



SEGURIDAD DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

Debido a las crecientes preocupaciones en torno a la utilización de combustibles fósiles y una mayor demanda por contar con una red eléctrica más limpia, eficiente y resiliente, ha aumentado marcadamente la utilización de sistemas de almacenamiento de energía, o SAE, en la última década. Las fuentes de energía renovable tales como la energía solar y eólica son intermitentes, por lo que su almacenamiento se convierte en un factor clave para un suministro confiable de energía. Los SAE asimismo ayudan a cumplir con las demandas de energía durante las horas pico y pueden suministrar energía de reserva durante desastres naturales y otras emergencias. No obstante, el aumento en la cantidad de instalaciones de SAE exige una comprensión más profunda de los peligros involucrados y medidas más amplias para reducir los riesgos.

¿Qué es un SAE?

Un sistema de almacenamiento de energía, abreviado SAE, es un dispositivo o grupo de dispositivos ensamblados, capaces de almacenar energía a fin de suministrar energía eléctrica tiempo después. El tipo más común de instalaciones nuevas son los SAE en Baterías, el foco de esta ficha técnica.

¿SABÍAS QUE?

Según el Departamento de Energía Estadounidense, en el 2019, alrededor del 18 por ciento de la electricidad generada en instalaciones de generación eléctrica para servicios públicos en EE. UU. provino de fuentes de energía renovables.

¿Cuáles son las ventajas?

Los SAE cuentan con muchas aplicaciones de utilidad.

Complementar energías renovables

Las energías renovables tales como los paneles solares o las turbinas eólicas sólo producen electricidad cuando hay sol o sopla el viento. Complementar tales energías con los SAE le permite a los usuarios aprovechar la electricidad que se genera cuando las tecnologías de energía renovable no están produciendo electricidad.

Neutralización de picos

Los SAE permiten al usuario cambiar la fuente de suministro de energía al tomar energía de baterías durante las horas del día con mayor costo y recargar durante las horas de la noche de menor costo. Esta práctica se conoce como neutralización de picos.

Nivelación de carga

Cuando las centrales de generación de energía aumentan o disminuyen producción para mantenerse a la par de la cambiante demanda de electricidad, se ejerce presión sobre el sistema. Los SAE pueden ayudar a aplanar esa curva de demanda al cargar cuando la demanda eléctrica es baja y al descargar cuando es alta.

Suministro de energía ininterrumpido

Los SAE pueden brindar una protección prácticamente instantánea contra interrupciones de energía y con frecuencia son utilizados en hospitales, centros de datos y hogares.

¿Cuáles son algunos de los peligros?

Fuga térmica

La fuga térmica es un término utilizado para una rápida liberación no controlada de energía térmica de una celda de batería; es una condición que se genera cuando una batería crea más calor que el que puede eficazmente disipar. La fuga térmica en una única celda puede provocar una reacción en cadena que calienta las celdas vecinas. Al continuar este proceso se puede generar una explosión o incendio de la batería. Esto puede con frecuencia ser una fuente de ignición para incendios de baterías más extensos.

Energía atrapada

Al igual que con la mayoría de los equipos eléctricos existe un peligro de choque, pero lo que resulta específico de los SAE es que con frecuencia, incluso después de haber sido afectados por un incendio, aún existe energía en su interior. Esta energía es difícil de descargar ya que las terminales se encuentran con frecuencia dañadas y presentan un peligro para aquellos a cargo de la reparación después de un incendio. La energía atrapada puede asimismo provocar una reignición del fuego horas o incluso días después.

SEGURIDAD DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA *CONTINUACIÓN*

Generación de gases tóxicos e inflamables

La mayoría de las baterías generan gases tóxicos e inflamables cuando atraviesan una fuga térmica. Si los gases no se encienden antes de alcanzar el límite inferior de explosividad, se puede desencadenar la creación de una atmósfera explosiva dentro de la sala o contenedor del SAE.

Fuegos de asentamiento profundo

Los SAE están normalmente formados por baterías que son albergadas en una carcasa protectora de metal o plástico dentro de más extensos gabinetes. Estas capas de protección ayudan a prevenir daños en el sistema pero pueden asimismo bloquear el acceso del agua hacia el asentamiento del fuego. Eso significa que se requerirán cantidades más extensas de agua para disipar con éxito el calor generado por los incendios de SAE ya que resulta por lo general complicado enfriar las partes más calientes del incendio.

