

Guía de control de riesgos

PANELES FOTOVOLTAICOS

Introducción y alcance

El propósito del presente documento es proporcionar una guía a los usuarios finales de las plantas fotovoltaicas (PV), incluyendo las instalaciones montadas en azoteas y aquellas montadas a nivel del suelo.

Fotovoltaico es el término utilizado para describir la conversión directa de la energía solar (fotones) en energía eléctrica por medio de semiconductores. El efecto fotovoltaico es un fenómeno físico y químico. Las instalaciones PV eliminan la necesidad de contar con generadores impulsados por máquinas al aprovechar la energía lumínica procedente del sol y convertirla directamente en una forma útil de energía eléctrica.

Existen 2 tecnologías reconocidas:

- Las células fotovoltaicas de silicio cristalino son las más usuales pero requieren una mayor inversión debido a su elevado contenido de silicio. Los subtipos de esta tecnología son (en orden decreciente de eficiencia): los paneles monocristalinos, los policristalinos y los paneles de capa gruesa (thick film).
- Las células fotovoltaicas de capa fina constituyen un nuevo desarrollo que requiere únicamente una fracción de contenido de silicio que, sin embargo, resulta en una menor eficiencia eléctrica (aproximadamente la mitad de las de silicio cristalino).

El tipo más común son las de silicio policristalino debido a su mayor rentabilidad.

En el presente documento se tomarán en consideración los siguientes factores:

- Componentes y especificaciones del sistema.
- Consideraciones de diseño e instalación
- Consideraciones relativas a la operación
- Mantenimiento e inspecciones
- Riesgos materiales
- Expectativas de pérdidas

Componentes y especificaciones del sistema

Terminología

Los principales componentes de una planta PV son los siguientes:

- Celda PV: pequeño dispositivo eléctrico (15cm x 15cm) que convierte la energía solar en electricidad CC (corriente continua).
- Módulo/panel PV: marco autoportante que agrupa varias celdas PV interconectadas. Sus características habituales son: 72 (6x12) celdas, 300 vatios (máximo), 36 voltios, 8 amperios, 15% eficiencia, 26kg.
- Array fotovoltaico: conjunto de módulos PV interconectados, generalmente con conectores MC4. Están instalados en estructuras que pueden ser fijas o móviles (seguidores solares).
- Caja de distribución: recinto en el que los módulos y los sistemas PV se interconectan.
- Inversor: equipo de electrónica de potencia que convierte la corriente continua de un sistema fotovoltaico en corriente alterna de frecuencia industrial (50/60Hz).
- Transformador: equipo pasivo utilizado para aumentar el voltaje de la corriente alterna, Pueden ser transformadores secos y de aceite.
- UPS: Sistema de alimentación ininterrumpida que incluye baterías, principalmente usados como back up de los sistemas de control.
- Cableado, puesta a tierra y equipos de medida.

Normativa

El sistema de generación fotovoltaica deberá diseñarse con arreglo a las normas internacionales. Las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, en sus siglas en inglés) aplicables son:

- IEC (EN) 61215 Módulos fotovoltaicos. Cualificación del diseño y homologación
- IEC (EN) 61730 Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV)
- IEC (EN) 61701 Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).

Estas normas reflejan los últimos desarrollos y la experiencia en materia de seguridad en módulos fotovoltaicos, por lo que en caso de que no se cumplan, se efectuará un estudio detallado de la instalación.

Las siguientes normas IEC resultan aplicables a otros equipos:

- IEC (EN) 62093 - Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos (baterías, inversores, diodos...)
- IEC (EN) 62109 - Seguridad de los convertidores de potencia en sistemas de potencia fotovoltaicos.

Las normas del Underwriters Laboratory para paneles fotovoltaicos son las siguientes:

- Norma UL 1703 para módulos y paneles fotovoltaicos de placa plana
- Norma UL 2703 para sistemas de montaje, dispositivos de montaje, dispositivos de anclaje/retención y fijación de suelo para su uso en módulos y paneles fotovoltaicos de placa plana.

Esta última es la única norma internacional para los sistemas de montaje.

También podrán aplicarse otras normas locales en función de la ubicación.

Consideraciones de diseño e instalación

Existen importantes factores a tomar en cuenta durante el diseño y la instalación de sistemas de paneles fotovoltaicos que afectan tanto al rendimiento del sistema como al control de riesgos. Las consideraciones principales son las siguientes:

