



Foto por Dennis Schroeder, NREL 58020

Preparación de sistemas solares fotovoltaicos contra tormentas

Introducción

La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) y los expertos en la materia del Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) compilaron un conjunto de listas de verificación para ayudar a Puerto Rico y otras comunidades a prepararse para las tormentas. Los sistemas de energía renovable y energía distribuida tienen el potencial de proporcionar energía a vecindarios, residentes y ciertas instalaciones dentro de una comunidad, si esos sistemas están diseñados para proporcionar energía durante una interrupción de la red. Las listas de verificación de refuerzo de tormentas brindan acciones de preparación para tormentas que pueden aumentar las posibilidades de que los sistemas solares fotovoltaicos (PV) estén disponibles después de un evento climático severo.

El objetivo general de estas listas de verificación es aumentar la capacidad de supervivencia de los sistemas solares fotovoltaicos después de una tormenta. El aumento de la capacidad de supervivencia conduce a más energía

A principios de septiembre de 2017, el huracán Irma pasó por el norte de Puerto Rico, trayendo vientos fuertes y sostenidos, dejando a más de 1 millón de residentes sin electricidad. Dos semanas después, el huracán María azotó a Puerto Rico con una fuerza de categoría 4, dañando aún más la red eléctrica. El daño a la infraestructura de la isla limitó los esfuerzos de ayuda humanitaria, así como las reparaciones de la red eléctrica. Dos semanas después de los huracanes, las condiciones para muchos residentes no habían cambiado, con el 95% de la red sin operar, el 95% del servicio celular fuera, la mitad de la población sin agua potable y 11,000 personas en albergues.

disponible para los usuarios inmediatamente después de la tormenta. Los sistemas fotovoltaicos de mayor escala se pueden utilizar para servicios esenciales como centros regionales de atención médica, refugios de emergencia, tratamiento de agua así como aguas residuales. Los sistemas de menor escala pueden proporcionar servicios locales como refrigeración, comunicaciones o carga de teléfonos móviles. Acumulativamente, los sistemas fotovoltaicos operativos posteriores a la tormenta podrían permitir que más clientes reciban servicios con fuentes de generación de red limitadas posteriores a la tormenta.



Motivación

En ciertos casos, los sistemas solares fotovoltaicos pueden ofrecer ventajas como fuentes de energía resistentes después de desastres, incluidos los huracanes. Los sistemas fotovoltaicos pueden producir energía cerca del usuario final y pueden proporcionar energía diurna durante un corte de red. Cuando se combinan con sistemas de almacenamiento de batería y controles de aislamiento, estos sistemas pueden proporcionar energía más allá de las horas del día.

Para que los sistemas fotovoltaicos proporcionen energía, el sistema en sí debe sobrevivir al evento catastrófico. Si bien muchos sistemas fotovoltaicos en Puerto Rico sobrevivieron a los huracanes de 2017, varios no lo hicieron. Los informes posteriores al evento y las evaluaciones del sitio indican que gran parte del daño a los sistemas fotovoltaicos podría haberse evitado tomando medidas preventivas relativamente simples antes de la tormenta. Las listas de verificación previas a la tormenta se desarrollaron para ayudar a evitar o limitar el daño a un sistema fotovoltaico y apoyar a la energía local después de la tormenta. Las listas de verificación previas a la tormenta brindan a los propietarios y operadores la orientación para realizar una inspección superficial de su sistema fotovoltaico.



Los sistemas solares fotovoltaicos producen altos voltajes que pueden provocar descargas eléctricas que pueden provocar lesiones o la muerte. Es crucial que solo electricistas capacitados y calificados realicen trabajos en los componentes eléctricos de un sistema fotovoltaico.

Público objetivo

Estas listas de verificación están destinadas a los que poseen u operan sistemas fotovoltaicos: sistemas de servicios públicos montados en el suelo, sistemas distribuidos montados en el suelo, y sistemas distribuidos montados en el techo. La audiencia prevista varía según el tipo y tamaño del sistema fotovoltaico. Los sistemas distribuidos incluyen sistemas de menor escala tales como sistemas residenciales donde la electricidad se usa en o cerca de donde se produce.

Suponemos que las empresas públicas y productores de energía independientes están empleando a trabajadores eléctricos capacitados y certificados y que tienen acceso a piezas o componentes de repuesto, juegos de herramientas avanzados y equipo pesado para administrar sus sistemas fotovoltaicos montados en el suelo. Se supone que los propietarios de sistemas distribuidos tienen pocos o ninguno de estos recursos. Por lo tanto, es probable que la empresa de servicios públicos pueda abordar la mayoría de los problemas encontrados durante su lista de verificación, donde los propietarios del sistema residencial probablemente no podrán abordar estos problemas hasta después de la tormenta consultando a un electricista certificado.

