua,
  - etc.

- Reacción térmica por un almacenamiento/carga inadecuados:

  - Incidencia de la luz solar directa
  - Proximidad a máquinas p partes de máquinas calientes
  - Continuar con el proceso de carga cuando la batería ya está cargada.
  - Uso de cargador no original o de características técnicas no aprobadas por el fabricante
  - Acumulación de calor por carga en espacios confinados, cerrados y sin ventilación
  - Incumplimiento de las especificaciones del fabricante, por ejemplo, tiempos de enfriamiento, entre otras causas.

Según ADR (Acuerdo internacional para transporte de mercancías peligrosas por carretera), por **batería dañada o defectuosa** se entiende aquella que no cumpla con el tipo ensayado de acuerdo con las disposiciones aplicables del apartado 38.3 del Manual de Pruebas y Criterios (1520835_S_ST_SG_AC.10_11_Rev.6.pdf (unece.org)

Posibles fallos que hacen que no pase el test:

- Pérdida de electrolito
- Venteo de gases
- Pérdida de producto sólido
- Rotura
- Incendio
- Calentamiento
- Caída de voltaje en más de un 10% de la muestra

Además, según ADR, se consideran **baterías dañadas o defectuosas en estado crítico** aquellas que se identifiquen claramente con peligro agudo:

- Que pueden desmontarse rápidamente
- Reaccionar peligrosamente
- Producir una llama o evolución peligrosa de calor o emisión de gases o vapores tóxicos, corrosivos o inflamables
- Idealmente, se debería realizar una valoración con arreglo a los criterios de seguridad del fabricante o por parte de un experto técnico.

La valoración debería incluir, sin limitarse a ellos, los siguientes criterios:

1. El peligro agudo, como una fuga de electrolito, gas o fuego
2. El uso o mal uso de la pila o batería
3. Los signos físicos, como la deformacion de la carcasa de la pila o batería, o la coloración de la carcasa
4. La revisión de la protección contra cortocircuitos externos e internos, como medidas de voltaje o de aislamiento
5. El estado de las características de seguridad de la pila o batería según manual de fabricante
6. Los daños que haya podido sufrir cualquier componente de seguridad interno.

Una pila que no puede ser diagnosticada, debe considerarse como dañada.

A efectos prácticos y para comprobar de forma inmediata si una batería muestra signos claros de un defecto y actuar en consecuencia, deberían realizarse las siguientes comprobaciones:

1. INSPECCIÓN VISUAL

¿Hay señales visuales de daños? Por ejemplo

- ☑ Carcasa agrietada, golpeada, deformada o inflada
- ☑ Puntos de fusión en la carcasa
- ☑ Fuga de líquido de la batería
- ☑ Contactos doblados o corroídos

2. PRUEBA OLFATIVA

¿Se perciben olores? Por ejemplo

- ☑ Olor a plástico
- ☑ Olor químico
- ☑ Olor a quemado

Nota: En el caso de los dispositivos nuevos, pueden surgir olores durante las primeras horas y días de uso, que se deben a residuos de sustancias del proceso de fabricación y no a un defecto de la batería. Si el olor sólo se produce durante la carga, el cargador también puede ser la causa.

3. TESTS EN LA UNIDAD

¿Se producen fallos de funcionamiento al introducir la batería en el equipo eléctrico asociado? Por ejemplo

- ☑ La unidad no muestra ninguna función a pesar de la carga residual
- ☑ La unidad da errores
- ☑ La unidad no reconoce la batería
- ☑ La batería no funciona ni siquiera en diferentes unidades

4. PRUEBAS EN EL CARGADOR

¿Se producen fallos de funcionamiento cuando la batería está conectada al cargador? Por ejemplo

- ☑ La batería no se carga
- ☑ Mensaje de error del cargador
- ☑ El cargador no reconoce la batería
- ☑ La unidad no reconoce la batería
- ☑ La batería no funciona ni siquiera en diferentes unidades

Si las pruebas realizadas dieran resultado negativo, y por tanto la batería no muestra ningún signo de defecto, no hace falta la separación o eliminación inmediata de la batería o el dispositivo.

Aun así los defectos pueden pasar desapercibidos, por lo que no se puede garantizar una seguridad del 100%. Es por ello por lo que se recomienda marcar la batería con una etiqueta (por ejemplo, un punto amarillo) para que, de este modo, los empleados pueden reconocer que la batería ya ha sido expuesta a un evento potencialmente dañino y pueden tener especial cuidado al manipularla.

Sin embargo, si alguna de las pruebas anteriores tuviera respuesta positiva:

Las baterías dañadas, defectuosas o en estado crítico pueden producir una reacción de runaway con mayor probabilidad, provocando un incendio y afectando así a todo el almacenamiento de baterías. Es por ello por lo que debe actuarse lo antes posible ante estas situaciones, apartando dichas baterías dañadas, defectuosas o en estado crítico a la correspondiente zona de cuarentena.
La zona de cuarentena consiste en un área, ya sea interior o exterior, en la que puede producirse el incendio de una batería o una unidad de almacenamiento de baterías de una manera segura y controlada, de modo que los efectos del incendio queden limitados a dicha zona de cuarentena.

Una zona de cuarentena podrá ser, por ejemplo:

- Área delimitada al aire libre y a distancias adecuadas de otros edificios o instalaciones (distancias de seguridad / franja perimetral con respecto al resto de instalaciones, vías públicas y vecinos de un mínimo de 5 m).
- Sector de incendios independiente dotado de medidas de extinción adecuadas.
- Cajas de cuarentena.
- Contenedores modulares o armarios de seguridad con resistencia al fuego, que cuenten con un sistema de supresión automático en caso de incendio.

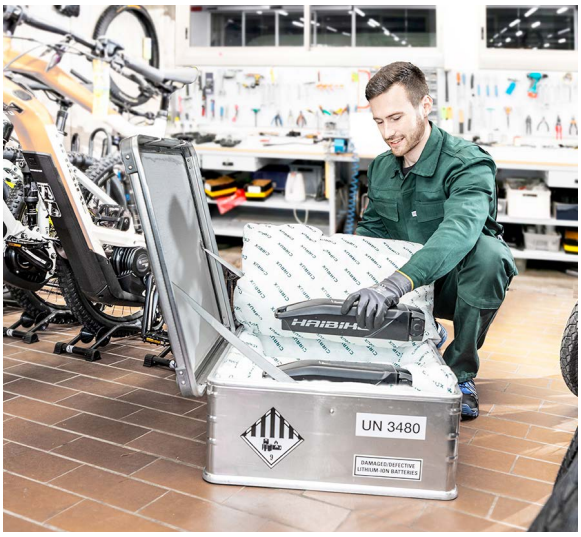


Figura 10. (Fuente: DENIOS)

En las zonas de cuarentena, además de los equipos de extinción adecuados, se podrá disponer de mantas especiales para fuegos provocados por baterías de litio o dispositivos adecuados para poder sumergir completamente las baterías en agua y así bajar la temperatura de la misma.

Además, las zonas de cuarentena deberán contar con una adecuada ventilación/extracción para asegurar que los gases tóxicos que se puedan producir en su interior sean correctamente canalizados a lugar seguro.
Cuando se reciba una alarma porque se haya detectado una batería dañada, ya sea por sobrecalentamiento, daño físico sobre las baterías o detección de humo en algún embalaje, es aconsejable actuar frente a ello de la siguiente forma:

- Se deberá avisar al responsable del almacenamiento de baterías de litio inmediatamente, informando de qué tipo de alarma se trata y en qué lugar se ha producido.
- Equiparse con los EPI's adecuados.
- Separar las baterías dañadas de las de correcto estado, desplazando la unidad de almacenamiento hasta la zona de cuarentena.
- Depositar la unidad de almacenamiento en la zona de cuarentena.
- En función de la tipología de la batería, establecer un tiempo mínimo de estancia en la zona de cuarentena, si se considera que todavía se puede realizar el traslado con total seguridad.
- Si durante la espera las baterías en estado crítico se encienden, deberá aplicarse el protocolo ante emergencias en caso de incendio del centro.
- Organizar recogida y eliminación con un gestor de residuos autorizado para este tipo de residuo.

Además, en el caso específico de almacenamiento en carga, adicionalmente se considerarán las siguientes pautas:

- Apagar el dispositivo y dejarlo de usar inmediatamente. No seguir usando la batería.
- No conectar la batería a un cargador.
- Si es posible, retirar la batería del dispositivo y cubrir los contactos.
- No intentar, bajo ninguna circunstancia, reparar la unidad (por ejemplo: perforando agujeros, envolviendo la carcasa con cinta adhesiva, etc.).
- Separar la batería / el dispositivo de aquellos en correcto estado, desplazando la unidad hasta la zona de cuarentena.

En el caso del transporte de baterías dañadas o defectuosas, se deberán tener en cuenta las consideraciones relativas del ADR para este tipo de mercancía, las cuales indican unas características necesarias para los embalajes de las baterías y las cajas de cuarentena. Véase 7.4 "Gestión del residuo".

Finalmente, cuando la batería haya estado el tiempo estipulado por el fabricante en la zona de cuarentena, la batería o equipo pasarían a considerarse residuo, aplicándoles lo dispuesto en el capítulo 7.4. "Gestión de residuo" de esta misma guía.

7.2 ZONA DE CARGA DE VEHÍCULOS DE MANUTENCIÓN Y LIMPIEZA

El presente capítulo aborda las zonas destinadas a la carga de baterías de vehículos eléctricos de manutención y limpieza destinados al uso industrial, tales como:

- Carretillas industriales: carretillas elevadoras, transpaletas, máquinas de almacenamiento y recuperación,
- Dispositivos o máquinas de limpieza, como barredoras y pulidoras de pisos.

7.2.1. INTRODUCCIÓN

Los puntos y/o zonas de carga de vehículos de manutención y limpieza en entornos industriales, en la práctica se suelen encontrar ubicados o bien en salas específicas de recarga o bien en puntos de carga independientes ubicados en pasillos, fachadas y diversos puntos de las naves.

A diferencia de los puntos de carga de vehículos eléctricos para el público en general, (donde resultan de aplicación instrucciones específicas reglamentarias como la ITC BT 52), en las zonas de carga de equipos de manutención no existen requisitos reglamentarios específicos, siendo una de las principales diferencias el hecho de disponer de personal instruido en este segundo caso.

Asimismo, en relación con los vehículos de manutención y limpieza, se dispone de un control por parte del titular de la instalación, comprendiendo dentro del mismo la disposición de información del fabricante (manuales de uso, fichas técnicas, etc.) desde su adquisición; las pautas de mantenimiento, la información sobre potenciales circunstancias que afecten al estado del equipo y la designación del personal que va a hacer uso del equipo y su formación, entre otros...

Las baterías se pueden cargar instaladas en una carretilla o independientemente una vez extraídas de la misma. Se deberán seguir las instrucciones del fabricante en cada caso.

7.2.2 INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE

Todos los fabricantes de las carretillas equipadas con baterías de litio entregan fichas con las características y consignas de seguridad para el uso, carga y almacenamiento de sus baterías, así como medidas de actuación ante emergencias, siendo el primer paso solicitar y disponer de esta información para la correcta ubicación, manipulación y mantenimiento de estos equipos.

Con carácter general, en esta documentación se podrán encontrar datos tales como:

- Manual de usuario tanto de la batería eléctrica como del cargador.

- Ficha técnica específica de las baterías en las que se establezcan, entre otros:
  - Rango de temperatura ambiente para uso ilimitado o restricciones particulares
  - Rango de temperatura ambiente para proceso de carga
  - Capacidad y voltaje

- Información relevante relativa al sistema de gestión de la batería (BMS - *Battery Monitoring System*) que con carácter general controla de forma constante la tensión y temperatura de las celdas, desconectando la batería si se detectan desviaciones de los valores estándar permitidos para temperatura, tensión o corriente con el fin de evitar las reacciones exotérmicas en la misma. Este sistema supervisa procesos de seguridad que pueden incluir:
  - Encendido/apagado automático.
  - Equilibrado de celdas.
  - Protección contra sobreintensidad y contra cortocircuito.
  - Protección contra descarga profunda.
  - Protección contra carga incorrecta.
  - Protección contra inversión de polaridad.
  - Control de tensión en cada celda.
  - Dispositivos de interrupción del circuito en cada módulo.
  - Válvula de seguridad en cada celda.
  - Control de temperatura de las celdas.
  - Control de la temperatura de la electrónica de la batería.