Ubicación

- Las condiciones medioambientales locales a tomar en cuenta son las velocidades de viento nominales y máximas, los riesgos de tormentas de granizo y arena y las zonas con riesgo de terremoto, rayos e inundación. Deben considerarse especialmente las cargas de viento, nieve y arena. Los cálculos han de ser revisados.
- El Eurocódigo 1 se utilizará para el diseño por viento de las fijaciones. Las mayores cargas de viento son las que más cerca están de los extremos y a aproximadamente una distancia de una décima parte hacia el interior, por lo que no es inusual contar con dos diseños con muchas más fijaciones alrededor del perímetro. Si no puede garantizarse su resistencia, deberá tomarse en consideración la instalación de deflectores de viento que impidan que el viento penetre por debajo del sistema.
- En los sistemas de azotea, la resistencia de la cubierta debe garantizarse tomando en cuenta el componente de peso y las cargas adicionales causadas por las tormentas de arena o nieve, por el deshielo y el hielo. Los balastos representan un riesgo para la integridad del tejado y deberían evitarse.
- Los racks deberán anclarse de forma mecánica a la estructura del tejado, evitando adhesivos y balastos ya que está demostrado que son inseguros en caso de vientos fuertes. Con tejados de paneles metálicos, fije la estructura por debajo de estos siempre que esto no rompa la membrana de aislamiento/impermeabilidad. De lo contrario, utilice clips especiales aprobados por el fabricante de la cubierta. Si esto no fuera posible, deberán realizarse y verificarse cálculos detallados ya que es posible que sea necesario realizar diseños especiales.
- La resistencia de los módulos fotovoltaicos para ubicaciones normales será de 2400Pa (elevación/viento) y de 5400Pa (nieve). No obstante, esto puede incrementarse en aquellas zonas con probabilidad de vientos fuertes o tormentas de nieve o arena (es decir, se requerirá una resistencia a la elevación de 5400Pa en zonas de huracanes).
- Deberá otorgarse especial consideración cuando los vientos procedan predominantemente del norte (en el hemisferio norte) o del sur (en el hemisferio sur) ya que esto incrementa la exposición del viento en el escenario más desfavorable debido a la inclinación de los módulos.
- Los seguidores solares giratorios (trackers) son especialmente susceptibles a los daños por viento, por lo que deberá considerarse la instalación de un sistema automático que mueva rápidamente los paneles a la posición de seguridad (horizontal) así como de deflectores de viento que eviten un efecto de resonancia.
- La ubicación de los paneles deberá asegurar que existe espacio suficiente entre los paneles para permitir el acceso a la hora de asegurar los pernos y realizar inspecciones generales. Para poder garantizar estas tareas, deberán dejarse caminos de paso. Asimismo, deberán instalarse accesos a cada desagüe para poder comprobar la existencia de restos y limpiarlos. No se instalarán paneles sobre los desagües. Se recomienda contar con un espacio adicional de 1,2-m cada 46-m en cada dirección y cerca de los extremos del tejado para facilitar el acceso de los bomberos. Deberá proporcionarse un espaciado de 1,5-m con los tragaluces, siempre y cuando los paneles tengan resistencia al fuego clase 1 y el techo sea no combustible. Con paneles que no sean clase 1, al menos 3 metros. Asegúrese de que los exutorios pueden abrirse totalmente con los paneles instalados. Se deberán especificar tuercas dobles para los pernos de los paneles, en particular

cuando no sea posible contar con acceso para el apriete periódico de las tuercas. La segunda tuerca deberá ser una tuerca de seguridad de acero inoxidable de inserción de nylon.

- Hidrología. Deberá evaluarse el estudio hidráulico. Para el cálculo de todos los sistemas de drenaje se tomará en consideración un periodo de retorno de 100 años.
- El efecto de las inundaciones por agua resulta especialmente arriesgado para los convertidores y las baterías ya que son muy proclives a sufrir daños por agua. En el caso de que existiera esta posibilidad estos deberán elevarse o reubicarse.
- Condiciones del terreno. En los sistemas montados en el suelo, el Consultor de Riesgos deberá evaluar los estudios geotécnicos y de los niveles freáticos, incluyendo el riesgo de arcilla expansiva y/o licuefacción del suelo, asegurándose de que todas las mitigaciones recomendadas se incorporen al proyecto.
- Los paneles fotovoltaicos no deberían colocarse en tejados inflamables o tejados con aislamiento inflamable. En las instalaciones existentes de este tipo, deberán tomarse precauciones especiales debido al riesgo inherente. En estos casos, resulta fundamental mantener una superficie uniforme que permita una resistencia continua a lo largo y ancho del sistema de módulos para evitar puntos calientes producidos por el efecto de disparidad de las celdas: las celdas dañadas o a la sombra que producen menor corriente en un "string" (grupo de paneles conectados en serie) disipan la potencia creada en las que están bien. Las medidas de mitigación incluyen la maximización de la frecuencia de la limpieza de los módulos y la pronta sustitución de las unidades dañadas, asegurándose de que se instalan diodos de by-pass maximizando, asimismo, la frecuencia de las revisiones/ aprietes de los conectores y los análisis de infrarrojos. El sombreado parcial de los módulos provocado por antenas, postes u otras estructuras deberá evitarse reorganizando las instalaciones si es necesario. Por lo que respecta a las nuevas instalaciones, cualquier capa inflamable deberá ser sustituida o convenientemente cubierta con anterioridad al montaje de las estructuras. Los módulos dañados deberán ser reemplazados a la mayor brevedad posible, sin colocar cinta sobre ellos. Deberán evitarse los módulos fotovoltaicos sin diodos de bypass. RSA ha sufrido pérdidas en casos en los que los incendios en paneles solares se propagaron a las cubiertas inflamables de los edificios. La presencia de paneles en los tejados permite que el calor radiante se transfiera al panel desde el tejado y viceversa en caso de incendio y haga que las llamas se redireccionen mucho más cerca del tejado que en un incendio típico de una cubierta. Esto puede aumentar el riesgo de incendio del tejado individual y de los sistemas de los paneles ya que es posible que el flujo de calor de un incendio exceda un punto crítico, permitiendo de ese modo la propagación del fuego.