Cómo pueden ayudar estas listas de verificación

El aumento de la capacidad de supervivencia de los sistemas fotovoltaicos también tiene beneficios de seguridad local. Durante condiciones de vientos fuertes, los sistemas fotovoltaicos pueden estar sujetos a fuerzas de carga de viento que pueden causar daños estructurales en los puntos de anclaje del sistema fotovoltaico. Cuando se monta en un tejado, estas fuerzas pueden causar grietas o agujeros en la envolvente del edificio, permitiendo que la lluvia entre en la estructura. Pueden producirse inundaciones en interiores, lo que podría desencadenar una cascada de problemas de seguridad, tal como los peligros de descargas eléctricas, la pérdida de espacio para refugios, la pérdida de acceso a alimentos y agua potable y un mayor riesgo de hipotermia.

Además, el apriete de tornillos inadecuado y / o la falla del sistema de anclaje pueden hacer que los módulos fotovoltaicos u otros componentes se conviertan en proyectiles aéreos. Esto puede representar un peligro directo para las personas o puede causar más daños a la infraestructura del edificio u otra propiedad. Seguir los elementos relativamente simples de las listas de verificación puede ayudar significativamente a evitar estos problemas.

Componentes principales de un sistema fotovoltaico

La siguiente sección enumera los componentes clave de un sistema fotovoltaico, proporciona una breve descripción de las funciones de los componentes y describe los problemas que pueden afectar la capacidad de supervivencia de los componentes durante una tormenta.

Módulos solares fotovoltaicos (PV)

Unidad formada por células solares que convierten la radiación solar en electricidad. Típicamente, los módulos solares tienen una lámina superior de vidrio sobre las células

solares. La hoja de vidrio se mantiene en su lugar con un marco de metal (generalmente de aluminio) alrededor del exterior del módulo. Los eventos de tormenta pueden agrietar o romper el vidrio de los módulos o separar los marcos. En ocasiones, los módulos también se denominan “paneles”.

Conectores de cable fotovoltaico

Los accesorios eléctricos entre dos módulos. Estos deben estar firmemente sujetos y asegurados debajo de los paneles. Pueden soltarse si no se aseguran de los vientos de tormenta y también pueden dañarse si se inundan. Los conectores del cable fotovoltaico unen varios módulos fotovoltaicos en “cadenas.” La electricidad fluye a través de estas cadenas, luego a través de los cables hasta el inversor, últimamente entregando electricidad a su casa o la red.

Cables DC

Los cables de CC llevan la energía de los módulos solares al inversor. Comienzan en la caja de conexiones en la parte posterior de cada panel. Estos cables deben enrutarse con clips de metal o bridas para cables. No deben apretarse demasiado para desgastar los revestimientos de los cables. Tampoco deben colgar sueltos y ser capaces de soplar con el viento. Pueden estar expuestos debajo de los módulos solares, pero deben enrutarse en conductos desde los módulos hasta el inversor.

Sujetadores de alambre o clips

Los cables que transportan energía desde los módulos fotovoltaicos generalmente se enrutan por debajo de los módulos y se mantienen en su lugar con bridas o clips. Estos dispositivos pueden ser de plástico o metal y mantienen los cables en su lugar y evitan que cuelguen sueltos. Los cables que cuelgan sueltos pueden volar y dañarse o desprenderse con vientos fuertes. Las ataduras de cables pueden degradarse con el tiempo y romperse (especialmente las ataduras de cables de plástico). Verifique debajo de los módulos fotovoltaicos en su sistema para asegurarse de que todos los cables estén asegurados con bridas o clips metálicos. Si falta alguno o si los cables cuelgan flojos, asegúrelos con bridas o clips. Los clips de alambre de metal especialmente diseñados son ideales, pero las bridas de plástico serán suficientes como una solución temporal para limitar el daño potencial.

Conductos

Los conductos se refieren a los tubos que protegen y enrutan los cables en un sistema. Protegen los cables de la exposición a los rayos UV u otros factores externos que pueden dañarlos y aseguran los cables en su lugar. Los conductos pueden dañarse o desprenderse durante las tormentas. Verifique que el conducto esté bien sujeto al techo, sellado y que los cables internos no estén expuestos.

Inversor

El inversor convierte la energía de CC en energía de CA que utilizan los electrodomésticos y la red eléctrica más grande. Suele ser una caja al costado o dentro de un edificio. En algunos casos, los módulos fotovoltaicos pueden tener “micro-inversores” debajo de cada módulo. Los inversores pueden dañarse por la entrada de agua debido a inundaciones o lluvias, escombros voladores o fallas eléctricas en el sistema.