Las baterías de litio son productos que no liberan sustancias químicas si se usan adecuadamente. Aunque el daño a las células secundarias o un mal uso / mala manipulación, puede provocar la salida de sustancias químicas. Seguir siempre las instrucciones de seguridad en la documentación del fabricante. En esas instrucciones se deben describir los riesgos por fuego y explosión y ofrecer recomendaciones para la salud. El fabricante debe especificar el efecto dañino que producen las sustancias químicas que se pueden liberar o que puedan entrar en contacto con el ambiente.

Las baterías, los cargadores y los cables de carga se deben mantener cuidadosamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los errores y defectos deben ser eliminados inmediatamente por un especialista. Las líneas de carga con aislamiento defectuoso deben reemplazarse. El mantenimiento debe estar documentado.

Deben tenerse en cuenta las instrucciones del fabricante sobre el mantenimiento de la batería para prevenir el daño producido por descargas electrostáticas.

Las células de litio deben ser manipuladas dentro de una región de valores especificadas por el fabricante (voltaje, temperatura, corriente) de acuerdo con IEC 62619:2017. Es de vital importancia que la corriente de carga durante la última parte del proceso de carga se mantenga a un nivel apropiado para el tipo de batería utilizado. El uso de un cargador con regulador es esencial para evitar el riesgo de destrucción, explosión o runaway térmico.

Dentro del rango de temperaturas recomendado, las células pueden cargarse con la máxima corriente de carga, especificada desde el punto de vista de la seguridad.

Utilice solamente los cargadores de batería especificados por el fabricante y siga las instrucciones de funcionamiento del cargador.

Las instrucciones del fabricante en cada equipo particular se adoptarán prioritariamente a las medidas generales expuestas a continuación para este tipo de instalaciones.

7.2.3 PAUTAS DE REFERENCIA GENERALES EN CUANTO A LA UBICACIÓN

7.2.3.1. Estructurales, de sectorización y separación

Las instalaciones para carga de baterías de vehículos de manutención deben estar situadas en zonas diseñadas para ese objetivo. Las pautas de referencia para elegir la ubicación de estas se describen a continuación:

- La zona de carga no debe dedicarse a otros objetivos que los previstos. No deben almacenarse productos combustibles y se debe proceder a una limpieza frecuente del local.
- En el caso de salas destinadas exclusivamente a la carga de vehículos de manutención, se recomienda que se constituya un sector de incendios independiente o, alternativamente, que se garantice una distancia de seguridad de al menos 5 m con respecto a otras actividades.
- Deben estar marcadas de forma adecuada y duradera diferenciándolas de otras zonas de trabajo. La carga de los vehículos solo puede realizarse en esas zonas.
- Los espacios de carga individuales deben estar dimensionados para el vehículo más grande. Se deben prever pasillos de al menos 2,5 m de ancho entre vehículos en la sala de carga, con el fin de evitar la propagación y facilitar la intervención en caso de incendio. Esta distancia también debe mantenerse con los sistemas estructurales y otros equipos técnicos, por ejemplo, máquinas o estanterías. La altura libre del espacio de carga individual depende del vehículo.

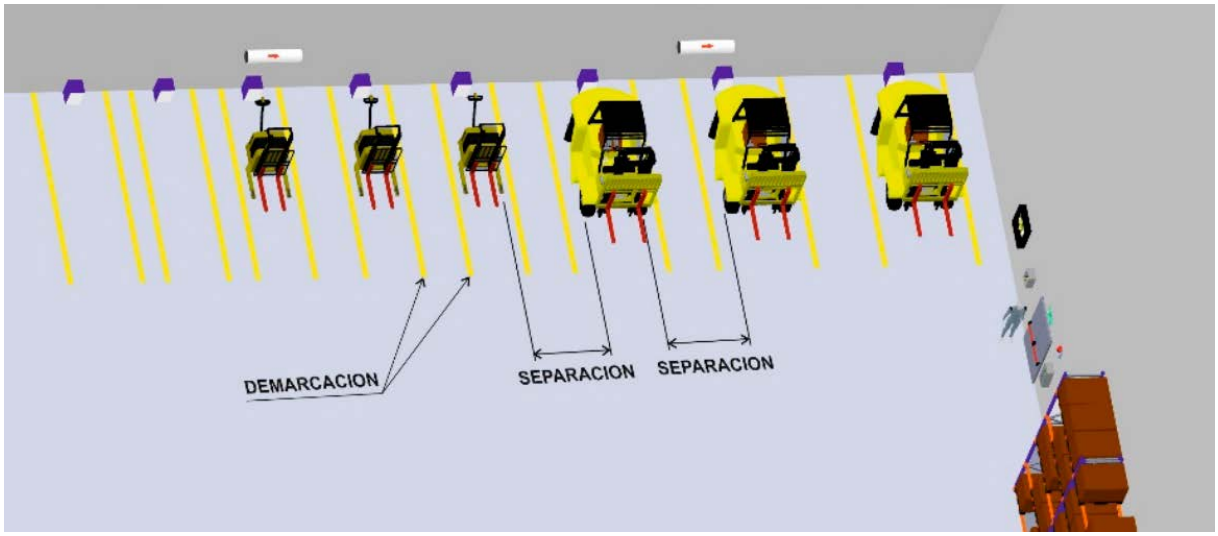


Figura 11. Separación recomendada en Sala de carga de vehículos de manutención y limpieza. (Fuente: EPITÉCNICA)

- Para zonas dotadas de numerosos puntos de carga, se considera conveniente la dotación de elementos separadores laterales cada 3-5 vehículos, que eviten la proyección de partículas incandescentes hacia los otros vehículos en carga, minimizando así el número de vehículos potencialmente afectados por la transmisión de temperatura y/o proyecciones. Para el diseño de los separadores, se deberá tener en cuenta que la dirección de las proyecciones es lateral y hacia arriba.
- La distancia del cargador a componentes constructivos y otros materiales combustibles como, por ejemplo mercancía almacenada, debe ser de al menos 2,5 m en horizontal. Como excepción pueden usarse medidas equivalentes para reducir dicha distancia, como sectorización resistente al fuego entre el cargador y el material combustible.

Figura 12. Distancia de seguridad en sala de carga de vehículos de manutención y limpieza. (Fuente: EPITÉCNICA)

- No se permite el almacenamiento (por ejemplo, en estanterías) ni uso de materiales combustibles sobre el cargador. La distancia a zonas con riesgo de fuego, explosión o con sustancias explosivas debe ser de al menos 5 m.
- Para garantizar una operación de carga segura, los muelles de carga individuales solo deben instalarse en áreas donde no se esperan heladas. Se deben considerar los riesgos de aumento de agua subterránea e inundaciones al elegir ubicación.
- Los cargadores no pueden instalarse ni colocarse sobre construcciones y materiales combustibles. Los cargadores portátiles deben asegurarse para que no vuelquen.
- La distancia entre el cargador y las baterías a cargar debe ser de al menos 1 m.
- Los cables de carga deben quedar separados para cada batería y con la longitud precisa para que no cuelguen demasiado y no se entrecrucen con los cables vecinos.
- Se debe disponer de líneas señalizadas de paso para la circulación de carretillas y medios de transporte.

7.2.3.2 Ventilación

La ventilación en un local de carga de baterías debe ser suficiente para aliviar el posible sobrecalentamiento de las baterías y de los cargadores. Los cargadores (especialmente los cargadores rápidos) generan pérdidas térmicas durante el proceso de carga que pueden acumularse en los almacenamientos cerrados.

Por lo tanto, hay que evitar la acumulación de calor en el interior, especialmente al cargar simultáneamente varias baterías.

Para evitar o disminuir esos riesgos, estos locales no se deberán ubicar en subterráneos. La ventilación se hará de forma que no afecte o produzca molestias a terceras personas.

- Debe asegurarse una correcta ventilación de la instalación de carga baterías de vehículos de manutención para combatir los peligros de los gases emitidos por las baterías. Preferentemente los cargadores y puestos de carga se colocarán en localización donde exista ventilación natural.
- Las aperturas de ventilación se colocarán de tal forma que se asegure movimiento del aire en la zona de carga, siendo extraído / insuflado en la zona más alta
- Para reforzar la ventilación podrán instalarse apertura de entrada y salida de aire, tuberías y conducciones de entrada y salida de aire, equipos de extracción.
- Los sistemas de aireación y ventilación deben revisarse periódicamente para comprobar su funcionamiento.

En caso de ubicaciones compartidas con puntos de carga de vehículos con baterías de otras tipologías (por ejemplo, plomo ácido), que puedan dar lugar a emisión de gases como hidrógeno, se deberán tener en cuenta adicionalmente los requisitos de ventilación específicos para las mismas.

Se recomienda adicionalmente la dotación de sistemas de evacuación de humos en las salas de carga, tales como sistemas de claraboyas automáticas o sistemas de extracción forzada automáticos, para la extracción de los humos y así permitir y facilitar la acción de brigadas y de los bomberos.

Esto es considerando que los “humos” de las baterías de litio no son humos de combustión solamente, sino que hay una gran cantidad de gases tóxicos que salen con gran presión y su volumen es mucho mayor que los simples gases de combustión, e inundan la zona mucho más rápido que una simple combustión.

Estos sistemas se diseñarán de acuerdo con estándares de reconocido prestigio.

7.2.3.3 Medios para manipulación de las baterías

Las baterías varían en número de celdas, capacidad, tamaño y peso. Son objetos pesados y su manipulación manual puede ser causa de lesiones musculares. A veces constituyen una unidad individual en una bandeja de acero que puede ir desde el tamaño de una maleta hasta alcanzar un gran tamaño y peso. Por ello se debe disponer del equipo de manutención adecuado para facilitar su manipulación y transporte. Se debe conocer el peso de la batería, que suele estar estampado en la bandeja de soporte.

Asimismo, la manipulación de las baterías es origen de potenciales golpes o daños físicos en las baterías, que pueden derivar en riesgos graves tal como ya se ha mencionado en la introducción. La extracción de las baterías del equipo de manutención para realizar el proceso de carga puede implicar que sufran golpes, estando expuestas asimismo a un riesgo de caída al suelo al colocarse en posición vertical sobre la mesa para su carga.

Los vehículos o las carretillas elevadoras se deben situar correctamente aparcados en un lugar señalizado y con el freno aplicado antes de efectuar el cambio o la carga de la batería.

En los casos en los que la carga de la batería se realiza fuera del vehículo, la primera operación a realizar es la retirada de la batería de la carretilla elevadora o vehículo de tracción eléctrica. Para ello, puede disponerse de equipo de elevación o polipasto con recorrido en monorraíl elevado a lo largo de la línea de carga u otros sistemas de extracción y colocación de las baterías, como los dotados de electroimanes.

Los conjuntos de baterías se pueden colocar sobre soportes-bandejas de hormigón o de material no combustible. Los soportes-bandejas para la carga de las baterías se pueden instalar en el centro del local o junto a las paredes, con longitud suficiente para el número máximo de baterías que se puedan cargar a la vez y dejando espacio entre baterías para su manejo. La anchura será aproximada a la de las baterías a cargar y situados a una altura de forma que la parte superior de las baterías quede a un nivel de trabajo confortable.

Los paneles de control de los cargadores alojados en una zona limpia, bien iluminada y ventilada facilitan en gran manera las operaciones de carga.

En el montaje de las baterías después de su carga se debe asegurar su buen encaje y firme sujeción al vehículo.

7.2.4. INSTALACIONES

7.2.4.1 Instalación eléctrica

La instalación eléctrica de las zonas de carga de vehículos de manutención atenderá a lo dispuesto con carácter general en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y las instrucciones técnicas particulares que puedan resultar de aplicación en cada caso según el tipo de local en el que se emplacen.