Equipos

- Tomando en consideración el potencial de entrada de polvo y agua, los equipos y componentes externos deberán tener la calificación IP-65 (Europa), NEMA 4 (América del Norte), lo que significa que no permiten la entrada de polvo y son resistentes a chorros de agua de fuerza normal. Dado que esto limita la posibilidad de disipar el calor, deberán comprobarse periódicamente las cajas de derivación equipadas con equipos generadores de calor en su interior, tales como diodos.
- Todos los equipos eléctricos deberán quedar protegidos de la radiación solar. Las baterías del UPS, los convertidores y los transformadores secos son especialmente susceptibles de sufrir daños bajo altas temperaturas. Los racks de baterías deberán tener aire acondicionado en un rango de 20-25°C. La temperatura de diseño de los inversores y de los transformadores secos deberá ser de 50°C. La sala de inversores y los transformadores deberán incorporar ventilación forzada. Se prestará especial atención a las unidades dentro de contenedores al ser propensas al sobrecalentamiento.
- Los inversores deberán estar equipados con dispositivos de protección de sobretensión tanto por el lado de corriente alterna como de corriente continua. Asimismo, las cajas de derivación, las líneas de transmisión de datos y las conexiones de la red eléctrica deberán contar con dispositivos de protección de sobretensión.

- El lado de corriente continua del inversor deberá contar con una protección de fallo a tierra de alta sensibilidad, a fin de detectar fallos de aislamiento graves. Estos fallos han originado incendios en el pasado. Si el sistema no está integrado en el inversor, deberá instalarse un dispositivo adicional. Los fusibles no son adecuados en estos casos ya que no pueden garantizar una adecuada detección y desconexión. Para evitar fallos a tierra continua no deberán estar dañados y deberán contar conectores y cajas de derivación estancos.
- Los inversores deberán estar montados en estructuras metálicas o contra una pared resistente al fuego, y en cualquier caso a más de 2 metros de distancia de cualquier membrana o aislamiento combustible. En inversores ya instalados en los que no se mantenga esa distancia, deberá contactarse con RSA para buscar una solución específica a cada caso particular. Los transformadores de aceite deberán estar física o espacialmente separados debido a su inherente riesgo ante incendios.
- Se deberán instalar seccionadores de corriente continua de accionamiento remoto en un lugar accesible en el lado de corriente continua del inversor para permitir un aislamiento manual de la instalación PV y una segura extinción en caso de incendio.
- Las baterías selladas son preferibles a las unidades abiertas, Las baterías abiertas conllevan un mayor riesgo dada la liberación de hidrógeno, que puede ser explosivo, y la necesidad de adiciones periódicas de electrolitos. Las unidades de níquel-cadmio tienen una mayor durabilidad y rango de temperatura que las de plomo ácido por lo que son preferibles en las centrales con menor mantenimiento donde no se espera que se realicen sustituciones de baterías.

Protección ante rayos, cables y accesorios

- La protección externas contra rayos (puntas captadoras y conductores) necesaria para cualquier edificio, planta fotovoltaica o cualquier otra instalación deberá quedar determinada por la herramienta de evaluación del riesgo de la norma EN 62035.
- Los sistemas fotovoltaicos, así como los sistemas de aire acondicionado, los sensores eléctricos o cualquier otra conducción hacia el interior del edificio deberán estar separados al menos 1m de la protección contra rayos. Cuando esto no sea posible (es decir, cuando la distancia sea insuficiente o haya tejados metálicos) deberán utilizarse conductores de bajada aislados especiales para alto voltaje (por ejemplo, conductores HVI) con el fin de evitar chispas peligrosas. De lo contrario, en la unión equipotencial deberán incluirse pararrayos y descargadores de sobretensión adecuados en la entrada al edificio de estos servicios. Todos los componentes metálicos sin una conexión conductora dentro del edificio deberán estar conectados directamente a la protección contra rayos.
- Exista o no un sistema externo contra rayos, los convertidores, las cajas de derivación, las líneas de comunicación, las conexiones a la red eléctrica y la unión equipotencial entre los sistemas de tierra deberán estar equipados con dispositivos de protección de rayos (sobretensión).
- Deberán colocarse cables de tierra para proteger todas las estructuras metálicas, componentes y bandejas de cables. Los cables de tierra deberán tener al menos una sección de 6mm². La de los conductores de bajada de protección de rayos deberá ser al menos de 35mm².
- Los cables deberán ser resistentes a los UV y al agua y estar protegidos de la acción directa de la luz del sol para evitar daños por UV. El tipo de cable preferible es uno con aislamiento XLPE, recubrimiento externo LSZH y armadura de acero.
- Todos los cables deberán colocarse en malla o en bandejas de cables perforadas para evitar el contacto con cualquier membrana inflamable del tejado y para permitir una correcta ventilación. Al montarse, las tapas de las bandejas deberán estar a una distancia adecuada (10cm) de la parte superior de la bandeja; de lo contrario, es preferible retirarlas para permitir que el calor se disipe. No deberán instalarse más de 2 niveles de cables en cada bandeja. Cuando se utilicen tubos, habrá que comprobar regularmente su estado de deterioro y ocupación (que no deberá ser mayor al 30% de su sección).