Desconectores e interruptores de apagado del sistema

También se denominan desconectores de CA / CC. Estos son interruptores que cortan la energía de los módulos solares y evitan que fluya hacia la red eléctrica o hacia un edificio. Si nota daños o una vulnerabilidad a daños por tormenta o sospecha de un problema eléctrico, el curso de acción más seguro es desconectar el sistema. La desconexión también puede limitar la cantidad de daño que sufre un sistema en una tormenta. Nota: Los procedimientos de apagado y desconexión varían de un sistema a otro; si es posible, consulte al instalador del sistema para conocer el protocolo de apagado o desconexión adecuada.

Sistema de puesta a tierra

Por lo general, cables verdes insolados o los cables de cobre desnudos que conectan todos los componentes metálicos del sistema (como los marcos de aluminio alrededor de los módulos) y permiten que la carga fluya de manera segura fuera del sistema si algún componente metálico se carga (no deberían estar en condiciones normales de funcionamiento, y el sistema de puesta a tierra es una medida de seguridad). Los cables de conexión a tierra a menudo están conectados a una estaca de metal clavada en el suelo.

Estanterías

Las estanterías se refieren a la estructura entre los módulos fotovoltaicos y el techo. Hay muchos diseños de estanterías diferentes. Un diseño común es una rejilla metálica que se adjunta al techo que sostiene los módulos fotovoltaicos. Para los techos planos, un sistema de estanterías común utiliza vainas de plástico que se mantienen en su lugar mediante bloques de concreto o se fijan directamente al techo. Para techos de metal con junta alzada, los accesorios de metal a menudo se conectan a una junta del techo y sostienen un conjunto de estantería más grande o sostienen los módulos directamente. Independientemente del tipo, las estanterías pueden deformarse, doblarse, romperse o aflojarse. Una inspección visual minuciosa generalmente puede revelar daños sufridos por tensiones anteriores. Busque componentes doblados o piezas que no estén bien aseguradas entre sí. Los daños anteriores dejan al sistema más susceptible a más daños en eventos futuros.

Referencia pictórica

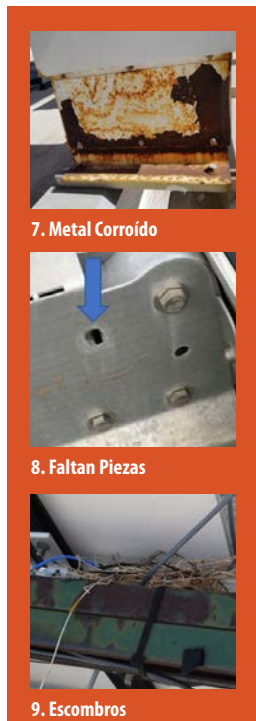
Módulos Fotovoltaicos



Conectores de Cable Fotovoltaico



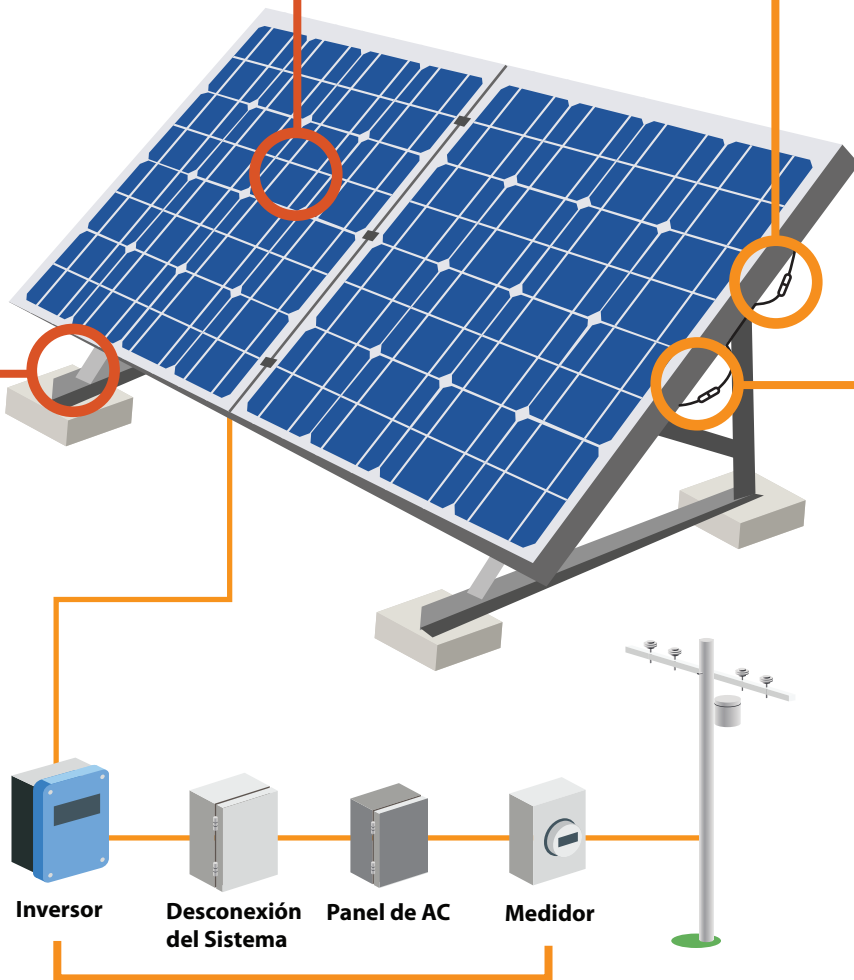
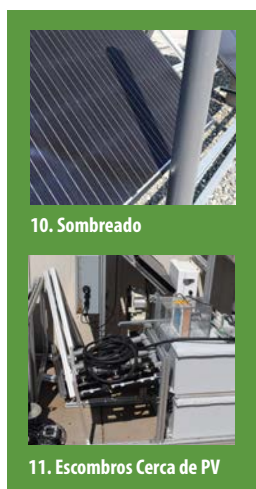
Estantería