Con independencia de lo anterior, y con carácter complementario, se recomienda prever actuaciones de parada de emergencia sobre el cuadro eléctrico general de la sala de carga de baterías: por ejemplo, una seta de emergencia que corte el suministro de energía a los cargadores, siendo recomendable valorar la viabilidad de que la activación de la seta replique adicionalmente en la centralita de incendios. Junto a la seta se debe identificar "**CORTE RÁPIDO ENERGIA CARGA CARRETILLAS, PULSAR SOLO EN CASO DE EMERGENCIA**".

- Ha de prestarse atención a la polaridad eléctrica en los puntos de conexión de las baterías y los dispositivos de carga, así como en las líneas de carga. Mezclarlos puede provocar incendios y provocar daños.
- Se debe asegurar que las conexiones, como conectores y terminales, estén firmemente ancladas.
- El voltaje, la corriente, la densidad del electrolito y la temperatura deben verificarse durante el proceso de carga. De esta manera, cualquier irregularidad en el comportamiento de las baterías y los cargadores pueden detectarse a tiempo.
- Las baterías siguen cargadas incluso cuando los aparatos están apagados. En caso de cortocircuito, fluirán altas intensidades de corrientes que pueden provocar incendios y accidentes. Por lo tanto, es esencial evitar puentear partes activas de la batería, como polos, conectores de celdas, con objetos conductores como herramientas o cubiertas de chapa.
- Deberán considerarse medidas de seguridad como fijación de los conectores en un punto protegido del vehículo, el tendido de los cables en el vehículo será a prueba de cortocircuito y elementos aislantes que no estén protegidos contra el contacto directo.

Figura 13. (Fuente: TÜV SÜD Iberia)

7.2.4.2 Cargadores

- Los cargadores deben coincidir con las baterías que se van a cargar.
- Como precauciones eléctricas para el cargador, y para evitar un fallo de funcionamiento de la batería con un runaway térmico, no cargar por encima del valor superior de tensión de carga ni descargar por debajo del valor de tensión de descarga.
- Se debe verificar el buen funcionamiento del cargador y controlar la intensidad de la corriente de carga.
- Los cargadores deben poder separarse de la red de suministro.
- Los cargadores deben estar protegidos en el lado de la red por un dispositivo de protección diferencial con una corriente residual nominal de 300 mA (preferiblemente 30 mA).
- Los cargadores sin dispositivos de protección contra sobrecorriente incorporados deben protegerse en el lado de la red contra sobrecargas y cortocircuitos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente.
- También se deben proporcionar dispositivos de protección contra sobrecorriente para el lado de carga. Deben dimensionarse de acuerdo con la mayor corriente de carga posible.
- Los cargadores no pueden instalarse ni colocarse sobre construcciones y materiales combustibles. Los cargadores portátiles deben asegurarse para que no vuelquen.
- Los cargadores deben estar protegidos contra daños mecánicos.
- La puesta en carga de las baterías y la desconexión de estas deben realizarse siguiendo las indicaciones del fabricante. Ante dudas en la operación de carga atenerse a las instrucciones del fabricante, las cuales deberían ser expuestas en un cartel junto al cargador.
- Las baterías no deben desconectarse ni conectarse mientras haya corriente.
- Las instalaciones múltiples de equipos cargadores y baterías deben disponer de conectores identificados de tal forma que no se puedan confundir las polaridades ni la conexión inadvertida entre baterías o entre cargadores. Si hay baterías y cargadores de diferentes voltajes se puede recurrir a colores distintos, códigos de números, llaves de enclavamiento, etc. para evitar confusiones.
- Las superficies de contacto de los conectores entre vehículos, baterías y cargadores se deben mantener en buenas condiciones para evitar su picado u oxidación que daría lugar a un contacto de elevada resistencia con el consiguiente descenso del voltaje proporcionado al vehículo y su posible parada súbita. Se recomiendan inspecciones visuales de su estado y su sustitución si fuera necesario. Un calentamiento excesivo en esos puntos puede ser una señal de mal contacto y se debe investigar. Antes de iniciar cualquier operación en los conectores de un cargador se debe estar seguro de que tal equipo se ha desconectado de la fuente de alimentación. Los cargadores deben estar situados en zonas que permitan una buena ventilación y protección contra golpes o choques de vehículos o baterías.
- Las líneas de carga deben asegurarse cuidadosamente contra daños mecánicos, por ejemplo, por aplastamiento, corte y arrollamiento. Deben proporcionarse soportes de plástico adecuados para almacenar los cables de carga y los enchufes cuando no se utilicen. Los conectores y líneas defectuosos deben reemplazarse inmediatamente
- Un buen orden y limpieza requiere que los cables de conexiones no estén por el suelo o los pasillos de circulación. Una forma de conseguirlo es con guías elevadas que conduzcan a los cables bien identificados.

7.2.4.3 Protección contra incendios

Se establecen las siguientes consideraciones con carácter general:

- El diseño, ejecución, instalación y mantenimiento de las instalaciones de seguridad contra incendios, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido en el Real Decreto 513/2017, Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- Prever los medios de extinción adecuados para que posibles fuegos generados en zonas circundantes no afecten a las baterías.
- Dotación de extintores, contemplando también los específicamente indicados para la actuación en caso de accidentes con baterías de litio, previendo para los mismos señalización exclusiva.
- Sistemas de detección automática para detectar un incendio temprano y combatirlo a tiempo.
- Sistema de evacuación de humos correctamente diseñado y combinado con un sistema de detección de humos y llamas con alarmas y sistemas de arranque de todo el sistema en forma automática. Esto contribuye enormemente a la disminución de la temperatura general del incendio, ayudando a evitar el efecto dominó.
- Se considera conveniente enclavar el sistema de detección automática al corte de suministro energético a la zona de carga, mencionado en el apartado "instalación eléctrica".
- Mantas ignífugas de cobertura previendo para las mismas señalización exclusiva.
  Aunque es previsible que la manta no consiga extinguir el incendio, es un método muy eficaz de contención del incendio. Evitará que el fuego se propague hacia vehículos cercanos o instalaciones circundantes, facilitando la actuación posterior de bomberos. En este sentido, una vez desplegada, no debe retirarse hasta que lo hagan los servicios de emergencia.

7.2.5 Medidas generales para control de fuentes de ignición

- Cumplimiento de las especificaciones del fabricante (hojas técnicas de producto).
- Los dispositivos de carga y las baterías deben mantenerse limpios. La suciedad puede provocar la formación de corrientes de fuga (riesgo de incendio).
- Protección contra daños mecánicos
- Evitar caídas. Manipular cuidadosamente, evitando caídas, golpes y contacto entre los bornes.
- Protección contra cortocircuitos de los polos de las baterías siguiendo las instrucciones del fabricante de la batería para prolongados periodos sin uso
- Realizar y documentar controles técnicos y de seguridad en las instalaciones técnicas para la carga y el almacenamiento de las baterías en intervalos de tiempo regulares.
- Retirar inmediatamente las baterías dañadas o defectuosas de las zonas de almacenamiento y producción y prestar especial atención a otras posibles anomalías en el embalaje, elementos de sustentación, etc.
- Evitar la exposición de la batería a la humedad.
- Utilizar únicamente los cargadores homologados por el fabricante y previstos para tal fin.
- No cubrir nunca las baterías durante el proceso de carga.

- No cargar las baterías a baja temperatura ambiente (< 0 °C).
- No descargar nunca por completo las baterías (descarga profunda)
- Vigilar las operaciones de carga/descarga de baterías con objeto de detectar tempranamente cualquier incidente o anomalía durante las mismas
- Actuar de manera inmediata ante cualquier conato de incendio en las cercanías de las baterías en carga o su almacenaje, con objeto de que no se vean afectadas por el mismo.
- Evitar daños eléctricos a la celda: Evitar cortocircuitos en la celda. No sobrecargar, no descargar completamente, aplicar las condiciones de carga y descarga recomendadas
- No exponer a temperaturas elevadas ni fuentes de calor directamente o durante un largo periodo de tiempo (esto incluye la luz solar directa)

Entre las fuentes de ignición de posible presencia en el entorno a evitar se citan:

- Realizar las operaciones en zonas despejadas evitando la presencia de material combustible junto a las mismas
- Equipos o aparatos que generen llama abierta: encendedores, cerillas.
- No se permiten calentadores con temperaturas superficiales superiores a 200°C dentro de una distancia de 2,50 m alrededor del punto de carga.
- Llamas de sopletes para soldadura o corte. Estas operaciones se deben realizar en lugares apartados y establecer permisos de trabajos especiales.
- Chispas de equipos de soldadura al arco eléctrico. Igual que en el caso anterior.
- Chispas por cortocircuitos con herramientas u objetos metálicos que entren en contacto con los bornes de la batería. Se pueden evitar cubriendo los bornes con capuchón aislante y utilizando herramientas aislantes.
- Chispas originadas al instalar o desmontar una batería de un vehículo mientras la corriente circula por el circuito de la batería. Para evitarlo todos los aparatos del vehículo (radio, luces, ventiladores, etc.) deben estar desconectados. El más pequeño consumo como el de las luces interiores de un vehículo puede generar una pequeña chispa en el punto en que se interrumpe el circuito eléctrico.
- Fumar. Debe estar totalmente prohibido.
- Chispas en la conexión o desconexión de la batería con el cargador. Se debe realizar la operación con el interruptor del cargador desconectado. Si no dispusiera de ese interruptor, el cargador debería estar desconectado de la toma de corriente alterna antes de conectar o desconectar la batería al cargador. Los conectores deben llevar marcadas sus polaridades para evitar confusiones y daños a la batería.

7.2.6 MEDIDAS ORGANIZATIVAS

- Se deberá asegurar que todo el personal afectado por estas operaciones y los consiguientes riesgos esté debidamente informado de los mismos y las medidas preventivas, así como formado para realizar las diferentes intervenciones habituales, ocasionales o excepcionales ante situaciones de emergencia.

- Creación de procedimientos escritos sobre cómo actuar en caso accidente.
- Formación del personal acerca de los riesgos intrínsecos a las baterías y medidas de prevención y actuación en caso de accidente, así como la relativa al tratamiento y gestión de las incidencias y mensajes o indicaciones de error en el sistema de gestión de la batería (BMS). Asimismo, se deberá contemplar la formación en el uso de medios auxiliares tales como mantas ignífugas, extintores, etc.
- Seguir los procedimientos internos de cada empresa para la manipulación, almacenamiento y carga de baterías, empleando los útiles adecuados para cada operación.
- Prever los EPIS necesarios para las operaciones específicas, en función de la información del fabricante y la evaluación de riesgos del puesto. Un incendio de una batería de litio implica desprendimiento de gases tóxicos que pueden ser letales. Por tanto, actuar sobre este tipo de incendios implica el uso de Equipos de Respiración Autónoma (ERA) que requieren una formación y adiestramiento previo a su utilización.
- Incluir todas las consideraciones particulares a estas zonas en la evaluación de riesgo, tales como EPI, formación, señalización, procedimientos, etc.
- Actuar de manera inmediata ante cualquier conato de incendio en las cercanías de las baterías en carga o su almacenaje, con objeto de que no se vean afectadas por el mismo.
- El plan de emergencia obligatorio del centro de trabajo debería contemplar los aspectos específicos de las situaciones críticas que pueden concurrir en tales locales. Se recomienda incorporar en el mismo expresamente estas instalaciones con la implicación global que tienen: definición, caracterización, consideraciones específicas, condiciones de protección contra incendios, evacuación y accesibilidad, sectorización/separación, instalaciones PCI, corte eléctrico, señalización, etc.
- Disponer de un protocolo de baterías defectuosas para saber cómo manejar baterías dañadas.
- Se debe bloquear cualquier cargador o punto de carga que dé fallo o avería hasta que no se solvente el problema. Utilizar señalización asociada a este bloqueo para informar a los usuarios.
- Es conveniente planificar los periodos de recarga en función del estado de carga restante de cada una de ellas, de tal manera que no coincidan todas las carretillas de la misma sala cargándose a la vez; con esta medida evitaremos sobrecargar ese ramal de la instalación eléctrica de la planta, así como reducir la probabilidad de producirse situaciones anómalas por fallos ocasionados durante la carga.
- Se debe señalizar en el interior del local y en las puertas de entrada la prohibición de fumar e introducir útiles con llama.