Modos de falla

Estos son modos en los que pueden fallar las baterías, por lo general provocando una fuga térmica y posteriores incendios o explosiones.

Mal uso mecánico

El mal uso mecánico es cuando una batería se ve físicamente comprometida ya sea por haber sufrido una caída, choque o penetración.

Mal uso térmico

El mal uso térmico puede ocurrir cuando se expone una batería a fuentes de calor externas.

Mal uso eléctrico

El mal uso eléctrico puede ocurrir al sobrecargar, cargar muy rápido o cargar a un alto voltaje, o descargar muy rápido la batería.

Impactos medioambientales

Los impactos medioambientales que pueden provocar fallas de baterías incluyen actividad sísmica, daños al cableado causados por roedores, calor extremo e inundaciones.

¿Cómo ayudamos a mantener seguros a personas y propiedad?



Para el Diseñador/Instalador:

Protección/Prevención de explosiones

Si existe una cantidad suficiente de baterías en una habitación como para crear una atmósfera explosiva, deberían instalarse sistemas de prevención de explosiones o de venteo de deflagración según NFPA 69, *Norma sobre Sistemas de Prevención de Explosiones* y NFPA 68, *Norma sobre Protección contra Explosiones por Venteo de Deflagración*.

Sistema de supresión de incendios

Las pruebas han demostrado que el agua es el medio más efectivo para enfriar un incendio de un SAE. Un sistema de rociadores que cumple con NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*, debería instalarse en los edificios que cuentan con SAE.

Sistema de gestión de baterías

Un sistema que monitorea, controla y optimiza el rendimiento de un módulo individual o múltiple de batería en un SAE y que puede controlar la desconexión del/de los módulo(s) del sistema en caso de condiciones anormales.

Espaciamiento

Las unidades de SAE deberían agruparse en pequeños segmentos limitados a ciertos kilovatios hora (kWh) y estar separadas de otros segmentos y muros para evitar una propagación horizontal. La tabla a continuación, que resume la información de un informe de la Fundación de Investigación de Protección contra Incendios, "Guía para la Protección con Rociadores para Sistemas de Almacenamiento de Energía a Base de Ion de Litio" (2019), demuestra el espaciamiento recomendado para la prueba de productos químicos y arreglos específicos.

Separación recomendada para sistemas de almacenamiento de energía de baterías de ion de litio

Tipo & Capacidad de SAE	Combustibilidad del objeto	Con rociadores	Sin rociadores
LFP 83 kWh	Combustible	–	1.8 m (6 pies)
	No combustible	–	1.2 m (4 pies)
NMC 47 kWh	Combustible	2.7 m (9 pies)	4.0 m (13 pies)
	No combustible	1.8 m (6 pies)	2.4 m (8 pies)
NMC 125 kWh	Combustible	–	1.2 m (4 pies)
	No combustible	–	< 0.9 m (< 3 pies)
LFP 31 kWh	Combustible	1.5 m (5 pies)	1.8 m (6 pies)
	Noncombustible	0.9 m (3 pies)	1.2 m (4 pies)



Para la Autoridad Competente:

Lista de verificación de permisos

Los permisos deberían ser emitidos por y en cumplimiento con los procedimientos de todas las autoridades competentes y deberían llevar el nombre y firma de cada autoridad competente o su representante designado. Además, el permiso debería indicar lo siguiente:

1. Propósito del SAE para el que se emite el permiso



SEGURIDAD DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA *CONTINUACIÓN*

2. Tipo de SAE, dimensión, peso desglosado por subcomponentes o subsistemas, tipo y cantidad de cualquier material peligroso, arreglo general del sistema y alcance del trabajo a ser realizado
3. Domicilio donde se instalará u operará el SAE
4. Nombre y domicilio del titular del permiso
5. Número y fecha de emisión del permiso
6. Período de validez del permiso
7. Requisitos de la inspección



Para el Cuerpo de Bomberos:

Planificación previa al incidente

El cuerpo de bomberos debería elaborar un plan previo al incidente para responder a los incendios, explosiones, y otras condiciones de emergencia asociadas con la instalación de SAE, y el plan previo al incidente debería incluir los siguientes elementos:

1. Comprender los procedimientos incluidos en la operación de la planta y plan de respuesta de emergencia descrito.
2. Identificar los tipos de tecnologías de SAE presentes, los posibles peligros asociados con los sistemas, y los métodos para responder a los incendios e incidentes asociados con el SAE específico.
3. Identificar la ubicación de todos los interruptores de desconexión en el edificio y comprender que la energía eléctrica almacenada en los equipos del SAE no puede ser siempre eliminada o aislada.
4. Comprender los procedimientos para cerrar y desenergizar o aislar los equipos para reducir el riesgo de incendio, choque eléctrico y peligros de lesión personal.
5. Comprender los procedimientos para tratar con los equipos de los SAE dañados en un incidente posterior al incendio, incluso lo siguiente:
 - a. Reconocer que la energía eléctrica atrapada en baterías de almacenamiento y otros SAE dañados en un incendio tiene el potencial de reignición largo tiempo después de la extinción inicial.
 - b. Contactar al personal calificado para quitar de forma segura los equipos de SAE dañados de las instalaciones (Esta información de contacto se incluye en el plan de respuesta de emergencia y operación de instalaciones).

Planificación de operaciones de emergencia

Se debería crear un plan de operaciones de emergencia que debería contener elementos tales como los procedimientos para apagar de forma segura el sistema, los procedimientos para quitar los SAE dañados, los procedimientos generales de emergencia, y la capacitación anual del personal.

ESTUDIO DE CASO: Incendio en el parque eólico Kahuku

Se desató un incendio en el parque eólico Kahuku en la costa norte de Oahu, Hawaii durante el verano del 2012. Este era un depósito de baterías de 10,000 pies² en donde se ubicaba un sistema de 15 megavatios que contenía alrededor de 12,000 baterías de plomo ácido. El incendio representó un desafío en cuanto a su extinción, ardiendo durante más de 13 horas y con brasas durante más de 36 horas. El sistema sufrió importantes daños. Este evento demostró la necesidad de que los socorristas cuenten con un mayor conocimiento sobre este tema.

Preguntas frecuentes sobre SAE en batería

P: ¿Qué norma de NFPA cubre la instalación de los SAE?

R: Si está instalando un SAE ya sea en una construcción nueva o en una remodelación, debería revisar los requisitos de NFPA 855, *Norma para la Instalación de Sistemas de Almacenamiento de Energía*.

P: ¿Cuál es el mejor agente de extinción para un incendio en un SAE en batería?

R: Las pruebas han demostrado que el agua es el agente más eficaz para enfriar un SAE en batería. Por esta razón, NFPA 855, *Norma para la Instalación de Sistemas de Almacenamiento de Energía* exige un sistema de rociadores diseñado de conformidad con NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*.

P: He oído que un SAE puede sufrir una reignición varios días después de haberse extinguido un incendio, ¿es cierto?

R: Las baterías de ion de litio han demostrado que pueden encenderse o volver a encenderse, largo tiempo después de haber sufrido daños o haber estado sometidas a un incendio – horas, días o incluso semanas después.

P: ¿Está bien utilizar una manguera contra incendios para extinguir un incendio de una batería de ion de litio?

R: El estudio de UL “Proyecto de Investigación sobre Seguridad de los Bomberos e Instalaciones Fotovoltaicas” (2011) ha demostrado que, para voltajes superiores a 1000 voltios de corriente directa, se puede aplicar agua de forma segura dadas las condiciones correctas. Este estudio demostró que utilizar una boquilla ajustable con un patrón de niebla mínimo de 10 grados permitió una segura aplicación de agua a una distancia de 5 pies desde la fuente eléctrica de 1000 voltios de corriente directa; no obstante, debido a la posible conductividad del agua acumulada, el contacto puede exponerlo a una descarga.



SEGURIDAD DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA *CONTINUACIÓN*

PRÓXIMOS PASOS

- ✓ Visita nfpa.org/ess (en inglés) para conocer más y acceder a los últimos informes e investigación.
- ✓ Toma el [curso en línea sobre seguridad de sistemas solares y de almacenamiento de energía](#) para el personal del cuerpo de bomberos (en inglés).