Cables de Potencia



Medio Ambiente



Eléctrico



Las fotos muestran ejemplos de los sistemas y sus componentes y los suyos pueden parecer diferente. Consulta un instalador si tienes dudas o preguntas sobre algún componente del sistema.

Sujetadores (también accesorios, uniones atornilladas)

Los sujetadores incluyen todos los pernos, tuercas, arandelas, abrazaderas, clips y otros enfoques para sujetar estructuralmente el sistema fotovoltaico. Algunos sujetadores pueden sujetar los módulos fotovoltaicos al bastidor, algunos sujetan los componentes del bastidor entre sí, algunos pueden sujetar el sistema a un techo y otros se utilizan para asegurar los componentes eléctricos de un sistema. Los sujetadores que sujetan los módulos pueden sujetarlos desde la parte superior con una abrazadera o unir la parte inferior de los módulos a la estantería. Por lo general, hay cuatro puntos de conexión por módulo, aunque los sistemas individuales varían. En eventos climáticos como aquellos con vientos fuertes, los sujetadores pueden vibrar y aflojarse o incluso salirse de los componentes que deben mantener unidos. Por lo general, una inspección visual puede identificar los sujetadores faltantes. Verificar los sujetadores con una llave también puede indicar si están sueltos.

Cuándo y cómo usar las listas de verificación previas a la tormenta

Los elementos de estas listas de verificación están destinados a ser tareas que el propietario u operador de un sistema puede completar varios días o más antes de que llegue una tormenta. Las tormentas grandes, como los huracanes, generalmente se pronostican con suficiente anticipación para permitir un examen seguro de un sistema fotovoltaico antes de que azoten. No intente completar los elementos de la lista de verificación después de que los elementos de la tormenta comiencen a afectar el sitio. Los elementos de esta lista también representan buenas prácticas y comprobaciones de mantenimiento regulares o anuales para reducir la vulnerabilidad del sistema a eventos meteorológicos inesperados.

Se ha creado una lista de verificación previa a la tormenta para satisfacer las necesidades de cada tipo de público: sistemas de servicios públicos montados en el suelo, sistemas residenciales montados en el suelo y sistemas residenciales montados en el techo.

Para facilitar su uso, cada lista de verificación previa a la tormenta se divide en tres áreas temáticas principales: Sitio, Mecánica y Eléctrica. La lista de sitios se centra en el área y el entorno que rodean el sistema fotovoltaico. La lista Mecánica se concentra en el los partes estructurales que aseguran el sistema fotovoltaico. La lista eléctrica sigue el camino de la energía, desde los módulos fotovoltaicos hasta su conexión a la red o la casa.

Área del sitio

La lista de sitios se divide en dos objetivos funcionales: (1) Escombros e (2) Inundaciones. La lista de escombros se centra en la eliminación de escombros, material suelto u otro equipo que podría moverse o volar por el aire durante una tormenta y dañar potencialmente el sistema fotovoltaico, las estructuras o las personas. La lista de inundaciones habla de la posibilidad de que el sistema fotovoltaico se inunde durante la tormenta. La prevención de inundaciones es el objetivo principal mediante el drenaje y otros controles de ingeniería. Si aún existe un alto riesgo de inundación, el sistema debe apagarse durante la tormenta y no volver a energizarse hasta que lo revise un electricista certificado.

Área temática mecánica

La lista mecánica se divide en tres subsistemas: (1) módulos, (2) sujetadores y (3) estanterías. La lista de módulos inspecciona el módulo fotovoltaico en busca de daños estructurales o degradación por envejecimiento. La lista de sujetadores verifica la integridad estructural del sistema, cualquier parte suelto que pueda empeorar en condiciones de viento fuerte o cualquier parte faltante que deje el sistema susceptible a daños innecesarios en una tormenta. Esto incluye las partes para asegurar el módulo fotovoltaico a la estantería, un área problemática común en condiciones de viento fuerte. La lista de estanterías inspecciona estas partes que une los elementos de la estantería en busca de integridad estructural, corrosión y piezas sueltas o faltantes.