7.3 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

INTRODUCCIÓN

El principal riesgo de incendio para los vehículos eléctricos (VE) ocurre durante el estacionamiento y la carga. Esta afirmación se demuestra ya que más del 50% de todos los incendios accidentales con coches eléctricos han ocurrido al cargarlos o estacionarlos. En el caso de los puntos de carga al aire libre, las consecuencias de un posible incendio parecen ser limitadas, mientras que, en el caso creciente de los puntos de carga diseñados en garajes subterráneos, las consecuencias pueden ser mucho peores. Además, la tendencia a reducir los tiempos de carga para las baterías de los coches implicará el uso de cargadores con potencias cada vez mayores, lo que podría aumentar potencialmente el riesgo.

El sistema de gestión de baterías (BMS) es actualmente uno de los mecanismos más utilizados para detectar fallos en las baterías. Este sistema utiliza sensores de temperatura y tensión integrados en la batería para hacer un seguimiento de su estado. La comprobación del buen estado de la batería debería realizarse después de un accidente, aunque el daño sea aparentemente superficial.

Estaciones de carga de baterías en estacionamientos

Las estaciones de carga en estacionamientos son un punto o conjunto de puntos de carga situados en estacionamientos para realizar la carga de vehículos eléctricos. Se clasifican en diferentes categorías según la potencia de suministro del punto de carga y según el tipo de establecimiento:

- Estaciones de carga con potencia igual o inferior a 8 kW: Principalmente ubicadas en aparcamientos de edificios de uso residencial, pero también en edificios de otros usos.

- Estaciones de carga con una potencia superior a 8 kW: Generalmente ubicadas en estacionamientos públicos. Se subdividen, a su vez, en potencias entre 8 y 22 kW y potencias superiores a 22 kW.

- Estaciones de carga para flotas de vehículos: Ubicadas en establecimientos industriales que permiten la recarga de vehículos eléctricos de la propia actividad.

Figura 14. VEHÍCULO ELÉCTRICO (Fuente: DEKRA)

7.3.1 MEDIDAS PREVENTIVAS

Este capítulo incluye las principales medidas de prevención actualmente identificadas para evitar y reducir el riesgo de incendio de los vehículos eléctricos.

7.3.1.1 Aspectos de ubicación

Algunas recomendaciones de cara a la ubicación de áreas de estacionamiento y carga de vehículos eléctricos son las siguientes:

- Evitar temperatura y humedad excesivas dentro del área de carga de VE. En zonas exteriores se recomienda disponer de cubiertas sobre los puntos de carga.
- Emplazar en áreas alejadas de zonas clasificadas como áreas peligrosas (ATEX) o áreas de almacenamiento de materiales explosivos o inflamables.
- Ubicar en áreas que permitan un buen acceso para la extinción de incendios y prestar atención a cómo se puede mover un vehículo eléctrico a un área exterior después de extinguir un incendio. Considerar para la ubicación de las estaciones de carga de VE su proximidad a otros vehículos, salidas, sistemas de seguridad contra incendios, etc.
- Priorizar los puntos de carga al aire libre o externos antes de la instalación de puntos de carga internos, evitando la ubicación de puntos de carga en sótanos.
- Evitar las zonas inundables para la ubicación de este tipo de instalaciones. No obstante, en áreas con riesgo de inundación, se recomienda disponer de plataformas elevadas para las estaciones de carga para retrasar la inmersión en agua. Además, contemplar un sistema de drenaje adecuado o sistema de achique de agua que actúe en caso de inundación inesperada.

7.3.1.2. Medidas estructurales

En este tipo de incendios que se prolongan en el tiempo, debe tomarse también en consideración el efecto que un incendio puede generar sobre la estructura circundante, pudiendo provocar colapso estructural. Algunas medidas estructurales a considerar para áreas de estacionamiento y puntos de carga de vehículos eléctricos son las siguientes:

- Equipar las estaciones de carga con protección contra colisiones o ubicarlas donde las colisiones no sean posibles.
- Asegurar que los elementos del edificio disponen de la resistencia al fuego adecuada. Las partes constructivas que limitan la zona de estacionamiento y otros espacios deben diseñarse para resistir el fuego, el paso de llamas, humo, gases tóxicos, calor radiante y temperatura durante un período mínimo de 60 minutos. En caso de estaciones de carga de flotas para vehículos pesados (como camiones), este tiempo deberá ser de, al menos, 180 minutos.
- La separación estructural también ayudaría a minimizar que se propague el humo generado en caso de incendio, ya que este es un peligro significativo para las personas.

7.3.1.3. Sectorización y separación

Algunas medidas de sectorización y separación a considerar para áreas de estacionamiento y puntos de carga de vehículos eléctricos son las siguientes:

- Ubicar el vehículo en carga a una distancia igual o superior a 3 metros (al aire libre) o 4.5 metros (en interior) de otros vehículos o elementos combustibles.
- Se recomienda que las estaciones de carga en estacionamientos con potencia superior a 22 kW formen un sector de incendios independiente, aislado de los espacios de estacionamiento convencionales, con una superficie máxima de 1000 m². En estaciones de carga al aire libre, la separación solo será necesaria si la potencia de carga supera los 22 kW.
- Se recomienda que las estaciones de carga para flotas de vehículos con potencia de carga superior a 8 kW estén separadas de otros espacios de estacionamiento, por ejemplo, introduciendo cortinas cortafuegos para compartimentar los aparcamientos y evitar que el fuego se propague a los vehículos adyacentes.
- Asegurar distancia entre vehículos aparcados. Las plazas de aparcamiento más anchas y los lugares de carga más amplios reducirán la probabilidad de propagación del fuego.
- Considerar la altura del techo del espacio cerrado: una baja altura del techo (o una mayor altura del vehículo) aumentará la radiación desde el techo hacia los vehículos y, por tanto, aumentará el riesgo de propagación del fuego.

7.3.1.4. Medidas de instalación

Instalación eléctrica:

Las instalaciones para la recarga de vehículos eléctricos se encuentran sujetas a la ITC-BT-52. "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, encontrándose afectadas por las modificaciones de la ITC-BT 04 (*Instalaciones que precisan proyecto*), e ITC-BT 05 (*Inspecciones)*, entre otras.

Dicha ITC-BT-52 establece los esquemas de instalación, la previsión de cargas, los requisitos generales de instalación, protecciones para garantizar la seguridad y condiciones particulares de instalación, disponiéndose de una guía técnica para su aplicación.

Algunas recomendaciones adicionales a considerar respecto a la instalación eléctrica son las siguientes:

- Incluir controles remotos de corte de eléctrico general de emergencia y/o corte automático para las estaciones de carga de VE si se detecta una situación de incendio.
- Habilitar medios para interrumpir la corriente a todos los cargadores mediante una única acción por parte de los trabajadores, personas presentes o servicios de emergencia. Dichos medios se ubicarán sobre el cuerpo del cargador o en las cercanías.
- Utilizar un nivel de corriente de carga adecuado durante la fase final de la carga. El cargador debe finalizar la carga cuando las baterías estén en la carga óptima, e idealmente, justo antes de alcanzar el 100% para maximizar la vida útil de la batería.
- El cargador debe controlar la temperatura de la batería antes y durante la carga, no debiendo realizarse ninguna carga si las baterías están demasiado calientes, e interrumpiendo el proceso de carga si la temperatura de la batería supera un valor de consigna seguro.

Sistemas de detección y alerta automáticos:

Es necesario supervisar constantemente los primeros signos de reacción runaway. La detección temprana de incendios basada en sistemas de detección es posible mediante el empleo de:

- Detección de gases/vapores: Los sistemas de detección de gases permiten detectar la emisión de los productos típicos del desbordamiento térmico, como el hidrógeno (H2), el monóxido de carbono (CO) y el dióxido de carbono (CO2). También, se pueden emplear sistemas de detección sensibles a los vapores de disolventes orgánicos utilizados como electrolitos, capaces de detectar un escape antes de que se produzca el desbordamiento térmico.
- Detección de humos: son útiles para detectar incendios en VE.
- Detección de calor: por ejemplo, mediante elementos sensibles a la temperatura, detectores de calor lineales y cámaras de infrarrojos.

Los detectores combinados de humo y calor son el método más rápido y, por lo tanto, más recomendable.

Sistemas de protección contra incendios:

Los sistemas automáticos de supresión sofocan o previenen incendios incipientes para proteger objetos, salas o edificios enteros de los incendios y sus consecuencias.

La idoneidad de los sistemas de seguridad contra incendios y su ubicación en las proximidades del riesgo, incluyendo bocas de incendio equipadas (BIE), los sistemas de detección de incendios, los sistemas de alarma, los sistemas automáticos de supresión y los sistemas de extracción de humos se establecen a continuación:

- Estaciones de carga de aparcamiento con potencias entre 4 y 8 kW y zonas de aparcamiento interiores: Sistemas de supresión automáticos.
- Estaciones de carga de flotas con potencia inferior a 8 kW en establecimientos industriales tipo A, B y C (según RSCIEI): Detección de incendios.
- Estaciones de carga con potencia entre 8 y 22 kW: Detección de incendios, BIE (25 mm) y sistemas de supresión automáticos.
- Estaciones de carga con potencia superior a 22 kW: Detección de incendios, BIE (25 mm) con salida adicional de 45 mm, sistemas de supresión automáticos y suministro fijo de agua (hidrantes).
- Para estaciones de carga exteriores, sólo será necesario el suministro de agua exterior, sin embargo, algunas referencias como la NFPA 88A exige sistemas de supresión automáticos en todas las estructuras de aparcamiento, incluidos los aparcamientos abiertos.

Sistemas de agua

Una de las mejores formas de hacer frente al fuego es enfriar el perímetro para evitar que se propague. Algunos sistemas tienen un fuerte efecto refrigerante que impide la propagación del fuego a otros objetos, como son:

- ☑ Sistemas de rociadores.
- ☑ Sistemas de agua nebulizada.
- ☑ Sistemas de inmersión total o parcial de la batería en agua.

Sistemas de rociadores

Para los sistemas de rociadores, su eficacia está probada, pero requiere de una demanda de

agua muy grande para refrigeración y extinción. Dado que pueden emplearse grandes cantidades de agua, dependiendo del tamaño y la ubicación de la batería, se deberán considerar medios para la recogida de las aguas de extinción.
Para los sistemas de rociadores, se recomienda:

- ☑ Diseño según estándares de reconocido prestigio.
- ☑ Tiempo de funcionamiento de al menos 60 minutos.
- ☑ Conexión para suministro por parte de bomberos.

Estos sistemas de rociadores pueden combinarse con soluciones aditivas para aumentar el poder de refrigeración y penetración del agua (tensioactivos) y la capacidad de reducir la concentración de humo (encapsuladores). Según pruebas realizadas por la National Fire Protection Research Foundation de EE.UU. el efecto extintor del agua puede mejorarse añadiendo un 3% de solución F500.

Agua nebulizada

Los sistemas de agua nebulizada tienen un rendimiento comparable a los sistemas de rociadores, consiguiendo mayor penetración y permitiendo que la distancia entre las boquillas pueda ser mayor y, con ello, el caudal y volumen de agua empleado menor.

Sistemas de inmersión total o parcial de la batería en agua:

Dentro de estos sistemas se pueden enumerar las siguientes posibles soluciones de aplicación:

- Piscinas o estanques de agua fijos, que permiten en las primeras fases de un incendio de una batería, sumergirla con los medios adecuados.
- Piscinas o estanques de agua portátiles, que debido a su fácil uso permiten construir en minutos un estanque alrededor del área afectada.

Ambas soluciones permiten controlar de forma segura el agua contaminada generada en la extinción del incendio.