RECURSOS

Departamento de Energía de los EE. UU.

Seguridad de los sistemas de almacenamiento de energía:
Revisión del plan y lista de verificación de la inspección (2017)

Underwriters Laboratories Inc.

Proyecto de Investigación sobre Seguridad de Bomberos e Instalaciones Fotovoltaicas (2011)

Informes de la Fundación de Investigación (en inglés)

Proyectos actualmente en curso:

[Energía atrapada dentro de baterías de ion de litio](#)

[Seguridad de bomberos en incendios de sistemas de almacenamiento de energía en batería](#) (proyecto de asesoramiento con la Universidad de Texas)

Informe: [Investigación sobre sistemas de almacenamiento de energía y desafío del diseño](#) (2019)

Informe: [Guías sobre protección con rociadores para sistemas de almacenamiento de energía a base de ion de litios](#) (2019)

Informes: [Evaluación sobre el uso y peligro de las baterías de ion de litio Fase I](#) (2011), [Fase II](#) (2013), [Fase III](#) (2016).

Informe: [Evaluación del peligro de los sistemas de almacenamiento de energía en baterías de ion de litio](#) (Febrero 2016)

Informe: [Elaboración de soluciones para la mitigación de incendios en sistemas fotovoltaicos \(FV\) instalados sobre techos de edificios](#) (2016)

Informe: [Revisión de las mejores prácticas de instalación de sistemas fotovoltaicos comerciales montados sobre techos y evaluación de todos los peligros](#) (2014)

Informe: [Foro grupal de investigación sobre seguros de la propiedad para riesgos de incendio de paneles](#) (2014)

Taller: [Sistemas de almacenamiento de energía y el entorno construido](#) (Noviembre 2015)

Informe: [Respuesta de emergencia a incidentes que incluyen peligros de baterías de vehículos eléctricos](#) (Julio 2013)

Normas NFPA Relevantes

Lea gratis los códigos y normas de NFPA en nfpa.org o haga clic en la norma para comprar una copia.

- ▶ [NFPA 1, Código de Incendios](#), edición 2018
- ▶ [NFPA 13, Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores](#), edición 2019
- ▶ [NFPA 68, Norma sobre Protección contra Explosiones por Venteo de Deflagración](#), edición 2018
- ▶ [NFPA 69, Norma sobre Sistemas de Prevención de Explosiones](#), edición 2019
- ▶ [NFPA 70®, Código Eléctrico Nacional](#), edición 2020
- ▶ [NFPA 110, Norma para Sistemas de Energía de Reserva y de Emergencia](#), edición 2019
- ▶ [NFPA 111, Norma para Sistemas de Energía Eléctrica Almacenada de Emergencia y de Reserva](#), edición 2019
- ▶ [NFPA 855, Norma para la Instalación de Sistemas de Almacenamiento de Energía](#), edición 2020
- ▶ [NFPA 1620, Norma para la Planificación Previa al Incidente](#), edición 2020



ES UN MUNDO GRANDE.
PROTEJÁMOSLO JUNTOS.®

El presente material contiene información básica sobre los sistemas de almacenamiento de energía (SAE). Identifica algunos de los requisitos en NFPA 855, Norma para la Instalación de Sistemas de Almacenamiento de Energía, edición 2020 hasta la fecha de su publicación. El presente material no representa la posición oficial de ningún comité técnico de NFPA sobre ningún tema de referencia, que está únicamente representada por los documentos de NFPA sobre dicho tema en su totalidad. Para un acceso gratuito a la versión completa y más actual de todos los documentos de NFPA tenga a bien ingresar a nfpa.org/docinfo. Las referencias a "Reglamentaciones relacionadas" no tiene como fin ser un listado abarcativo. NFPA no garantiza ni asegura la integridad de la información en el presente material y no se responsabiliza por los daños personales, daños a la propiedad y otro tipo de daños independientemente de su naturaleza, por el uso de esta información o por la confianza en ella. Al utilizar esta información, deberá confiar en su propio criterio y, cuando corresponda, consultar con un profesional competente.