Área temática eléctrica

La lista eléctrica se divide en dos subsistemas: (1) conectores, cableado, y soportes, y (2) impermeabilización. La lista de conectores, cableado y soportes comienza en la caja de conexiones en la parte posterior de cada módulo fotovoltaico y sigue el cableado, los conectores, y el sistema de administración de cables para verificar si hay cables expuestos, conectores defectuosos y cables sueltos o colgantes. Cada uno de estos problemas puede iniciar una falla eléctrica y resultar en peligros eléctricos potenciales. La lista de impermeabilización ayuda a verificar los gabinetes eléctricos para asegurarse de que sean herméticos.

Recursos para aprender más

Sistemas solares fotovoltaicos en huracanes y otras condiciones meteorológicas adversas. Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable del Departamento de Energía de EE. UU., 2018. https://www.energy.gov/sites/prod/files/2018/08/f55/pv_severe_weather.pdf

Energía solar fotovoltaica en condiciones climáticas adversas: consideraciones de costos para sistemas fotovoltaicos de endurecimiento por tormentas para la resiliencia. Laboratorio Nacional de Energía Renovable, 2020. <https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/75804.pdf>

Solar bajo tormenta: Seleccione las mejores prácticas para sistemas fotovoltaicos resistentes de montaje en suelo con exposición a huracanes. Instituto de las Montañas Rocosas, 2018. https://rmi.org/wp-content/uploads/2018/06/Islands_SolarUnderStorm_Report_digitalJune122018.pdf

Solar bajo tormenta Parte II: Seleccione las mejores prácticas para sistemas fotovoltaicos resistentes de montaje en techo con exposición a huracanes. Instituto de las Montañas Rocosas, 2020. <https://rmi.org/solar-under-storm-part-ii-designing-hurricane-resilient-pv-systems/>

Diseño de viento para matrices solares. Asociación de Ingenieros Estructurales de California, 2017. <https://www.seaoc.org/store/viewproduct.aspx?ID=10228815>

Diseño eólico para matrices solares fotovoltaicas en cubiertas planas. Asociación de Ingenieros Estructurales de California, 2012. <https://www.seaoc.org/store/viewproduct.aspx?ID=9173712>

Huracanes Irma y María en Puerto Rico: desempeño del edificio, observaciones, recomendaciones y orientación técnica. FEMA P-2020. Octubre de 2018. https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-07/mat-report_hurricane-irma-maria-puerto-rico_2.pdf

Huracanes Irma y María en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos: desempeño del edificio, observaciones, recomendaciones y orientación técnica. FEMA P-2021. Septiembre de 2018. https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-07/mat-report_hurricane-irma-maria_virgin-islands.pdf

Guía de identificando, evaluando, y abordando vulnerabilidades riesgos, e impactos de clima para propietarios de sistemas fotovoltaicos. Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable del Departamento de Energía de EE. UU., 2021. <https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-09/pv-system-owners-guide-to-weather-vulnerabilities.pdf>

Planificación, adquisición y gestión de sistemas fotovoltaicos solares para un rendimiento a largo plazo, FEMP, <https://www.wbdg.org/continuing-education/femp-courses/fempodw077>

Referencias

"Resumen de los daños en PR provocados por el huracán Irma". Casiano Communications , 2017. <https://caribbeanbusiness.com/wrap-up-of-damages-in-p-r-caused-by-hurricane-irma/>

"Casi un año después de María, los funcionarios de Puerto Rico afirman que el poder está completamente restaurado". NPR, 2018. <https://www.npr.org/2018/08/15/638739819/nearly-a-year-after-maria-puerto-rico-officials-claim-power-totally-restored>

"Diseñando para el aire." NexTracker, A Flex Company, 2018. https://cdn2.hubspot.net/hubfs/1856748/nextracker_assets/pdfs/NEXT_whitepaper_092018.pdf

"Por qué Puerto Rico enfrenta una recuperación monumental" *USA Today*, September 26, 2017. <https://web.archive.org/web/20210730222221/https://www.usatoday.com/story/news/nation/2017/09/26/why-puerto-rico-faces-monumental-recovery-effort/703515001/> (accessed April 2022)

Aviso:

Este trabajo fue escrito por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable, operado por Alliance for Sustainable Energy, LLC, para el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) bajo el Contrato No. HSFE02-20-IRWA-0011. Financiamiento proporcionado por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los EE. UU. Y realizado bajo la administración técnica de la Oficina de Electricidad del Departamento de Energía. Las opiniones expresadas en el artículo no representan necesariamente las opiniones del DOE o del gobierno de los EE. UU. El gobierno de EE. UU. Retiene y el editor, al aceptar el artículo para su publicación, reconoce que el gobierno de EE. UU. Retiene una licencia mundial no exclusiva, pagada, irrevocable para publicar o reproducir la forma publicada de este trabajo, o permitir que otros lo hagan, para fines del gobierno de EE. UU.