- Los conectores de corriente continua serán del tipo MC, IP-68, resistentes a los UV. Se prescindirá de conectores de perforación (pierced).
- Debe evitarse cualquier contacto de los cables con elementos afilados (por ejemplo, con cemento rugoso o esquinas metálicas).

Consideraciones relativas a la operación

- Evite tener conectados en serie los módulos de los paneles fotovoltaicos mientras no estén conectados a la red. Por lo general, los paneles individuales se suministran con un recubrimiento de material opaco que evitan que se genere electricidad. Estos recubrimientos deberán mantenerse hasta que los sistemas estén totalmente conectados.
- Los convertidores incluirán detección de “operaciones en modo isla” para detener el suministro de electricidad en el caso de una desconexión de la red y evitar una isla local de electricidad que podría ser peligrosa para los trabajadores del servicio de suministro.
- Deberá restringirse el acceso al emplazamiento o al tejado. Por lo que respecta a los sistemas montados en azotea, deberá considerarse la posibilidad de que se usen depósitos de almacenamiento/estructuras/contenedores de residuos etc., para acceder al tejado. Rogamos consulte el Apéndice A - Consideraciones para la Gestión de Riesgos.
- Las instalaciones fotovoltaicas deberán estar equipadas con supervisión remota de carga y gestión de alarmas que incluyan los paneles y convertidores. Las alarmas deberían enviar señales de forma permanente a una estación de control con personal permanente o a una serie de números de teléfono de contacto de empleados in situ para que el personal tenga la opción de comprobar de forma remota la situación de la central. El plan de emergencia desarrollado para la central deberá quedar incorporado al plan de emergencia del edificio en el caso de sistemas montados en azotea. Deberá mostrarse la ubicación de los principales componentes eléctricos y de los seccionadores de aislamiento de corriente continua así como las localizaciones de los accesos al tejado.
- Se requieren desconexiones eléctricas adecuadas. Deberá proporcionarse una desconexión remota de la corriente continua accesible para cada convertidor (además de cada caja de conexión o combiner box para las instalaciones nuevas) a fin de permitir el aislamiento manual y una segura extinción de incendios en caso de necesidad.
- Resulta importante conocer todas las condiciones contractuales entre las diversas partes, por ejemplo, entre el propietario del sistema, el operador, el responsable del mantenimiento, la compañía eléctrica y el propietario del edificio o el terreno. En los sistemas montados en azotea, cuando nuestro cliente no sea el propietario de la central fotovoltaica, deberá garantizarse que se proporciona un seguro de responsabilidad civil que cubra los daños por incendio.

Mantenimiento e inspecciones

- Deberán estipularse contratos de mantenimiento que cubran todos los aspectos del sistema, incluyendo los paneles, las estructuras de soporte, los seguidores, elementos electrónicos, cables eléctricos, desagües y componentes.
- Todo el personal de mantenimiento, tanto interno como subcontratado, deberá contar con permisos de trabajo adecuados para las tareas que ejecutan, incluyendo permisos de trabajo en caliente cuando ello sea necesario. Se recomienda que se instaure una presencia constante durante el periodo de vigilancia (fire watch) tras un trabajo en caliente. Se favorecerán las reparaciones mecánicas por encima de las reparaciones de soldado en la medida de lo posible para evitar potenciales daños a los paneles circundantes a causa de chispas o calor.
- Los paneles y el cableado deberán inspeccionarse visualmente cada semana en busca de indicios de deterioro, suciedad o sobrecalentamiento. Los módulos dañados deberán sustituirse a la mayor brevedad posible. Esta inspección debería incluir el cableado de las cajas de conexión, los conectores de CC, las cajas de diodos bypass, los convertidores y los módulos.
- Al menos anualmente, deberá realizarse una inspección formal de las condiciones de todos los cables y conexiones eléctricas/ a tierra, las cajas de conexiones, los diodos, la apartamenta eléctrica, transformadores, UPSs y inversores CC/CA además de los componentes auxiliares como fusibles enchúfese interruptores. Se realizarán análisis de aceite a todos los transformadores aislados en aceite.
- Los filtros de aire de los convertidores se sustituirán periódicamente para evitar sobrecalentamiento. Especialmente, en plantas en campo abierto con presencia de polvo o arena.
- Deberá realizarse una limpieza frecuente atendiendo a las condiciones medioambientales locales (por ejemplo, polvo, excrementos de aves, etc.) que deberá modificarse en función de los resultados de las inspecciones periódicas. Deberán evitarse situaciones en los que diferentes niveles de radiación solar alcancen los módulos de un mismo conjunto (es decir, por razón de la existencia de excrementos o daños). Los paneles deberán limpiarse con agua limpia para eliminar la suciedad y la sal de la superficie. Resulta esencial limpiar los paneles periódicamente ya que el sombreado parcial puede generar puntos calientes que deterioren el panel y provoquen fallos que generen incendios. Esto resulta especialmente importante en el caso de módulos que no están equipados con diodos bypass.
- En el caso de plantas grandes, la limpieza con robots puede ser una opción.
- Anualmente se realizarán pruebas termográficas (dos veces al año en los casos en que existan materiales inflamables) que deberán incluir todos los equipos eléctricos como inversores, conectores de cables, cajas de derivación, cuadros de distribución, transformadores, módulos, etc. y que deberán ejecutarse en un momento en el que la carga del panel sea significativa (es decir, en momentos de cielo despejado y máximos de generación). La mejor opción para las centrales de gran tamaño es el uso de drones y la toma de imágenes térmicas de los módulos dirigida mediante IA (Inteligencia Artificial).
- La fijación, el deterioro y la corrosión de las conexiones eléctricas y de control deberán comprobarse anualmente.
- Por lo que respecta a los sistemas montados en tejados, estos tejados deberán inspeccionarse al menos cada 6 meses y antes de que se desaten tormentas de viento o lluvias previstas. Durante estas inspecciones: eliminen los objetos sueltos, comprueben el estado de deterioro y desconchado del material del tejado; comprueben que no existen residuos en las tuberías y los desagües, verifiquen que las barreras de seguridad se encuentran en buenas condiciones y bien fijadas y colocadas en su sitio. Además, las construcciones del tejado como las chimeneas no deberán tener elementos de construcción sueltos. Las estructuras de soporte de los paneles deberán estar firmemente fijadas en su sitio y en buen estado, sin rastro de corrosión.