Extintores portátiles

Aunque algunas fuentes no recomiendan el uso de extintores portátiles para baterías de alta tensión o de mayor capacidad (como VE), algunos proveedores ofrecen a fecha de edición de la guía, extintores portátiles de 50L de capacidad para su uso en vehículos eléctricos y grandes instalaciones (< 19.000Wh).

Control de humos

Se recomienda incluir sistemas de control de humos en zonas de carga cerradas, especialmente en estaciones con potencias superiores a 22kW. El dimensionado de los sistemas de extracción de humos se puede realizar de acuerdo con el RSCIEI o siguiendo estándares de reconocido prestigio.

7.3.1.5. Medidas organizativas

Algunas medidas organizativas a considerar son las siguientes:

- Los equipos dañados (cables y conectores deteriorados o corroídos por el paso del tiempo) podrían dar lugar a generación de calor, aumentando el riesgo de incendio. Se deben realizar inspecciones periódicas de las estaciones de carga.
- Señalización de los puntos de carga.
- La carga debe realizarse con el equipo adecuado. La falta de disponibilidad de estaciones de carga puede hacer que los usuarios utilicen equipos no adecuados para cargar sus vehículos, lo que podría aumentar el riesgo de incendio.
- Las estaciones de carga pueden verse afectadas por virus informáticos, ciberataques, etc. Por ello, se deben tomar precauciones para mitigar este tipo de riesgos.
- Se deberán realizar planes de emergencia y simulacros para la actuación en caso de incendio de vehículo eléctrico.

7.3.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE INCENDIOS DE VEHÍCULO ELECTRICO

Por lo general, los esfuerzos de mitigación se basan en enfriar las zonas adyacentes al incendio de la batería de forma que se evite la propagación del fuego.

7.3.2.1 Estrategia de respuesta

Se debe desarrollar una estrategia de respuesta para el escenario de incendio durante la conducción o la carga de VE, incluyendo las acciones del personal y los recursos disponibles. En caso de daños o incendio de un vehículo eléctrico, se deberá suponer siempre que:

- La batería de alta tensión y los componentes asociados están energizados y completamente cargados.
- Los componentes eléctricos, cables y baterías de alta tensión expuestos presentan un riesgo potencial de descarga eléctrica.
- Los vapores de la batería que se desprenden son potencialmente tóxicos e inflamables.
- Los daños físicos al vehículo o a la batería pueden provocar la liberación inmediata o retardada de gases tóxicos y/o inflamables y provocar un incendio.

Como parte de la estrategia de respuesta se deberá:

- Identificar el vehículo: En algunos países europeos, los centros de rescate de bomberos pueden solicitar información basada en la matrícula de un vehículo. En España existen algunas aplicaciones que nos pueden ayudar a conocer la etiqueta medioambiental del vehículo, así como el modelo y año de fabricación (Infovehiculo, por ejemplo). Esto ayudaría a elegir la hoja de rescate correcta, ya que de un mismo modelo pueden existir distintas hojas de rescate, dependiendo del año de fabricación del vehículo. Deben consultarse las directrices de respuesta ante emergencias de los fabricantes de vehículos para elaborar el Plan de Respuesta ante Emergencias.

- Inmovilización: Los VE pueden moverse silenciosamente. Acérquese siempre al vehículo por los lados para mantenerse fuera de la posible trayectoria de desplazamiento. Los rescatadores deben considerar si es posible (y dependiendo de la situación): Calzar las ruedas; pueden ser necesarios calzos del tamaño de un camión para sujetar adecuadamente el VE, apagar el motor, poner el freno de mano, pulsar el botón de encendido/apagado y retirar las llaves de proximidad.

- Desconectar el vehículo: Si lo permiten los procedimientos operativos estándar locales y si el equipo de intervención está debidamente formado y equipado, se recomienda desconectar la batería de 12 voltios. Se debe prestar especial atención a los sistemas de retención de seguridad, airbags y otros sistemas de seguridad que pueden estar activos hasta 10 minutos después de desconectar la batería. Los componentes eléctricos expuestos, los cables (naranja) y las baterías de alta tensión presentan riesgos potenciales de descarga eléctrica incluso cuando la batería está parcial o totalmente descargada.

Algunas de las consideraciones a tener en cuenta en caso de incendio son:

- Dado que los incendios de vehículos eléctricos e híbridos requieren mayores cantidades de agua, debe preverse un suministro de agua fijo (por ejemplo, bocas de incendio) o múltiples camiones de bomberos.
- Después de que la extinción inicial y de que el humo haya disminuido visiblemente, se puede usar una cámara termográfica para medir activamente la temperatura de la batería y monitorear la tendencia de calentamiento o enfriamiento. Cuando se utilice una cámara termográfica, hay que dejar suficiente tiempo, una vez que se haya detenido la aplicación de agua, para permitir que el calor dentro de la batería se transfiera a su carcasa.
- No debe haber fuego, humo, estallidos/silbidos audibles o calor presente en la batería durante al menos 45 minutos, antes de que se pueda dar la emergencia por contenida y el vehículo pueda ser derivado a terceros (fuerzas de orden, gruistas, etc.).
- El tamaño de la batería y su ubicación dentro del vehículo deben tenerse en cuenta en las acciones de extinción. En los vehículos híbridos, las baterías suelen estar situadas en la parte trasera del vehículo, accesible desde la zona de carga, mientras que, en los vehículos eléctricos, las baterías suelen estar situadas debajo del vehículo. También deben considerarse

las aberturas preexistentes en los vehículos (por ejemplo, los conductos de ventilación) para permitir que el agua llegue directamente a las celdas de la batería incendiada.

- Un vehículo eléctrico que haya sufrido una colisión o un incendio, o que haya estado sumergido en agua, debe tratarse con precaución, ya que el paquete de baterías puede estar dañado. Las baterías dañadas de un VE pueden incendiarse horas, días o incluso semanas después del incidente inicial.
- Se debe llevar siempre un Equipo de Protección Individual completo adecuado para disolventes orgánicos y un Equipo de Respiración Autónoma (ERA).
- Es imprescindible la formación de los equipos de intervención.

En relación con la lucha contra incendios, se plantean dos estrategias:

Ataque ofensivo:

- Recomendado cuando puede haber afección a personas o elementos cercanos o en el caso de que no se trate de baterías de alta tensión.
- Se pueden utilizar grandes cantidades de agua con un 3% de AFFF (espuma acuosa formadora de película) o sistemas de espuma de media expansión para enfriar las baterías de litio en llamas.
- Durante la lucha contra incendios, debe tenerse precaución frente a la posible proyección de partículas.

Ataque defensivo:

- Recomendado si se trata de una batería de alta tensión y no existen afección a personas o elementos cercanos. Las personas que no dispongan de equipo de respiración autónomo deberán permanecer en contra del viento del incendio para evitar la inhalación, debido a los compuestos tóxicos del humo.
- Los bomberos pueden utilizar un chorro de agua o un patrón de niebla para proteger a los elementos cercanos o para controlar la trayectoria del humo.
- Se recomienda dejar que la batería se enfríe a temperatura ambiente antes de acercarse y controlar la temperatura a distancia con una cámara de infrarrojos (IR) o un dispositivo similar.
- En caso de una intervención sobre vehículo eléctrico o híbrido en carga, sin confirmación de corte, los equipos de intervención se deberán limitar a proteger el entorno.

Una vez sofocado el incendio, se deberá tener en cuenta el riesgo de reignición del fuego. Para ello:

- El vehículo no debe moverse inmediatamente, una vez extinguido el incendio.
- Cualquier incendio de un vehículo eléctrico originado en las baterías de litio debe aislarse, observarse y controlarse, ya que la reignición puede aparecer incluso pasados unos días.
- Los VE dañados deben aparcarse en una sección de acceso restringido en una zona de aparcamiento al aire libre. Nunca se recomienda aparcar un VE con baterías dañadas en una instalación cerrada hasta que se haya inspeccionado según los procedimientos aplicables.
- Se recomienda que el VE siniestrado se sitúe alejado de materiales combustibles, estructuras y otros vehículos a una distancia mínima de 15 m.

- Durante el transporte y almacenamiento del vehículo, se recomienda abrir las ventanas y/o puertas del vehículo para la ventilación de gases potencialmente peligrosos.
- En caso de sospecha de que la batería del VE esté dañada, el vehículo deberá protegerse de la lluvia u otras condiciones climáticas adversas.

7.3.2.2. Tecnologías Emergentes

Algunas tecnologías emergentes en relación con la lucha contra incendios son las siguientes:

- Manta ignífuga: las mantas ignífugas para vehículos podrían utilizarse con fines preventivos, para mitigar la propagación del fuego a un vehículo adyacente, y durante la post-extinción, para dificultar la reignición y contener las emisiones de gases.

  Aunque es previsible que la manta no consiga extinguir el incendio, es un método muy eficaz de contención del incendio. Evitará que el fuego se propague hacia vehículos cercanos o instalaciones circundantes, facilitando la actuación posterior de bomberos. En este sentido, una vez desplegada, no debe retirarse hasta que lo hagan los servicios de emergencia.

- Piscinas portátiles: Ayudan a delimitar un área para que el agua llegue de forma eficaz a la batería y además se contenga el agua usada en la extinción para su tratamiento posterior en calidad de residuo.

7.3.2.3 Energías combinadas en un mismo vehículo

Es muy habitual que en algunos vehículos originalmente híbridos se haya adaptado para compaginarlo con tecnología de gas, normalmente GLP, una vez superado el periodo de garantía del fabricante del vehículo. Esto cambia totalmente la táctica de lucha contra incendios, dando prioridad al depósito de gas frente a la parte eléctrica. En estos casos:

- La prioridad será el enfriamiento del gas inflamable bajo presión de las baterías de alta tensión.
- En la situación de un vehículo con pila de combustible, el enfriamiento del depósito de H2 será prioritario al enfriamiento de la batería de alta tensión.

7.4 GESTIÓN DE RESIDUO

Las baterías de litio fuera de uso, y en mayor medida las baterías de litio dañadas y defectuosas deben retirarse inmediatamente de las zonas de almacenamiento y producción. Estas baterías deben almacenarse temporalmente a distancia y en condiciones seguras y gestionarse para su eliminación.

El acuerdo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera, en adelante ADR,

es la normativa vigente en la que se detallan los criterios para la gestión de las baterías de litio como residuo. Esta reglamentación define las pautas de clasificación, embalado, etiquetado, así como otras pautas para que estas baterías puedan transportarse adecuadamente.

7.4.1 CLASIFICACIÓN DE BATERÍAS DE LITIO COMO RESIDUO

Las baterías se clasificarán conforme 7.1.5.

Este apartado establecerá la clasificación para la correcta gestión de baterías de litio como residuo. Todo ello sin perjuicio de las pautas de clasificación que se han desarrollado en esta guía. En el momento de retirar las baterías como residuo deben diferenciarse teniendo en cuenta lo descrito en el apartado 7.1.5 almacenamiento de baterías dañadas, para su clasificación como:

- ☑ Baterías de ion litio y/o metal litio sin daños
- ☑ Baterías de ion litio y/o metal litio dañadas o defectuosas
- ☑ Baterías de ion litio y/o metal litio dañadas o defectuosas críticas.

7.4.2 BATERÍAS DE LITIO SIN DAÑOS

Como se ha mencionado anteriormente, estas baterías pese a ser desechadas, se encuentran en buen estado y engloban tanto las baterías sueltas, como las embaladas en un equipo. Entendemos como "equipo" los aparatos que funcionen con energía de la propia batería de litio.

Estas baterías que no presentan daños deben embalarse conforme la instrucción de embalaje P909 de ADR y pueden transportarse mezcladas o no con pilas o baterías distintas a las de litio. Los embalajes deben estar homologados y satisfacer el nivel de pruebas del grupo de embalaje II y existen varios tipos de embalajes aceptados como bidones de acero, plástico, cajas de cartón, plástico y/o metálicas, entre otros.

Existen exenciones aplicables a la homologación de los envases empleados para baterías de litio de poca potencia, como las de potencia no superior a 100 Wh, y las baterías de masa bruta igual o superior a 12 kg, siempre que éstas últimas tengan una envoltura externa robusta y resistente a los golpes, que puedan utilizarse embalajes exteriores robustos, en envolturas de protección o palés u otros dispositivos de manipulación.