Renuncia:

Los métodos, la información y el asesoramiento en esta publicación son solo para fines de información general, y no están destinados a constituir asesoramiento profesional y no deben ser invocados o tratados como un sustituto de consejos específicos relevantes para circunstancias particulares. Los métodos, la información y el asesoramiento son proporcionados "tal cual" por DOE / NREL / Alliance y sin ninguna garantía expresa o implícita (incluyendo, sin limitación, cualquier en cuanto a la calidad, precisión, integridad o idoneidad o cualquier propósito particular de los métodos, información y asesoramiento). Ninguno de los autores o DOE/NREL/Alliance son responsables de su uso o confianza en los métodos, información y consejos contenidos en esta publicación. DOE, NREL y ALLIANCE no garantizan ni respaldan ningún resultado generado por el uso de los métodos, la información y los consejos de esta publicación, y el usuario es totalmente responsable de cualquier confianza en los métodos, la información y el asesoramiento en general.

Lista de verificación antes de la tormenta: Sistemas solares fotovoltaico (PV) de servicios públicos montados en el suelo

Sitio: escombros

- Limpiar el sitio de cualquier residuo, material suelto o equipo que ya no se use (si es posible); de lo contrario, amarre.
- Amarre o ancle otro equipo en uso.
- Corte la vegetación o las ramas de los árboles que puedan dañar el sistema.
- Retire la instrumentación delicada, como los piranómetros montados externamente.

Sitio: inundaciones

- Asegúrese de que los sistemas de drenaje y control de inundaciones funcionen y estén libres de escombros.
- Analice la altura de los inversores, apague las cadenas que probablemente se inunden.

Mecánico: módulos

- Verifique la estructura del módulo para garantizar la integridad estructural, retire los módulos dañados.
- Revise el módulo en busca de daños, incluida la hoja frontal, la hoja posterior, el sello del borde y la caja de conexiones para ver si están expuestas; reemplácelo si es posible o asegúrese de que el módulo / cadena permanezca sin energía durante la tormenta.
- Tome imágenes (visual, infrarroja, electroluminiscencia) para capturar el estado de la matriz antes del evento.

Mecánico: sujetadores

- Compruebe si hay sujetadores faltantes o corroídos y reemplácelos si es necesario.
- Verifique la torsión de los sujetadores y apriételes de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Mecánico: estantería

- Revise todos los herrajes en busca de corrosión, piezas faltantes o dañadas, y reemplácelas si es necesario.
- Verifique el par de apriete de los accesorios de la estantería y apriételes de acuerdo con las especificaciones del fabricante, si es necesario.
- En el caso de los sistemas de seguimiento, guárdelo con un ángulo de viento alto.

Eléctrico: conectores, cableado y soportes

- Antes de realizar cualquier ajuste o modificación eléctrica, asegúrese de que todos los desconectores, fusibles, interruptores y disyuntores de CA / CC del sistema estén en la posición abierta.
- Compruebe que la caja de conexiones esté fijada de forma segura al módulo y esté intacta.
- Verifique que las conexiones de los cables fotovoltaicos estén bien conectadas y no presenten corrosión, reemplácelas si es necesario, evite el acoplamiento cruzado cuando sea posible.

Lista de verificación antes de la tormenta: Sistemas solares

Continuada en la página siguiente.

fotovoltaico (PV) de servicios públicos montados en el suelo,

continuada

- Revise el cableado de CC del sistema en busca de torceduras, daños o conductores expuestos, reemplácelos si es necesario.
- Inspeccione cualquier otra conexión de cable en busca de contacto seguro y corrosión, reemplace o repare si es necesario, evite el acoplamiento cruzado cuando sea posible.
- Verifique que las ataduras de cables, los clips y / o las abrazaderas estén en su lugar, sujetando el cable firmemente a los marcos del módulo y a las estanterías. El cable no debe estar colgando o suelto, pero no debe tensarse contra superficies metálicas que puedan desgastar el revestimiento con vientos fuertes o dañar los conectores. Reemplace los materiales dañados o desgastados con bridas resistentes a los rayos UV y clips / abrazaderas de alambre (preferiblemente de metal y no de plástico) en los módulos y rieles, si es posible.
- Si se utiliza un conducto, verifique el conducto para asegurarse de que no esté dañado y sea continuo; reemplazar o reparar si es necesario
- Si se utiliza un conducto, verifique los soportes del conducto y asegúrese de que el conducto esté asegurado, reemplácelo si es necesario.
- Verificar la integridad estructural, la corrosión y la estanqueidad de los gabinetes (incluye cajas de combinación, cajas de inversor y gabinetes de almacenamiento de baterías); Reemplace o repare si es necesario.
- Verifique el montaje estructural de los gabinetes, apriételos según las especificaciones o reemplácelos si es necesario.
- Verifique las conexiones eléctricas en los gabinetes (incluye corrosión, conectores dañados y verificación de torque en todos los conectores de alimentación atornillados); reemplace, repare o apriete si es necesario.
- Verifique el sistema de puesta a tierra para ver si las conexiones están apretadas y la continuidad eléctrica del sistema.