- Cuando se instalen seguidores solares (trackers), deberá revisarse el módulo de posicionamiento y limpiarse el motor cada dos meses. Una vez al año se efectuará una comprobación visual del eje y los cables del seguidor, se apretarán los pernos y se engrasarán los motores. Asimismo, se verificará que nada obstaculiza el movimiento del seguidor.

Riesgos de daños materiales

A continuación se enumeran los principales riesgos de daños materiales:

- Daños por impacto debido a tormentas de granizo, caída de objetos o daños maliciosos.
- Daños provocados por condiciones climáticas adversas – tormentas, nevadas, rayos.
- Fallos eléctricos y sobrecalentamiento causados por diseño defectuoso de la central, corrosión de los componentes, puntos calientes, módulos dañados, conexiones sueltas/de mala calidad, calor extremo, fatiga por temperaturas cíclicas, etc.
- Robo – en particular, cables de cobre.
- Incendio resultante de daños eléctricos, incendios provocados o incendios prepagados desde el edificio/campo abierto a la central.
- La superficie superior de los paneles fotovoltaicos generalmente es de vidrio atemperado pero la parte posterior puede contener material inflamable como encapsulados o soportes traseros con base de poliéster. Son preferibles los soportes de vidrio, aluminio o de menor inflamabilidad.

Se sabe que existe un riesgo asociado al panel solar debido al sombreado local que causa puntos calientes en un panel que provoca su deterioro e ignición y en ocasiones ha provocado incendios relacionados con paneles solares. El sombreado local puede causar inversiones de corriente y sobrecargas en zonas locales de los paneles. Las principales salvaguardas se incluyen en la guía e incorporan limpiezas, inspecciones y desconexiones periódicas de los dispositivos. Los diodos bypass deberán fijarse en paralelo inverso con diversas celdas solares para prevenir la ocurrencia de sobrecarga. Por lo general se colocan en cajas de derivación (1 caja con 3 diodos por módulo de 72 celdas). No obstante, estos dispositivos pueden fallar a consecuencia de ocurrencias frecuentes de sombra sobre el panel, sobrecalentamiento de las cajas de distribución o sobrecorriente por rayos.

Para garantizar el funcionamiento de los diodos bypass, resulta necesario comprobar, como mínimo:

- Los cálculos de los diodos para confirmar que el diodo bypass actuará cuando solo una celda se encuentre sombreada y el voltaje de la celda sombreada permanezca por debajo de su tensión disruptiva.
- El plan de mantenimiento incluye inyecciones de corriente regulares durante la noche para comprobar que los diodos se activan y guían la corriente más allá de las celdas solares, especialmente tras las tormentas de rayos.

Los riesgos eléctricos se mitigan principalmente a través de un mantenimiento preventivo adecuado del sistema y de los componentes. Esto incluye inspecciones periódicas, limpiezas, apriete de los terminales, mantenimiento predictivo, inspecciones con cámaras termográficas y análisis de tendencias de los equipos eléctricos y de carga del sistema y de la temperatura de las salas para identificar problemas potenciales como sobrecargas y arcos.

Los daños debidos a las condiciones climáticas deberán limitarse en la medida de lo posible mediante la correcta especificación de los componentes de conformidad con las condiciones climáticas locales, basada en datos históricos y en las herramientas de riesgos de catástrofe natural. Esto no puede mitigar por completo todos los riesgos debido a la naturaleza aleatoria de los riesgos naturales, pero el riesgo puede reducirse a un nivel aceptable por probabilidad.

