



SPAIN-U.S. CHAMBER OF COMMERCE

ESTUDIO DE MERCADO

# SECTOR ENERGÉTICO EL MERCADO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESTADOS UNIDOS

28 de octubre de 2021



**Plan Internacional de Navarra**  
**Nafarroako Nazioarteko Plana**  
**2021/2022**



## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....   | 3  |
| <b>2. SECTOR ENERGÉTICO EN EE. UU.</b> .....                                       | 4  |
| <b>I - Fuentes y consumo</b> .....   | 4  |
| <b>II - Generación de electricidad en EE.UU.</b> .....                             | 5  |
| a. Mercado de la electricidad en Estados Unidos .....                              | 5  |
| b. Evolución energética.....   | 9  |
| <b>3. ENERGÍAS RENOVABLES EN EE. UU.</b> .....                                     | 11 |
| <b>I - Compromisos climáticos</b> .....  | 11 |
| <b>II – Inversiones</b> .....  | 11 |
| a. Energía limpia.....   | 11 |
| b. Almacenamiento de energía .....   | 12 |
| c. Empresas en el sector petróleo y gas.....                                       | 13 |
| <b>III - Generación de electricidad</b> .....                                      | 15 |
| a. Fuentes renovables .....  | 15 |
| <b>IV - Empresas líder en capacidad de energía limpia en EE. UU.</b> .....         | 16 |
| <b>V - Estados líder en capacidad de energía limpia en EE. UU.</b> .....           | 17 |
| <b>4. FUENTES RENOVABLES PREDOMINANTES EN EE. UU.</b> .....                        | 19 |
| <b>I - Energía eólica</b> .....  | 19 |
| a. Energía eólica <i>onshore</i> .....   | 21 |
| b. Energía eólica <i>offshore</i> .....  | 24 |
| <b>II - Energía solar</b> .....  | 28 |
| <b>III - Energía hidroeléctrica</b> .....  | 33 |
| <b>5. BARRERAS AL DESARROLLO DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN EE. UU.</b> .....          | 35 |
| <b>6. INCENTIVOS QUE FOMENTAN EL DESARROLLO DE LAS RENOVABLES EN EE. UU.</b> ..... | 36 |
| <b>I - Agenda climática de la administración Biden</b> .....                       | 36 |
| <b>II - U.S. Climate Alliance</b> .....  | 37 |
| <b>III - Incentivos fiscales</b> .....   | 38 |
| a. Renewable Portfolio Standards (RPS) .....                                       | 38 |
| b. Créditos fiscales .....   | 39 |
| <b>IV - Plan de infraestructuras 2021</b> .....                                    | 40 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....  | 42 |

## 1. INTRODUCCIÓN

En 2020, las ciudades, las compañías de servicios públicos y las empresas continuaron anunciando o persiguiendo planes de descarbonización, a pesar del inicio de una pandemia global y una recesión económica. Incluso sin un incentivo directo para el desarrollo de infraestructura verde en las medidas de estímulo económico aprobadas en respuesta al COVID-19, la demanda de energía limpia en Estados Unidos demostró ser resistente, ya que las energías renovables y el almacenamiento registraron costes decrecientes y factores de uso y capacidad crecientes. Es más, las energías renovables superaron a otras fuentes de generación de electricidad cuando la demanda eléctrica cayó.

El crecimiento de las energías renovables puede acelerarse a partir de 2021 bajo una nueva administración que reincorporó a Estados Unidos en el Acuerdo Climático de París, y que está decidida a invertir fuertemente en energía limpia y descarbonizar completamente el sector de energía para 2035.

Para una industria que se ha enfocado fuertemente en la energía solar y eólica, las acciones federales servirán de apoyo para avanzar hacia una mayor expansión de nuevas tecnologías, incluidas baterías avanzadas y otras formas de almacenamiento, energía eólica marina y tecnología de hidrógeno verde.

A medida que estas nuevas tecnologías, especialmente la producción y el almacenamiento de hidrógeno verde, avancen hacia la comercialización, es posible que se observen más proyectos de conversión de energía para almacenar, convertir y reconvertir el excedente de energía solar y eólica en combustibles y productos químicos neutros en carbono.

El potencial para aumentar la demanda de energía renovable, así como la electrificación de los sectores industrial y de transporte y los planes de las empresas de petróleo y gas para aumentar la participación en la cadena de valor de la electricidad, están acelerando la transición de la industria energética.

Además, tal y como se recoge en el nuevo Plan de Infraestructuras de Estados Unidos, aún pendiente de aprobar oficialmente, las inversiones para la electrificación del sector del transporte y una mejora de la red eléctrica del país, así como la extensión de incentivos fiscales, promoverán el fortalecimiento de las fuentes de energías renovables en los próximos años.

Estas iniciativas, además, fomentarán la colaboración entre empresas del sector, lo cual dará lugar a nuevos modelos comerciales y ayudará a avanzar en la transición energética.

