

Cómo la Energía Renovable Puede Fortalecer la Red Eléctrica y Atender a los Riesgos de la Infraestructura

La [red eléctrica](#) en los Estados Unidos es una red compleja que provee energía a millones de hogares y empresas, colocándola al centro de la economía del país. Casi todos los aspectos del comercio y la industria dependen de fuentes de energía económicas y accesibles. Sin embargo, la red es vulnerable a los riesgos del cambio climático y de seguridad nacional, incluyendo ataques cibernéticos, con apagones costando a la economía de EE. UU. aproximadamente \$150 mil millones cada año. Las fuentes de energía renovable, como la eólica y la solar, ya han reforzado partes de la red y han demostrado flexibilidad y confiabilidad en condiciones climáticas extremas. El Congreso de los Estados Unidos y la administración de Biden han realizado inversiones sin precedentes para desplegar energía renovable, fortalecer la transmisión y abordar las preocupaciones de seguridad y privacidad relacionadas con la red.

La red eléctrica enfrenta tanto riesgos climáticos como de seguridad.

La envejecida red eléctrica de EE. UU. no fue diseñada para la severidad o la frecuencia de los eventos climáticos extremos, empeorados por el cambio climático, y es vulnerable a apagones y daños causados por esos eventos. Más del [70%](#) de la red tiene más de 25 años y [necesitará ser reemplazada](#) en las próximas décadas. Actualmente, la causa principal de apagones eléctricos son los eventos climáticos extremos y las amenazas relacionadas con el clima, incluyendo inundaciones costeras, olas de calor, tormentas de hielo, sequías, incendios forestales y vientos de tormentas severas.

Los Apagones Relacionados con el Clima Contribuyen Significativamente a las Interrupciones Energéticas

Promedio en Minutos de Interrupciones al Año No Relacionados con el Clima y Relacionados con el Clima



Fuente: Administración de Información Energética



Entre 2000 y 2021, los eventos climáticos causaron el [80%](#) de los apagones, y el cliente promedio ha experimentado un aumento en la duración de los apagones debidos al clima durante la última década. El promedio de duración de los apagones debidos al clima fue de 109 minutos por año entre 2013 y 2015, pero se han más que duplicado, alcanzando los 297 minutos entre 2020 y 2022. Aunque las tormentas y otros eventos extremos siguen siendo amenazas evidentes a la integridad de la red, el calor intenso también puede [afectar](#) la eficiencia de las líneas de transmisión. Las líneas de transmisión pueden hincharse y [aflojarse](#) --dañando potencialmente la infraestructura de la red-- cuando el calor de las altas temperaturas y el aumento de la demanda expande físicamente los cables de transmisión más allá de su rango típico. Tecnologías que mejoran de la red, como los [cables conductores avanzados](#) y la [clasificación de línea dinámica](#), pueden reducir estos riesgos.

Además de los riesgos climáticos, los ciberataques de agentes nacionales e internacionales amenazan la red, ya sea mediante la explotación de las vulnerabilidades por el mayor uso de tecnología inteligente para la administración de la red. Debido a su [potencial](#) para mejorar la gestión de la distribución y el consumo, es probable que la inteligencia artificial (IA) juegue un rol que irá ganando importancia para la infraestructura de la red. Aunque la IA y las tecnologías de [red inteligente](#) pueden ayudar a los productores, distribuidores y consumidores adaptarse a una mayor demanda, será importante implementar la tecnología con cuidado y monitorear los riesgos. Riesgos de seguridad y privacidad del consumidor son mayores ahora que la red debe expandirse y optimizarse para satisfacer una [mayor demanda](#). Por eso, el Presidente Biden emitió una [Orden Ejecutiva](#), instruyendo al Departamento de Seguridad Nacional (DHS) aplicar los estándares rigurosos establecidos por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología a sectores de infraestructura crítica, como la red eléctrica. El DHS y el Departamento de Energía (DOE) evaluarán las amenazas a la infraestructura de los sistemas de IA debidas a potenciales ataques físicos y cibernéticos. Además, la Oficina de Rendición de Cuentas del Gobierno [recomienda](#) que la Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC) mejore y aplique estándares para mitigar amenazas cibernéticas.