Por lo que respecta a los riesgos de incendio, se recomiendan los puntos siguientes:

- En cuanto a las grandes instalaciones, debería prestarse atención a las protecciones fijas contra incendios. Por lo general, esto se referiría a la supresión de gas para cubrir los principales riesgos eléctricos, como los transformadores, las salas de los servidores, las salas que albergan los convertidores y los cuadros eléctricos, además de cualquier sala en la que se utilizan baterías con fines de almacenamiento eléctrico.
- Se proporcionará detección automática de incendios a convertidores, transformadores, baterías, equipos de corrección de factores de potencia y salas de cuadros de distribución.
- Los transformadores estarán equipados con relés de temperatura asociados a sensores PT-100 en los bobinados.
- Todos los equipos o contenedores metálicos que contengan equipos sujetos a radiación solar deberán estar equipados con refrigeración obligatoria y las baterías instaladas en salas o armarios con aire acondicionado.
- Cableado – en particular, el cableado de CC que traslade una corriente superior, deberá limitarse tanto como sea posible en lo que a su longitud se refiere. Deberán utilizarse conectores MC de alta calidad. Se proporcionará retardo de llamas y resistencia al fuego para los tramos del cableado que circulen por el interior de los edificios.
- Un seccionamiento de CC que se pueda activar remotamente ayudará a prevenir el riesgo de cortes de los cables de CC durante la intervención de los bomberos así como a reducir el riesgo de formación de arcos eléctricos cuando el conjunto de paneles se encuentre conectados en serie pero sin estar conectados a la red. Esto deberá marcarse claramente en el plan de emergencia.
- El plan de emergencia deberá incluir una lista de personas responsables que puedan acudir rápidamente en caso de incendio y ayudar a los bomberos a asegurar la desconexión de las instalaciones y las subsiguientes variaciones de tensión.
- Deberá completarse un plan previo con los servicios públicos de extinción de incendios locales que asegure la disponibilidad de accesos adecuados, suministro de agua y cortes eléctricos que permitan extinguir incendios y a los servicios de extinción familiarizarse con las instalaciones.

Expectativas de pérdidas

El tamaño de un potencial incendio quedará sujeto a diversos factores, entre los que se encuentran el tamaño de la planta, la respuesta de emergencia esperada, la distancia entre módulos (la propagación del incendio podría producirse por radiación térmica o a través de los cables), la construcción del tejado, la vegetación en los sistemas a nivel del suelo, la disponibilidad de agua para extinguir incendios y la preparación del equipo de respuesta de emergencia.

Por lo que respecta a los sistemas montados en los tejados, un conjunto de paneles fotovoltaicos presenta un riesgo de combustión en lo alto del tejado. En un tejado de cemento es poco probable que se propague al edificio a no ser a través de las aberturas y penetraciones de los cables. En tejados inflamables, el incendio se propagaría rápidamente al tejado y la propagación a través de este sería más veloz que a través de los módulos.

Gran parte de los siniestros en las plantas fotovoltaicas se refieren a pérdidas por robo. Debido a la dificultad de transportar paneles grandes, los robos suelen concentrarse en los cables de cobre que tienen un valor elevado y son fácilmente transportables. Para ayudar a mitigar el riesgo de robo, deberían utilizarse medidas de seguridad físicas y electrónicas que ralenticen la acción de los ladrones potenciales así como medidas activas que aseguren una respuesta de emergencia al lugar – rogamos consulten las consideraciones de gestión de riesgos.

Las pérdidas debidas a acciones malintencionadas también deberán tomarse en consideración. La siniestralidad muestra que pueden producirse daños significativos en los paneles debido a acciones de residentes o agricultores del vecindario descontentos con la instalación de la central en lo que previamente eran tierras de cultivo. Tales acciones incluyen el lanzamiento de piedras y rocas con la intención de golpear los paneles.

Un siniestro debido a condiciones climáticas adversas o a una catástrofe natural resulta más difícil de predecir, pero el alcance de dicho siniestro potencial puede limitarse a través de una correcta planificación y construcción del Proyecto, tomando en cuenta las condiciones climáticas locales, la topografía y la información sobre catástrofes naturales en la zona.

Deberá tomarse en cuenta la pérdida de beneficios a raíz de un incendio o de daños o fallos en los componentes del sistema. Deberá evaluarse la disponibilidad de piezas de recambio, tomando en consideración aquellas piezas que requieren de plazos largos (como los transformadores o los equipos de alto voltaje) y las piezas con un mayor índice de fallo (como los módulos convertidores o los módulos fotovoltaicos). La siniestralidad muestra que por lo que respecta a las instalaciones comerciales, los costes de la pérdida de beneficios llegan a alcanzar casi la mitad de la totalidad del siniestro.

Se sabe que algunos componentes tienen una ratio de fallo relativamente elevada, como las cajas de derivación del reverso de los paneles que pueden verse sometidas a temperaturas extremas o los conectores de corriente continua. Estos factores deberían tomarse en cuenta durante el diseño del proyecto y el Consultor de Riesgos deberá comprobarlos durante su visita.