Los embalajes estarán etiquetados con la etiqueta de residuo peligroso, el número ONU correspondiente, como por ejemplo UN3480 para baterías de ion de litio, la etiqueta nº 9A de ADR y la mención "BATERÍAS DE LITIO PARA ELIMINACIÓN" o "BATERÍAS DE LITIO PARA RECICLAR".

7.4.3 BATERÍAS DE LITIO DAÑADAS O DEFECTUOSAS

Las baterías de litio dañadas, así como las que no cumplen el tipo de ensayo de acuerdo con las disposiciones aplicables del Manual de Pruebas y Criterios, deben cumplir con requisitos adicionales. Las baterías de litio dañadas podrían incluir, pero no están limitadas a:

- ☑ Pilas o baterías identificadas como defectuosas por motivos de seguridad;
- ☑ Pilas o baterías que han tenido fugas o escapes;
- ☑ Pilas o baterías que no pueden ser diagnosticadas antes del transporte; o
- ☑ Pilas o baterías que han sufrido daño físico o mecánico.

Los embalajes y grandes embalajes empleados deben ser homologados, ajustándose al nivel de pruebas del grupo de embalaje II. Están autorizados diferentes envases contenidos en las instrucciones de embalaje P908 y LP904, como son bidones de acero, plástico, cajas de cartón, plástico y/o metálicas, así como grandes embalajes entre otros.

Al evaluar una pila o batería como dañada o defectuosa, se llevará a cabo una valoración o evaluación con arreglo a los criterios de seguridad del fabricante de la pila o batería por parte de un experto técnico que conozca las características de seguridad de la pila o batería. La valoración podrá incluir, sin limitarse a ello;

a) el peligro agudo, como una fuga de electrolito, gas o fuego;
b) el uso o mal uso de la pila o batería;
c) los signos de daños físicos, como la deformación de la carcasa de la pila o batería, o la coloración de la carcasa;
d) la protección contra cortocircuitos externos e internos, como medidas de voltaje o de aislamiento;
e) el estado de las características de seguridad de la pila o batería; o
f) los daños que haya podido sufrir cualquier componente de seguridad interno, como el sistema de gestión de las baterías

Los embalajes, estarán etiquetados con la etiqueta de residuo peligroso, el número ONU correspondiente, como por ejemplo UN3480 para baterías de ion de litio, la etiqueta n° 9A de ADR y la mención “BATERÍAS DE IÓN LITIO DAÑADAS/DEFECTUOSAS” o “BATERÍAS DE METAL DE LITIO DAÑADAS/DEFECTUOSAS” según proceda.

7.4.4 BATERÍAS DE LITIO DAÑADAS O DEFECTUOSAS CRÍTICAS

Las baterías que puedan desmontarse rápidamente, reaccionar peligrosamente, producir una llama o un desprendimiento peligroso de calor o una emisión peligrosa de gases o vapores tóxicos, corrosivos o inflamables, en condiciones normales de transporte tienen que transportarse en embalajes homologados conforme las instrucciones de embalaje P911 y LP906. La autoridad competente de una parte contratante del ADR podrá autorizar condiciones alternativas de embalaje/transporte.

En este estado, las pilas y las baterías se asignarán a la categoría de transporte 0. Los embalajes y grandes embalajes empleados deben ser homologados, ajustándose al nivel de pruebas del grupo de embalaje I. Están autorizados diferentes envases contenidos en las instrucciones de embalaje P911 y LP906, como son como bidones de acero, plástico, cajas de cartón, plástico y/o metálicas, así como grandes embalajes entre otros.

Además de los criterios de homologación, se establece para este tipo de baterías críticas, una serie de requisitos funcionales, reflejados en la instrucción de embalaje. Un ejemplo de estos requisitos, es que la temperatura de la superficie del bulto no sobrepase los 100°C (aunque puntual hasta 200°C), la no existencia de llamas, proyecciones de fragmentos peligrosos o aspectos de estabilidad estructural en el bulto entre otros.

Para el transporte de este tipo de baterías dañadas críticas, se prevén disposiciones adicionales relacionadas con la preparación de un informe de comprobación, requisitos si se utiliza hielo seco como agente refrigerante y otros, recogidos en la instrucción de embalaje P911.

Los embalajes estarán etiquetados con la etiqueta de residuo peligroso, el número ONU correspondiente, como por ejemplo UN3480 para baterías de ion de litio, la etiqueta n° 9A de ADR y la mención “BATERÍAS DE IÓN LITIO DAÑADAS/DEFECTUOSAS” o “BATERÍAS DE METAL DE LITIO DAÑADAS/DEFECTUOSAS” según proceda. El documento de transporte incluirá la siguiente declaración “Transporte conforme con la disposición especial 376”. Cuando proceda, el transporte se acompañará de una copia de la aprobación de la autoridad competente.

7.4.5. CRITERIOS GENERALES DE GESTIÓN DE BATERÍAS DE LITIO

Las baterías deberán ser embaladas en envases/embalajes de manera que estén protegidas contra el daño causado por el movimiento o la colocación de las baterías en el envase / embalaje utilizando relleno no combustible.

Las baterías deben estar protegidas contra los cortocircuitos y se debe evitar el desprendimiento de calor, usando criterio de protección de los bornes de las baterías, utilizando un envase que proteja del contacto entre las pilas o usando material de relleno no combustible y no conductor. El marcado y etiquetado de los embalajes, además de las especificaciones de residuos, debe ajustarse a lo mencionado en el capítulo 5.5. Los residuos de baterías de litio también están sometidos a normas específicas de carga y estiba, ya que están clasificados como residuos peligrosos afectados por ADR.

No se especifica en este capítulo, pero se deben tener en cuenta lo recogido en ADR respecto a documentación del vehículo y conductor, documentación de la mercancía, señalización de la unidad de transporte. También ser debe contemplar normativa de traslado de residuos peligrosos para conocer el contenido del etiquetado de residuos peligrosos, documentación de identificación y notificaciones pertinentes.

7.5 EMERGENCIAS

Si a pesar de todas las medidas de precaución se produce una ignición de la batería, se requiere una actuación cautelosa. En función del contexto y la situación concreta de peligro, los pasos siguientes a la detección son decisivos para limitar las consecuencias de un incendio.

Dado que las baterías de litio son capaces de almacenar grandes cantidades de energía, en el caso de actuación sobre una batería siempre se deberá considerar el riesgo eléctrico y tomar las precauciones relativas a trabajos con alta tensión de manera que se evite la posibilidad de contactos eléctricos directos e indirectos.

El punto de partida de los procedimientos de actuación ante una emergencia con baterías de litio se basa en la pronta detección de esta y el sistema empleado para la transmisión de las alarmas dependerá de si se trata de una instalación o almacenamiento atendido o desatendido.

En el caso de instalación o almacenamiento permanentemente atendido (p.ej.: presencia de personal 24/7), la puesta en marcha de sistemas visuales y/o acústicos en otras áreas del establecimiento (fuera de la instalación o almacenamiento) permite iniciar el procedimiento de emergencia de inmediato.

Si se trata de instalación o almacenamiento desatendido, se debe garantizar la transmisión de las alarmas desde los elementos de detección instalados en las instalaciones o almacenamientos hasta posiciones atendidas permanentemente.

Los procedimientos de actuación en caso de emergencia deben ser supervisados por personal experto en la evaluación de riesgos y deben incluir pautas claras de actuación que incluyan las responsabilidades asignadas al personal encargado (cadena de mando).

A nivel general y tras la comprobación de que no se trata de una falsa alarma, los protocolos de actuación en caso de emergencia deberían tener en cuenta los siguientes aspectos:

a. Activar la alarma y poner en marcha la cadena de salvamento, avisando a los responsables internos o cuerpos de emergencia externos.
b. En los almacenamientos activos / en carga, corte del suministro eléctrico a las tomas de corriente.
c. Activación automática o manual de la señalización acústica y luminosa para dar aviso al resto de las instalaciones y/o activación de la transmisión remota.
d. Acotar y delimitar el acceso a la zona de la emergencia por parte de personal NO AUTORIZADO
e. Prestar primeros auxilios a los heridos:
- PROTEGER al accidentado, a uno mismo y a los demás.
- AVISAR a los servicios médicos / de emergencias
- SOCORRER al accidentado o herido tranquilizándolo y vigilando sus signos vitales, respiración, consciencia y pulso

f. Evacuar a las personas de la zona de peligro en orden, sin correr y dirigiéndose al punto de reunión exterior sin detenerse en las salidas. En caso de existir puertas en el camino de salida, la última persona en atravesarla / responsable de la evacuación deberá cerrarla correctamente.
g. Utilizar el equipo de protección individual conforme a la ficha técnica de la batería y o en su defecto, a las instrucciones reflejadas en el manual de instrucciones de uso facilitado por el fabricante (principalmente guantes y protección facial y respiratoria)
h. Intentar refrigerar la batería con los medios disponibles y adecuados.
i. Si es posible, aislar de inmediato la batería en el exterior de las instalaciones con los medios apropiados a la capacidad de esta mediante el uso de cajas de cuarentena u otros medios adecuados de confinamiento.
j. Garantizar la ventilación de la estancia
k. En caso de no poder aislar las baterías, evitar cualquier acceso posterior a la zona evacuada hasta que las baterías se hayan enfriado y hayan sido retiradas de forma adecuada de acuerdo con criterios profesionales.
l. Absorber el electrolito / agente extintor derramado con materiales adecuados, p. ej., materiales absorbentes no reactivos como la arcilla o la vermiculita

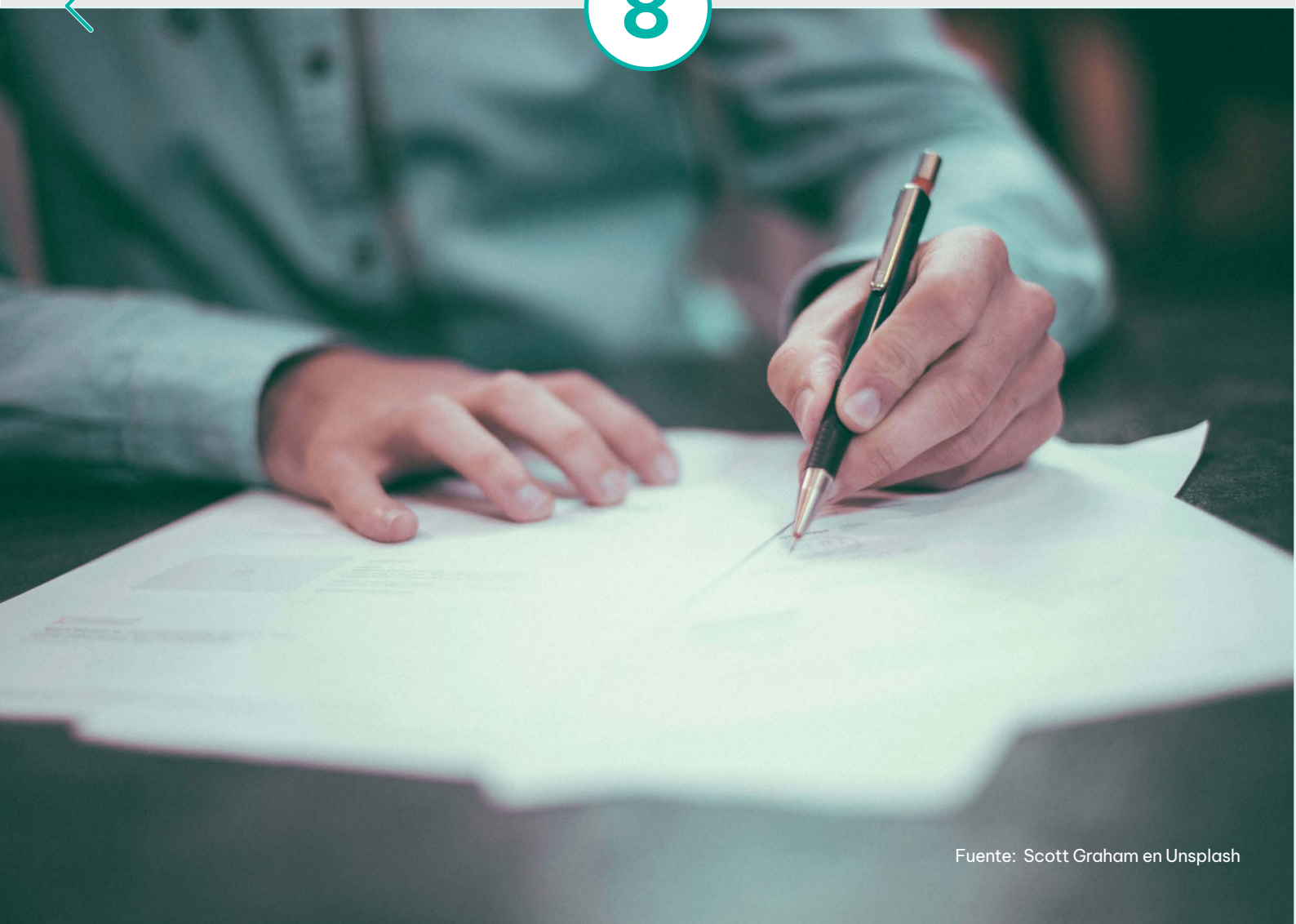
En cada intervención para la extinción de incendios provocados por baterías debe actuarse con la máxima prudencia, incluso más allá del incendio inmediato.