Los apagones son costosos para las familias y la economía.

A medida que aumentan la frecuencia y severidad de las interrupciones, también [aumenta](#) el costo para la economía. El DOE estima que los apagones le [cuestan](#) a las empresas estadounidenses \$150 mil millones anuales. En 2022, EE.UU. tuvo 18 eventos climáticos costando más de mil millones cada uno. Gran parte de ese [costo](#) viene de interrupciones, y el [cierre](#) de negocios, escuelas y servicios de emergencia por horas o días. Las empresas enfrentan volatilidad de precios, gastos más altos de distribución durante horas pico, además de los costos de mantenimiento y reparación de la red, que a menudo [pasan](#) a consumidores. Asimismo, la falta de capacidad de transmisión de energía de bajo costo, conocida como congestión de la red, [cuesta](#) a los consumidores unos \$20.8 mil millones en 2022.

Mejorar la capacidad de transmisión existente, reemplazar cables de acero por conductores avanzados—“reconductoring” en inglés—y construir líneas de alto voltaje de gran escala son pasos necesarios para [aliviar](#) congestiones. “Reconductoring” con líneas de baja flecha a altas temperaturas es una buena opción, ya que el proceso tiene un costo moderado y aumenta

significativamente la capacidad de transferencia de energía. Por eso, la administración Biden ha [invertido](#) más de \$30 mil millones en catalizar el desarrollo de miles de millas de cables para aumentar su capacidad de transmisión y resiliencia y disminuir los costos de interrupciones. Este anuncio se suma a una [inversión](#) reciente de \$3.46 mil millones hacia la confiabilidad de la red en el país por parte del DOE.

Las energías renovables hacen contribuciones vitales a la confiabilidad de la red.

Mientras el clima extremo pone a prueba la red e incrementa la demanda, las fuentes de energía renovables ya están desempeñando un papel importante creando una red confiable. La Administración de Información de Energía prevé que la generación renovable suministrará [casi la mitad](#) de la electricidad para 2050. Ya más de 1,300 gigavatios (GW) de capacidad de generación y almacenamiento de electricidad limpia están esperando [interconectarse](#) a la red, capacidad suficiente para suministrar el 80% de la electricidad en el país. Afortunadamente, la evidencia hasta la fecha muestra que el creciente sector de energía limpia está bien posicionado para lidiar con eventos climáticos.

En todo el país, las [turbinas eólicas](#), la [energía solar](#), y las [baterías](#) refuerzan la red ante el estrés de fenómenos climáticos extremos, como olas de calor. Durante las olas de calor, cuando la demanda de energía esta al [máximo](#), las fuentes de energía renovables pueden mantenerse en línea y mantener bajos los costos para las familias. Esto porque la generación de energía solar se correlaciona con la mayor demanda de aire acondicionado. En mayo de 2023, ambas la energía solar y la energía en reserva [intervinieron](#) mientras 10 gigavatios de energía por plantas de carbón y nucleares no funcionaron en Texas debido a fallas relacionadas con el calor. Los operadores de la red desde Dakota del Norte hasta Oklahoma y California establecieron [récords](#) de generación de energía solar y otras energías renovables el verano pasado, ayudando a la red a superar los calurosos días. Con respecto a eventos extremos de frío, un [estudio de Stanford](#) demostró que los eventos climáticos más fríos están correlacionados con una mayor generación eólica, lo que proporcionó capacidad eléctrica adicional para necesidades de calefacción. En general, se encontró que la generación de energía eólica y solar se complementan --la generación eólica generalmente era mayor cuando la generación solar era menor y viceversa.