Por lo que respecta a los sistemas montados en los tejados, el Consultor de Riesgo deberá considerar atentamente durante su visita el aumento generalizado del riesgo en el emplazamiento debido a la instalación de los paneles. Deberán evaluarse los riesgos de incendio, robo y daños en referencia a las directrices de buenas prácticas recogidas en este documento, ofreciendo recomendaciones de mejora en los casos en que sea necesario. El equilibrio del nivel de riesgo frente a los factores de mitigación deberá quedar reflejado en la evaluación de la calificación general de riesgo del emplazamiento, al igual que el mayor riesgo de exposición del sitio.

Apéndice A: Consideraciones relativas a la Gestión de riesgos

Cuando no se encuentran ya in situ o salvo que ya se disponga de estrategias alternativas adecuadas, los consultores deberán adoptar las siguientes acciones.

Delincuencia

- Vallados y puertas. Estos pueden ser muy diversos e incluir, por ejemplo, vallas, empalizadas, rejas o vallados naturales (setos / zanjas, etc.). Los consultores deberán informar sobre la protección del perímetro instalado y centrarse a continuación en los esfuerzos realizados en lo que concierne a los otros puntos señalados en el Apéndice A. Si se consulta con anterioridad al desarrollo del perímetro en el emplazamiento, la opción inicial será el vallado, si bien dadas las variables mencionadas será complicado ser más específico. La valla y las puertas deberán construirse de conformidad con la normativa local.
- Seguridad del emplazamiento – Minimizar los puntos de entrada a la planta solar. Asegurarse de que se minimizan los puntos de acceso y están controlados y vigilados únicamente por personal autorizado para acceder a las instalaciones.
- Seguridad del emplazamiento – Minimizar los puntos de entrada a la planta solar. Asegurarse de que se minimizan los puntos de acceso y están controlados y vigilados únicamente por personal autorizado para acceder a las instalaciones.
- Seguridad del emplazamiento – Instalación de CCTV. Instalar un sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) vigilado de forma remota. Una compañía autorizada por la Policía y reconocida por los organismos locales deberá encargarse de la instalación de los sistemas de CCTV. La instaladora deberá emitir una certificación de del sistema conforme a la normativa local.
Especificación de la protección:
 - Imágenes térmicas que permitan detectar incendios latentes externos. Cobertura de todo el perímetro de las instalaciones y de las zonas esenciales de la central que albergan los convertidores.
 - Video análisis para detectar la presencia de intrusos.
 - El método de señalización será a través de una línea ISDN o de banda ancha asistida por una ruta de comunicación secundaria como un sistema GPRS o sistema de comunicación vía satélite.
 - Deberán registrarse instrucciones claras en un “Plan de Respuesta” o “Acuerdo de Servicio” que señalen las acciones necesarias tras una señal de activación o fallo.
 - Remita una copia de la especificación del CCTV propuesta a RSA para su aprobación con anterioridad a la emisión del pedido.
 Requisitos generales
 - Desde el Centro de Recepción de Alarmas se notificará a la compañía designada de guarda de llaves, que deberá estar certificados por los organismos locales.
 - Si aplica en su zona, al sistema se le asignará un Número de Referencia Único de la Policía beneficiándose de ese modo de la asistencia de la policía. Informen de inmediato a RSA en el caso de que se produzca una notificación de una reducción de nivel o de la retirada de la respuesta de la policía al sistema.
 - Si una cámara quedara inoperativa o de otro modo fuera de servicio, el centro de recepción de alarmas deberá llamar de forma ordinaria a las personas que disponen de las llaves para que investiguen la situación. La respuesta en el emplazamiento deberá realizarse entre un mínimo de 30 minutos y un máximo de una hora.
- Mejorar la seguridad de los paneles solares. Mejorar la seguridad de los paneles solares utilizando tornillos antirrobo de bloqueo para fijar los paneles a las estructuras de montaje. Cuando el par de apriete aplicado alcanza un valor crítico, la cabeza hexagonal de la tuerca se rompe por completo, dejando una cabeza cónica que ninguna llave inglesa puede agarrar. También son una buena alternativa los tornillos de apriete en sentido único o los tornillos cuyas cabezas quedan desviadas

una vez que se aprietan de forma definitiva. Por lo que respecta a los nuevos emplazamientos en desarrollo, es lo que cabe esperar que se monte de inicio.

- Mejorar la seguridad de los cables. En los sistemas montados en el suelo, los cables deberían estar enterrados en zanjas rellenas con arena, marcados con cinta y compactados. También pueden adaptarse a los cables medidas adicionales de seguridad en forma de abrazaderas antirrobo o productos de marcado forense para prevenir que los cables se saquen de la zanja. Los cables directamente enterrados deberían estar armados para evitar daños, especialmente cuando existe la posibilidad de pasos rodados. Los inversores de string, que se encuentren agrupados al final de un conjunto de paneles en serie, deberán contar asimismo con abrazaderas antirrobo.
- Mejorar la seguridad con guardias de 24 horas (cuando se hayan producido siniestros o como solución temporal con anterioridad a las instalaciones de las protecciones mencionadas anteriormente). Mejorar la seguridad para incorporar un servicio de vigilancia profesional. El servicio deberá proporcionar cobertura a través de patrullas periódicas del emplazamiento asistidas con el registro de los puntos principales con un sistema de rondas de vigilantes. El número de personas requeridas variará en función de las instrucciones de asignaciones y de la extensión de las instalaciones/el emplazamiento. Lo ideal sería que los vigilantes estuvieran en contacto continuo a través de radio con un vigilante estático ubicado en un lugar desde el que poder enviar una señal de alerta en caso de necesidad.