En el caso de incendios de baterías supuestamente extinguidos, existe el riesgo de reactivación de las llamas y nuevo desencadenamiento del incendio incluso después de horas o días por lo que no es recomendable la abertura del almacenamiento por parte de personal NO PROFESIONAL / FORMADO en la gestión de este tipo de emergencias.

En el ANEXO II "Protocolo de gestión de las alarmas" de esta Guía se incluyen algunas propuestas de actuación en caso de emergencia

Referencias
normativas y técnicas

8



Fuente: Scott Graham en Unsplash

8.1. MARCO LEGAL

- Acuerdo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera
- CTE Código Técnico de la Edificación
- Manual de pruebas y criterios, séptima edición revisada, Naciones Unidas, sección 38.3 para baterías de ion litio y metal litio
- Reglamento nº 100 de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE/ONU) — Disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico [2015/505]
- REGLAMENTO (UE) 2023/1542 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 12 de julio de 2023 relativo a las pilas y baterías y sus residuos y por el que se modifican la Directiva 2008/98/CE y el Reglamento (UE) 2019/1020 y se deroga la Directiva 2006/66/CE
- CTE Código Técnico de la Edificación
- RAPQ Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos
- RSCIEI Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Edificios Industriales

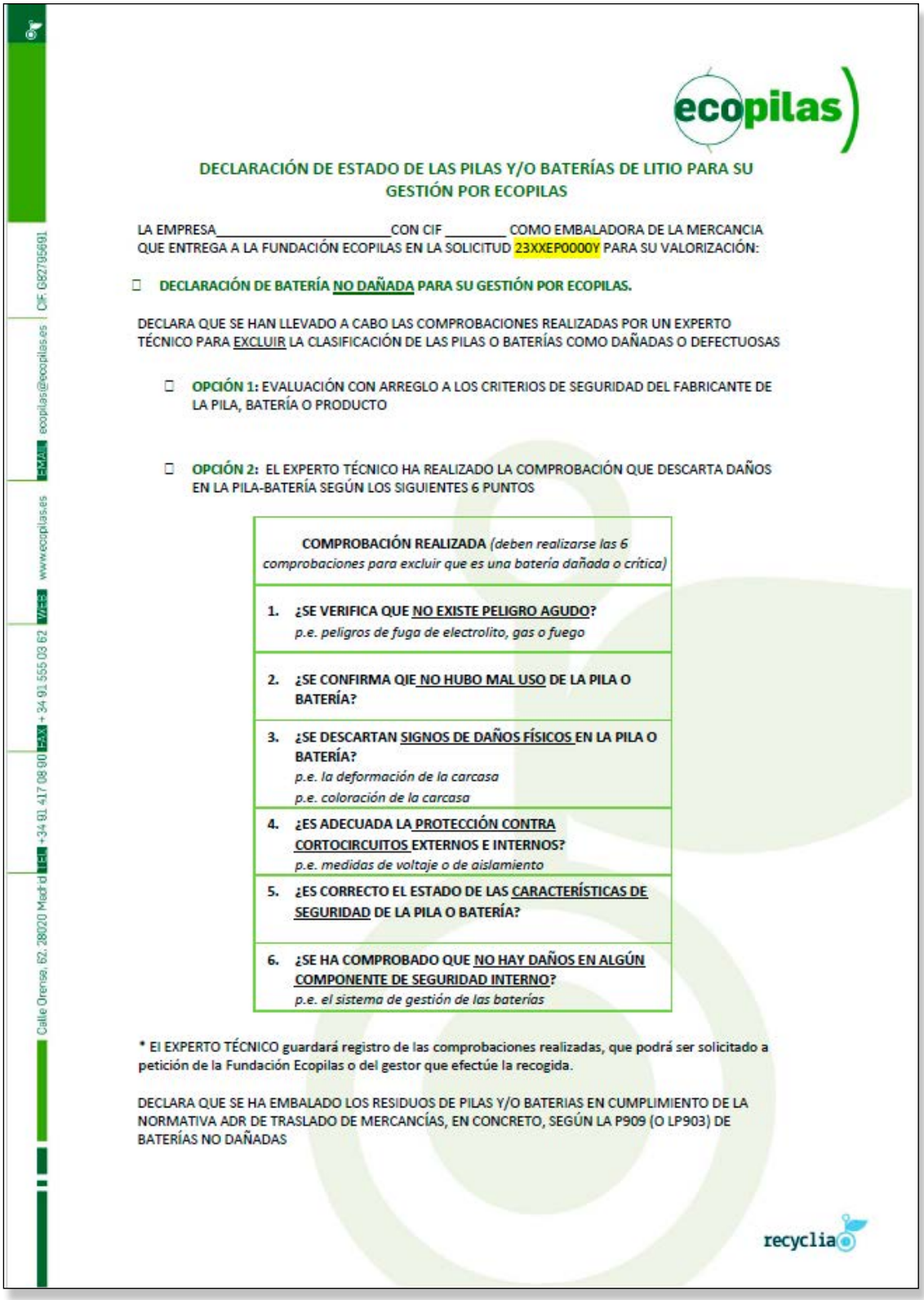
8.2. NORMAS TÉCNICAS

- Euralarm: Guidance on Integrated fire protection solutions for Lithium-Ion batteries. (2022)
- NFPA 88A (2023). Norma para Estructuras de Estacionamiento.
- NFPA 70. Código Eléctrico Nacional, contiene un conjunto completo de requisitos para estaciones de carga de vehículos eléctricos.
- NFPA 13. Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.
- National Fire Protection Association. Hybrid and Clectric Vehicle Emergency Field Guide; National Fire Protection Association: Quincy, MA, USA, 2014.
- National Fire Protection Association (NFPA). Hybrid and Electric Vehicle Emergency Field Guide. 2014
- NTA 8133. Portable fire extinguishers - Performance requirements, test methods and marking for suitability for extinguishing lithium battery fires
- NTP 617:Locales de carga de baterías de acumuladores eléctricos plomo-ácido sulfúrico
- IEC 63370 Lithium-ion batteries and charging systems – Safety
- UNE-EN IEC 62485-6:2021 (Ratificada) - Requisitos de seguridad para las baterías e instalaciones de baterías. Parte 6: Funcionamiento seguro de las baterías de iones de litio en aplicaciones de tracción
- UNE-EN 12101-2 Sistemas para el control de humo y calor Parte 2: Especificaciones para aireadores de extracción natural de humo y calor
- UNE-EN 12101-3 Sistemas de control de humo y calor. Parte 3: Especificación para aireadores mecánicos de control de humo y calor (Ventiladores).
- UNE-EN 12101-6 Sistemas para el control de humo y de calor. Parte 6: Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión. Equipos.

- UNE 23584 Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH).
- UNE 23585 Seguridad contra incendios. Sistemas de control de humo y calor. Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH) en caso de incendio estacionario.
- UNE 100166 Climatización. Ventilación de aparcamientos.
- VdS 2259: Richtlinien zur Schadenverhütung. Batterieladeanlagen für Elektrofahrzeuge
- VdS CEA4001 Sprinkler Systems Planning and Installation
- VdS 3856 – Sprinkler Protection of Lithium Batteries
- BESS Failure Event Database
- Chunpeng Zhao, Jinhua Sun, Qingsong Wang, (2020). Thermal runaway hazards investigation on 18650 lithium-ion battery using extended volume accelerating rate calorimeter. Journal of Energy Storage, ELSIEVER
- GUIA TECNICA. INSTALACIONES DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICAS. Bombers Barcelona.
- INSTAL·LACIONS DE RECÀRREGA DE VEHICLES ELÈCTRICS (IRVE). Bombers de Barcelona. Divisió de Prevenció i InvestigacióPostsinistral. 2022.
- Interim guidance to support parking and/or charging of electric vehicles and the installation of electric vehicle chargepoints in covered car parks. Office for Zero Emission Vehicles (OZEV). 2023.
- J. Hynynen, M. Quant, R. Pramanik, A. Olofsson, Y. Z. Li, M. Arvidson & P. Andersson. (2023). Electric Vehicle Fire Safety in Enclosed Spaces.
- Naval Research Laboratory. United States Navy. Lithium Battery Fire Tests and Mitigation. 2014
- Science X. (2022, March 24). Improving the safety of lithium-ion batteries in electric vehicles. Tech Xplore. Disponible en: https://techxplore.com/news/2022-03-safety-lithium-ion-batteries-electric-vehicles.htm
- Technical Report Four Firefighters Injured In Lithium-Ion Battery Energy Storage System Explosion – Arizona July 2020
- Toxic fluoride gas emissions from lithium-ion battery fires Fredrik Larsson, Petra Andersson, Per Blomqvist & Bengt-Erik Mellander

Anexo I

Declaración de estado de las baterías



ecopilas

DECLARACIÓN DE ESTADO DE LAS PILAS Y/O BATERÍAS DE LITIO PARA SU GESTIÓN POR ECOPILAS

LA EMPRESA_____CON CIF _____ COMO EMBALADORA DE LA MERCANCIA QUE ENTREGA A LA FUNDACIÓN ECOPILAS EN LA SOLICITUD 23XXEP0000Y PARA SU VALORIZACIÓN:

☐ **DECLARACIÓN DE BATERÍA NO DAÑADA PARA SU GESTIÓN POR ECOPILAS.**

DECLARA QUE SE HAN LLEVADO A CABO LAS COMPROBACIONES REALIZADAS POR UN EXPERTO TÉCNICO PARA EXCLUIR LA CLASIFICACIÓN DE LAS PILAS O BATERÍAS COMO DAÑADAS O DEFECTUOSAS

☐ **OPCIÓN 1:** EVALUACIÓN CON ARREGLO A LOS CRITERIOS DE SEGURIDAD DEL FABRICANTE DE LA PILA, BATERÍA O PRODUCTO

☐ **OPCIÓN 2:** EL EXPERTO TÉCNICO HA REALIZADO LA COMPROBACIÓN QUE DESCARTA DAÑOS EN LA PILA-BATERÍA SEGÚN LOS SIGUIENTES 6 PUNTOS