Eléctrico: impermeabilización

- Revise las juntas, los accesorios de los conductos y los sellos en las penetraciones en los gabinetes eléctricos para evitar la lluvia impulsada por el viento, apriete y / o aplique sellador para exteriores si es necesario.
- Asegúrese de que los paneles de acceso a los gabinetes estén cerrados y asegurados, cuando sea posible.
- Instale un orificio de drenaje en la parte inferior del gabinete eléctrico para que la humedad que ingrese pueda escapar.



*Se deben tomar precauciones eléctricas.

Lista de verificación antes de la tormenta: Sistemas solares fotovoltaicos (PV) montados en el suelo

Sitio: escombros

- Limpiar el sitio de todos los escombros, materiales y equipos que ya no se utilicen (ver imágenes 10-11), si es posible; de lo contrario, amarre.
- Amarre o ancle HVAC y otros equipos en uso.
- Corte la vegetación o las ramas de los árboles que puedan dañar el sistema.

Sitio: inundaciones

- Asegúrese de que los sistemas de drenaje y control de inundaciones funcionen y estén libres de escombros.

Mecánico: módulos

- Verifique la estructura del módulo para asegurar la integridad estructural.
- Compruebe el módulo en busca de daños (consulte las imágenes 1-4).
- Tome fotos para capturar el estado de la matriz antes del evento.

Mecánico: sujetadores

- Realice una verificación de apriete en los sujetadores del sistema y apriételes, si es posible.
- Compruebe si hay sujetadores faltantes o corroídos y reemplácelos, si es posible.

Mecánico: estantería

- Revise todos los herrajes en busca de corrosión, piezas faltantes o dañadas (vea las imágenes 7-8) y reemplácelas, si es posible.
- Quite cualquier residuo (vea la imagen 9).
- Realice una verificación de apriete en los accesorios de la estantería y apriételes, si es posible.

Eléctrico: conectores, cableado y soportes

- Antes de realizar cualquier ajuste o modificación eléctrica, asegúrese de que todos los desconectores, fusibles, interruptores y disyuntores de CA / CC del sistema estén en la posición abierta. Asegúrese de que todo el trabajo eléctrico sea realizado por un electricista calificado. *
- Compruebe que la caja de conexiones esté fijada de forma segura al módulo y esté intacta. *
- Compruebe que las conexiones del cable fotovoltaico estén conectadas de forma segura (consulte la imagen 5), que no presenten corrosión ni estén dañadas (consulte la imagen 6). *
- Asegúrese de que todas las bridas para cables estén en su lugar (consulte la imagen 17), sujetando el cable de manera segura a los marcos del módulo y al bastidor. El cable no debe estar colgando o suelto (ver imagen 15), pero no debe tensarse (ver imagen 16) o contra superficies metálicas que puedan desgastar el revestimiento con vientos fuertes o dañar los conectores. * Reemplace los materiales dañados o desgastados con rayos ultravioleta. bridas resistentes y clips / abrazaderas de alambre (preferiblemente de metal y no de plástico) en módulos y rieles, si es posible.

Continuada en la página siguiente.

Lista de verificación antes de la tormenta: Sistemas solares fotovoltaicos (PV) montados en el suelo *continuada*

- Revise todo el cableado del sistema desde los módulos hasta el inversor para ver si hay conductores expuestos (consulte la imagen 18). *
- Inspeccione otras conexiones de cables para comprobar si hay contacto seguro y corrosión. *
- Si usa un conducto, verifique el conducto para asegurarse de que no esté dañado y sea continuo. *
- Si usa un conducto, verifique los soportes del conducto y asegúrese de que esté asegurado.
- Compruebe la integridad, la corrosión y la estanqueidad de los envoltentes. Esto incluye cajas de combinación, cajas de inversor y gabinetes de almacenamiento de baterías. *
- Realice una verificación de apriete en el equipo de montaje estructural para los gabinetes y apriete, si es posible.
- Revise las conexiones eléctricas en los gabinetes para ver si hay corrosión, conexiones dañadas o quemadas (vea las imágenes 12-14), incluidos todos los conectores de alimentación atornillados. *
- Verifique el sistema de conexión a tierra para ver si las conexiones están apretadas y la continuidad visual del sistema. *

Eléctrico: impermeabilización

- Revise las juntas, los accesorios de los conductos y los sellos en las penetraciones en los gabinetes eléctricos para evitar la lluvia impulsada por el viento; apriete y / o aplique sellador apto para exteriores si es posible.
- Asegúrese de que los paneles de acceso al equipo estén cerrados y asegurados, si es posible.