Daños materiales

- Instalación de detección automática de incendios. Instalar detección automática de incendios dentro de cada una de las áreas siguientes:
 - Estaciones de transformadores
 - Estaciones de convertidores
 - Sala de control principal
 - Sala de servidores
 - Sala de baterías
 - Sala de control
 - Almacén

Las alarmas del sistema de detección instalado deberían estar conectadas a un lugar constantemente atendido, como un centro de control o un centro de recepción de alarmas certificado por los organismos locales. El método de señalización deberá estar testado y certificado con arreglo a las normas locales, con una conexión Dualcom GPRS G4 o un método alternativo de señalización aprobado por el Grupo RSA. Si así fuera posible, también debería contarse con dispositivos para aislamiento en remoto, de modo que fuera posible aislar determinados equipos de forma remota activando la detección automática de incendios, como inversores y transformadores.
- Termografías infrarrojas. Realizar inspecciones con imágenes térmicas (infrarrojos) que incluyan los cuadros eléctricos, tramos de cables, transformadores, baterías, conectores de cables y equipos clave (por ejemplo, módulos fotovoltaicos). Corregir inmediatamente cualquier deficiencia identificada. Se recomienda utilizar drones para los módulos de las grandes centrales. Se deben ejecutar las inspecciones termográficas de los paneles de distribución cuando el panel se encuentre abierto para asegurar la eficacia plena de los resultados.
- Desarrollar procedimientos de respuesta de emergencia – Bomberos. Contactar con las estaciones de bomberos y protección civil (o servicio de rescate e incendios local equivalente) e invitarles a visitar el emplazamiento a fin de que puedan conocer los riesgos y evaluar cómo deberían proceder en caso de incendio, incluyendo incendios en la maleza del terreno. Como parte de la visita, deberían revisar y establecer recomendaciones sobre el emplazamiento en una evaluación de riesgo de incendios.
- Asimismo, elaborar un paquete formal de información para la estación de bomberos que contenga toda la información relevante que podrían necesitar en caso de incidencia en el emplazamiento. Algunos de los aspectos básicos a incluir serían los siguientes:
 - Un plano del emplazamiento con todos los equipos e instalaciones principales y con los principales riesgos localizados;
 - Puntos de acceso (marcados en el plano del emplazamiento);

- Números de contacto de emergencia;
- Puntos/procedimientos de aislamiento de la planta/electricidad (CC y CA);
- Acciones específicas que no deberían adoptarse en caso de incidente;
- Suministros de agua para la extinción de incendios (marcados en el plano del emplazamiento, en su caso);
- Detalles de otros medios de extinción de incendios/lucha contra el fuego que deberían utilizarse en caso de que ello resultara más apropiado;
- Cualquier otra información que se estime pertinente para abordar un incendio/emergencia en el emplazamiento.

El paquete informativo debería guardarse de forma segura en un lugar/caja que quedara claramente identificado y del que los bomberos tuvieran conocimiento; por ejemplo, una caja fuerte/contenedor metálicos dentro de la Sala de Control principal.

- Desarrollar un Plan de continuidad del negocio. Desarrollar e implementar un Sistema de Gestión de la Continuidad del Negocio (BCM por ser las siglas en inglés de Business Continuity Management) y un plan (BCP – Business Continuity Plan) que reduzca las probabilidades de pérdidas y mitigue el efecto de la interrupción de la actividad/operativa. El BCM es una estrategia sistemática de control de riesgos y recuperación de la actividad que garantiza la protección máxima posible de sus principales servicios y de los procesos y actividades de los que dependen. El BCM conlleva algo más que preparar un “plan de recuperación de desastres”: ofrece la oportunidad de identificar y medir los riesgos a los que está sujeto su negocio para mejorar su resiliencia ante las pérdidas y la interrupción y priorizar la recuperación en caso de siniestro. Algunas de las áreas específicas que deberían considerarse /abordarse como parte del proceso son las siguientes:
 - Almacenamiento de piezas de recambio críticas, por ejemplo, transformadores, convertidores, equipos de alto voltaje, paneles, cables, etc. en una ubicación central segura;
 - Estrategia de recuperación en caso de siniestro en la sala de control principal;
 - Implicaciones empresariales y estrategia de recuperación en caso de siniestro en el centro de control del operador eléctrico.

Este documento se entrega a los clientes únicamente con propósitos informativos y no forma parte de ninguna póliza en vigor entre el cliente y RSA. La información presentada constituye un conjunto de pautas generales y no debe considerarse como asesoramiento especializado ni depender de ella. RSA no garantiza que todos los riesgos y amenazas relativas al objeto de este documento estén cubiertos. Por lo tanto RSA no acepta responsabilidad alguna sobre cualquier persona que se base en esta guía de control de riesgos ni acepta responsabilidades por la precisión de los datos suministrados o las consecuencias de depender de ellos.