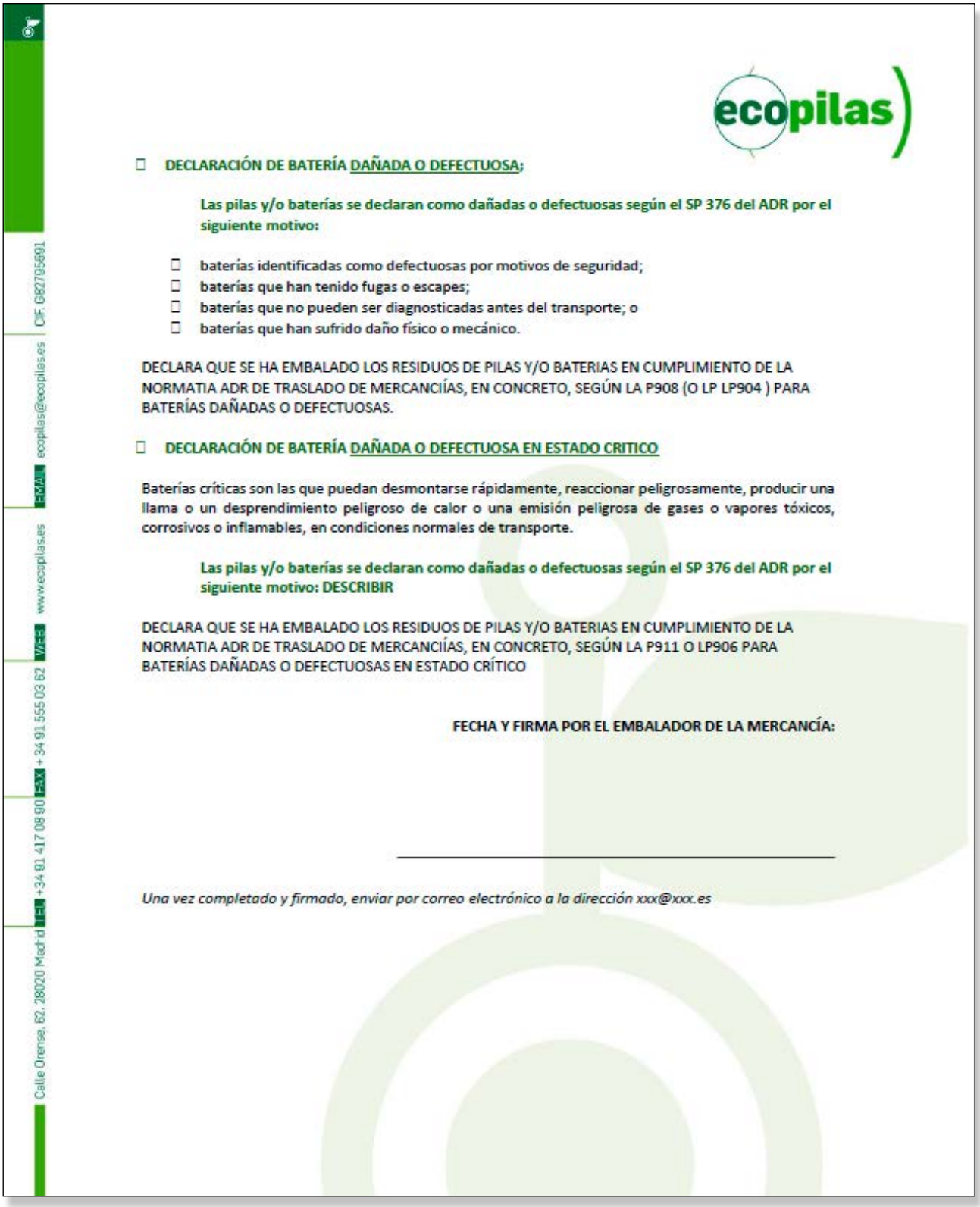
COMPROBACIÓN REALIZADA *(deben realizarse las 6 comprobaciones para excluir que es una batería dañada o crítica)*
1. **¿SE VERIFICA QUE NO EXISTE PELIGRO AGUDO?** *p.e. peligros de fuga de electrolito, gas o fuego*
2. **¿SE CONFIRMA QIE NO HUBO MAL USO DE LA PILA O BATERÍA?**
3. **¿SE DESCARTAN SIGNOS DE DAÑOS FÍSICOS EN LA PILA O BATERÍA?** *p.e. la deformación de la carcasa* *p.e. coloración de la carcasa*
4. **¿ES ADECUADA LA PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS EXTERNOS E INTERNOS?** *p.e. medidas de voltaje o de aislamiento*
5. **¿ES CORRECTO EL ESTADO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD DE LA PILA O BATERÍA?**
6. **¿SE HA COMPROBADO QUE NO HAY DAÑOS EN ALGÚN COMPONENTE DE SEGURIDAD INTERNO?** *p.e. el sistema de gestión de las baterías*

* El EXPERTO TÉCNICO guardará registro de las comprobaciones realizadas, que podrá ser solicitado a petición de la Fundación Ecopilas o del gestor que efectúe la recogida.

DECLARA QUE SE HA EMBALADO LOS RESIDUOS DE PILAS Y/O BATERIAS EN CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA ADR DE TRASLADO DE MERCANCÍAS, EN CONCRETO, SEGÚN LA P909 (O LP903) DE BATERÍAS NO DAÑADAS

recyclia

Calle Orense, 62, 28020 Madrid TEL +34 91 417 08 90 FAX +34 91 555 03 62 WEB www.ecopilas.es EMAIL ecopilas@ecopilas.es CIF: G82795691



ecopilas

☐ **DECLARACIÓN DE BATERÍA DAÑADA O DEFECTUOSA;**

Las pilas y/o baterías se declaran como dañadas o defectuosas según el SP 376 del ADR por el siguiente motivo:

- ☐ baterías identificadas como defectuosas por motivos de seguridad;
- ☐ baterías que han tenido fugas o escapes;
- ☐ baterías que no pueden ser diagnosticadas antes del transporte; o
- ☐ baterías que han sufrido daño físico o mecánico.

DECLARA QUE SE HA EMBALADO LOS RESIDUOS DE PILAS Y/O BATERIAS EN CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIA ADR DE TRASLADO DE MERCANCIÍAS, EN CONCRETO, SEGÚN LA P908 (O LP LP904) PARA BATERÍAS DAÑADAS O DEFECTUOSAS.

☐ **DECLARACIÓN DE BATERÍA DAÑADA O DEFECTUOSA EN ESTADO CRITICO**

Baterías críticas son las que puedan desmontarse rápidamente, reaccionar peligrosamente, producir una llama o un desprendimiento peligroso de calor o una emisión peligrosa de gases o vapores tóxicos, corrosivos o inflamables, en condiciones normales de transporte.

Las pilas y/o baterías se declaran como dañadas o defectuosas según el SP 376 del ADR por el siguiente motivo: DESCRIBIR

DECLARA QUE SE HA EMBALADO LOS RESIDUOS DE PILAS Y/O BATERIAS EN CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIA ADR DE TRASLADO DE MERCANCIÍAS, EN CONCRETO, SEGÚN LA P911 O LP906 PARA BATERÍAS DAÑADAS O DEFECTUOSAS EN ESTADO CRÍTICO

FECHA Y FIRMA POR EL EMBALADOR DE LA MERCANCÍA:

_____

Una vez completado y firmado, enviar por correo electrónico a la dirección xxx@xxx.es

Calle Orense, 62, 28020 Madrid TEL +34 91 417 09 90 FAX + 34 91 555 03 62 WEB www.ecopilas.es EMAIL ecopilas@ecopilas.es CIF: G82795691

Anexo II

Protocolo de gestión de las alarmas

La rápida detección y transmisión de las alarmas debe estar vinculada con un protocolo de gestión de las mismas de acuerdo con las características del almacenamiento, de la cantidad y tipo de baterías en almacenamiento activo (en carga) / pasivo (no en carga), de los sistemas de detección instalados, de la capacitación de los usuarios/as a hacer frente a las emergencias, de la disponibilidad de EPI's adecuados, etc.

Esta propuesta se basa en 3 escenarios:

AUMENTO DE LA TEMPERATURA EN EL ALMACENAMIENTO

Aumento de la temperatura del almacenamiento y sin que se detecten gases o humo.

Este rango de incremento de temperatura suele ser debido al proceso de carga de un alto número de baterías al mismo tiempo o de baterías de mayor capacidad.

ACTUACIÓN PROPUESTA

1. En el caso de almacenamientos activos / en carga, desconexión inmediata de las tomas de corriente ubicadas en el almacenamiento.

2. Visita de control por parte de personal autorizado en el que se compruebe la veracidad de la alarma (identificar falsas alarmas) y el buen estado visual de las baterías almacenadas o en carga.

3. Observar la información que nos ofrecen los indicadores visuales y acústicos de los cargadores o de las baterías por si se ha producido un cambio de estado entre la detección del primer aviso y la llegada al almacenamiento.

4. En caso de un almacenamiento cerrado, comprobar la temperatura exterior de la puerta antes de abrirla y no hacerlo de golpe ni exponiendo a la persona (en caso de abrir la puerta, hacerlo lentamente sin colocarse delante de ella).

5. En el caso de observar algún comportamiento anormal de una batería y si la situación así lo aconseja, extraerla del cargador con la ayuda del equipo de protección individual adecuado y depositarla en una zona de cuarentena en el exterior de las instalaciones.

6. En el caso de que no se aprecie nada anormal, valorar la necesidad de desconectar alguna batería para reducir la generación de calor.

7. En el caso de haber identificado una batería problemática, comunicar a los responsables de prevención / seguridad propios o a los cuerpos de emergencias la existencia de esta batería dañada y confinada en la zona de cuarentena para esperar instrucciones

ACTIVACIÓN DEL DETECTOR DE HUMOS PREVIOS AL INCENDIO

Activación del detector de humos / gases

ACTUACIÓN PROPUESTA

1. En el caso de almacenamientos activos / en carga, desconexión inmediata de las tomas de corriente

2. Visita de control por parte de personal autorizado (equipado como mínimo con los EPIs de protección respiratoria adecuadas) en el que se compruebe la veracidad de la alarma (identificar falsas alarmas) y se trate de identificar la batería problemática.

3. Observar la información que nos ofrecen los indicadores visuales y acústicos de los cargadores o de las baterías por si se ha producido un cambio de estado entre la detección del primer aviso y la llegada al almacenamiento.

4. En caso de un almacenamiento cerrado comprobar la temperatura exterior de la puerta antes de abrirla y no hacerlo de golpe ni exponiendo a la persona (abrir lentamente la puerta sin colocarse delante de ella).

5. Identificar la batería humeante / deformada (normalmente las celdas tienen respiraderos de alivio o punto débil deliberado para el alivio de la sobrepresión que pueden ayudar a localizar la batería problemática) y, si la situación así lo aconseja, extraerla del almacenamiento con la ayuda del equipo de protección individual adecuado y depositarla en una zona de cuarentena en el exterior de las instalaciones.

6. En el caso de haber identificado una batería problemática, comunicar a los responsables de prevención / seguridad propios o a los cuerpos de emergencias la existencia de esta batería dañada y confinada en la zona de cuarentena para esperar instrucciones.

7. Revisar el cubeto de retención, si estuviera disponible, por si se ha vertido electrolito.

ACTIVACIÓN DE ALARMA DE INCENDIOS.

La presencia de gases / humos junto al incremento de la temperatura por encima de cierto nivel indica la presencia de fuego y de un alto riesgo de ignición para el resto de las baterías.

Llegados a este punto, el almacenamiento debe desconectar automáticamente el suministro de energía a las bases de carga si éstas existieran, además de activar el sistema supresor/extintor de incendios.

ACTUACIÓN PROPUESTA

1. En el caso de almacenamientos activos / en carga, desconexión inmediata de las tomas de corriente ubicadas en el almacenamiento.

2. Visita de control por parte de personal autorizado (equipado con los EPIs de protección respiratoria y contra el fuego adecuados) en el que se compruebe la veracidad de la alarma (identificar falsas alarmas).

3. Observar la información que nos ofrecen los indicadores visuales y acústicos de los cargadores o de las baterías por si se ha producido un cambio de estado desde la detección del primer aviso y la llegada al almacenamiento.

4. En el caso de que se confirme la alarma, avisar inmediatamente a los cuerpos de emergencia.

5. En caso de un almacenamiento cerrado no transitable, NO ABRIR las puertas bajo ningún concepto.

6. En caso de armarios de seguridad para baterías, valorar el posible traslado del armario al exterior o a zona segura o de cuarentena.

BEQUINOR