Pasos finales

- Durante la tormenta, se recomienda apagar el sistema y colocar todos los desconectores en la posición "abierto". *



*Se deben tomar precauciones eléctricas.

Lista de verificación antes de la tormenta: Sistemas solares fotovoltaicos (PV) montados en el techo

Sitio: escombros

- Limpiar el sitio de todos los escombros, materiales y equipos que ya no se utilicen (ver imágenes 10-11), si es posible; de lo contrario, amarre.
- Amarre o ancle HVAC y otros equipos en uso.
- Corte la vegetación o las ramas de los árboles que puedan dañar el sistema.
- Limpie los desagües del techo de cualquier residuo e instale una cubierta de desagüe del techo, si es posible.

Sitio: inundaciones

- Asegúrese de que los sistemas de drenaje y control de inundaciones funcionen y estén libres de escombros.
- Asegúrese de que las penetraciones del techo sean herméticas y aplique sellador apto para exteriores, si es posible.

Mecánico: módulos

- Verifique la estructura del módulo para asegurar la integridad estructural.
- Compruebe el módulo en busca de daños (consulte las imágenes 1-4).
- Tome fotos para capturar el estado de la matriz antes del evento.

Mecánico: sujetadores

- Realice una verificación de apriete en los sujetadores del sistema y apriételos, si es posible.
- Compruebe si hay sujetadores faltantes o corroídos y reemplácelos, si es posible.

Mecánico: estantería

- Revise todos los herrajes en busca de corrosión, piezas faltantes o dañadas (vea las imágenes 7-8) y reemplácelas, si es posible.
- Quite cualquier residuo (vea la imagen 9).
- Realice una verificación de apriete en los accesorios de la estantería y apriételos, si es posible.

Eléctrico: conectores, cableado y soportes

- Antes de realizar cualquier ajuste o modificación eléctrica, asegúrese de que todos los desconectores, fusibles, interruptores y disyuntores de CA / CC del sistema estén en la posición abierta. Asegúrese de que todo el trabajo eléctrico sea realizado por un electricista calificado. *
- Compruebe que la caja de conexiones esté fijada de forma segura al módulo y esté intacta. *
- Compruebe que las conexiones del cable fotovoltaico estén conectadas de forma segura (consulte la imagen 5), que no presenten corrosión ni estén dañadas (consulte la imagen 6). *

Continuada en la página siguiente.

Lista de verificación antes de la tormenta: Sistemas solares fotovoltaicos (PV) montados en el techo *continuada*

- Asegúrese de que todas las bridas para cables estén en su lugar (consulte la imagen 17), sujetando el cable de manera segura a los marcos del módulo y al bastidor. El cable no debe estar colgando o suelto (ver imagen 15), pero no debe tensarse (ver imagen 16) o contra superficies metálicas que puedan desgastar el revestimiento con vientos fuertes o dañar los conectores. * Reemplace los materiales dañados o desgastados con rayos ultravioleta. bridas resistentes y clips / abrazaderas de alambre (preferiblemente de metal y no de plástico) en módulos y rieles, si es posible.
- Revise todo el cableado del sistema desde los módulos hasta el inversor para ver si hay conductores expuestos (consulte la imagen 18). *
- Inspeccione otras conexiones de cables para comprobar si hay contacto seguro y corrosión. *
- Si usa un conducto, verifique el conducto para asegurarse de que no esté dañado y sea continuo. *
- Si usa un conducto, verifique los soportes del conducto y asegúrese de que esté asegurado.
- Compruebe la integridad, la corrosión y la estanqueidad de los envolventes. Esto incluye cajas de combinación, cajas de inversor y gabinetes de almacenamiento de baterías. *
- Realice una verificación de apriete en el equipo de montaje estructural para los gabinetes y apriete, si es posible.
- Revise las conexiones eléctricas en los gabinetes para ver si hay corrosión, conexiones dañadas o quemadas (vea las imágenes 12-14), incluidos todos los conectores de alimentación atornillados. *
- Verifique el sistema de conexión a tierra para ver si las conexiones están apretadas y la continuidad visual del sistema. *

Eléctrico: impermeabilización

- Revise las juntas, los accesorios de los conductos y los sellos en las penetraciones en los gabinetes eléctricos para evitar la lluvia impulsada por el viento; apriete y / o aplique sellador para exteriores, si es posible.
- Asegúrese de que los paneles de acceso al equipo estén cerrados y asegurados, si es posible.

Pasos finales

- Durante la tormenta, se recomienda apagar el sistema y colocar todos los desconectores en la posición "abierto". *



*Se deben tomar precauciones eléctricas.