Un [reporte](#) de Energy Innovation, un ‘think tank’ sobre políticas de energía y clima no partidista, encontró que "las redes intensivas en combustibles fósiles no pueden garantizar protección constante contra los riesgos climáticos que, simultáneamente, están intensificando". La Gran Helada de Texas en febrero de 2021 es un claro ejemplo de cómo las redes eléctricas de combustibles fósiles no pueden sobrellevar los riesgos climáticos. Cuando el clima inusualmente frío dejó fuera de servicio la infraestructura eléctrica y llevó la demanda de energía a superar la oferta de energía de combustibles fósiles disponible, los apagones resultantes causaron casi [250](#) muertes. Dado que la red energética de Texas está aislada por ley, los proveedores de energía aledaños no pudieron transferir energía a la red sobrecargada. Una mejor interconexión entre las redes regionales permite más flexibilidad, especialmente ante eventos climáticos extremos. Este trágico ejemplo de cómo el clima extremo puede [dirigirse](#) desproporcionadamente a la producción de energía de combustibles fósiles destaca los riesgos para la salud y el bienestar de los estadounidenses de una red eléctrica insegura.

La energía solar y eólica han demostrado funcionar de manera [conjunta](#), aun durante eventos climáticos extremos, ya que la solar proporciona energía durante el día y la eólica durante la noche, reduciendo problemas de intermitencia. Aumentar la capacidad de [almacenamiento de baterías](#) mitiga aún más la intermitencia y aumenta la flexibilidad y la confiabilidad. El almacenamiento de energía ya está desempeñando un [papel](#) importante en nivelar el suministro de energía en estados que han invertido en baterías de gran capacidad.

El Congreso ha dado grandes pasos para reforzar la red, pero queda trabajo por hacer.

El Congreso y la administración de Biden han tomado medidas importantes para garantizar que exista una regulación adecuada y financiamiento suficiente para impulsar la producción de electricidad renovable. La Ley de Reducción de la Inflación (IRA) impulsó inversiones en proyectos [solares](#), [eólicos](#) y de [almacenamiento de energía](#) a escala de obras públicas. Para individuos y familias, el [Crédito Residencial de Energía Limpia](#) del IRA proporciona créditos por inversiones locales en energía solar, eólica, geotérmica y en almacenamiento de energía que puede complementar la modernización de la red. El DOE también ha [anunciado](#) \$1.3 mil millones en fondos de la Ley de Infraestructura Bipartidista para desarrollar más las líneas de transmisión interestatales. Una parte de estos fondos se destinará al Proyecto de Transmisión Southline, que conecta las redes de Nuevo México y Arizona, permitiendo oportunidades sustanciales de desarrollo de energía renovable y creando nuevos empleos en Nuevo México y Arizona. En junio de 2023, el Departamento del Interior [propuso](#) una norma que facilita el desarrollo de proyectos de energía eólica y solar en terrenos públicos. Más inversiones en investigación y desarrollo de tecnologías emergentes de almacenamiento de energía de larga duración, como baterías de [hierro-aire](#) y [térmicas](#), podrían ayudar a descarbonizar el sector industrial, que consume un tercio de la energía producida en los Estados Unidos.

Aunque las agencias federales han tomado medidas para facilitar los permisos, todavía existen barreras significativas. El Presidente del Comité Económico Conjunto (JEC), Heinrich, ha introducido la [Ley FASTER](#) para mejorar las prácticas actuales de ubicación y permisos de transmisión sin comprometer los estándares ambientales. Además, una legislación presentada por el Senador Hickenlooper está diseñada para [proporcionar](#) flexibilidad y compartir capacidad entre los operadores de la red en todo el país. Y varias empresas están optando por [reubicar](#) geográficamente las cadenas de suministro—trasladando los procesos de fabricación más cerca del país—para evitar complicaciones por eventos climáticos extremos y crisis geopolíticas.

Los eventos climáticos extremos, que han aumentado en severidad y frecuencia, representan un desafío importante para la red eléctrica y la economía de EE. UU. Tecnologías como la IA prometen desempeñar un papel importante en el manejo del aumento de la demanda de energía, pero también crean vulnerabilidades. Las inversiones del Congreso y la administración de Biden en energías renovables, tecnologías de mejora de la red y protocolos de seguridad ayudan a fortalecer la red eléctrica, aseguran la infraestructura energética y protegen a los estadounidenses de los costos asociados con eventos climáticos extremos.