## 2. SECTOR ENERGÉTICO EN EE. UU.

Actualmente, Estados Unidos es líder en producción, suministro y consumo de energía. Las empresas de energía del país producen petróleo, gas natural, carbón, combustibles renovables, y electricidad a partir de fuentes de energía limpia, incluidas la energía eólica, solar, hidroeléctrica, geotérmica y nuclear, esta última se considera también limpia porque no genera emisiones de carbono cuando produce energía.

La creciente demanda de los consumidores y la innovación a nivel mundial, combinados con una fuerza laboral competitiva y una cadena de suministro capaces de construir, instalar y dar servicio a todas las tecnologías energéticas, hacen de Estados Unidos uno de los mercados más atractivos del mundo para invertir en el sector energético, concretamente en el de las energías renovables.

Según la *Agencia Internacional de Energía*, IEA por sus siglas en inglés, la inversión total en el sector energético de EE. UU. alcanzó los 350 mil millones de dólares estadounidenses en 2018 (el segundo más grande del mundo). Ese mismo año, la inversión extranjera directa total en la industria estadounidense alcanzó los 172.800 millones de dólares.

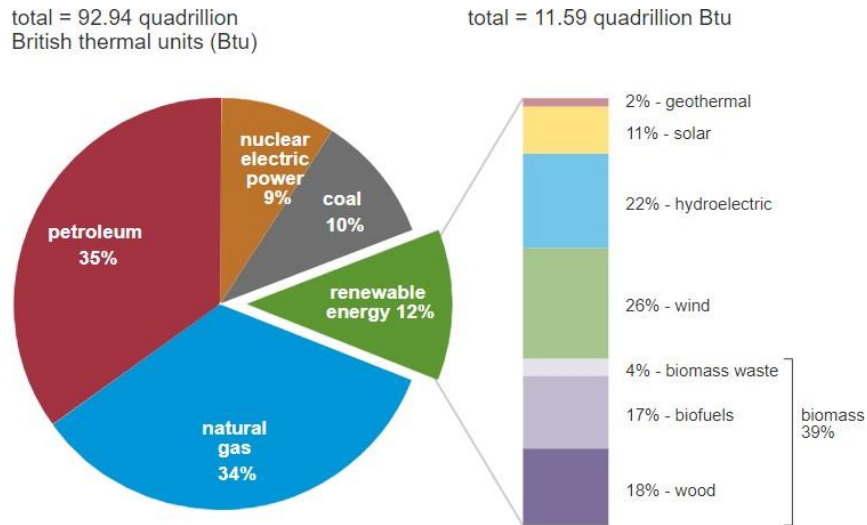
### I - Fuentes y consumo

Estados Unidos es el mayor consumidor global de energía, especialmente del petróleo y productos refinados. Sin embargo, el balance de producción y consumo de energía actual y proyectado está mejorando hacia una posición de importaciones decrecientes y un uso más eficiente de todas las fuentes de energía.

Los nuevos suministros de petróleo y gas natural están alterando radicalmente la perspectiva de la sostenibilidad. Sin embargo, el desarrollo continuo de fuentes de energía renovables disminuirá la dependencia en los combustibles fósiles tradicionales.

La siguiente gráfica muestra las fuentes de consumo de energía primaria y la repercusión que tiene cada una en la generación total de energía en Estados Unidos. La unidad que se utiliza en el país para comparar distintos tipos de fuentes energéticas son las Btu (Unidades Térmicas Británicas), una medida de energía térmica que sirve para comparar diferentes tipos de energía entre sí.

*Consumo de energía primaria en EE. UU. por fuente de energía (2020)*



Fuente: Energy Information Administration (EIA), Monthly Energy Review

En 2020, la generación energética a partir de fuentes renovables proporcionó alrededor de un 12% del consumo de energía total del país, y aproximadamente el 20% de la generación de electricidad de EE. UU. provino de fuentes de energía renovable.

## II - Generación de electricidad en EE.UU.

### a. Mercado de la electricidad en Estados Unidos

En los Estados Unidos, la forma en que se compra y vende la electricidad varía según la zona del país. Si bien muchas ciudades cuentan con servicios públicos de propiedad municipal y algunas áreas rurales son atendidas por cooperativas rurales propiedad de los clientes, la mayoría de los usuarios/consumidores son atendidos por servicios públicos que son propiedad de inversores.

Estas empresas eléctricas de propiedad de inversores pueden estar reguladas y operar como monopolios integrados verticalmente con la supervisión de las comisiones estatales de servicios públicos, o pueden operar de manera que los precios de la energía eléctrica los fija el propio mercado con cierta supervisión federal de las operaciones del mercado mayorista.

Los mercados tradicionales de electricidad a gran escala (instalaciones con una capacidad superior a 1MW) se encuentran principalmente en el sureste, suroeste y noroeste, donde las empresas de servicios públicos son responsables de las operaciones y la gestión del sistema y, por lo general, de proporcionar energía a los consumidores minoristas.

Las empresas de servicios públicos en estos mercados suelen estar integradas verticalmente: son dueñas de los sistemas de generación, transmisión y distribución que se utilizan para abastecer a los consumidores de electricidad.

### *Mercados de energía eléctrica en EE. UU.*



Fuente: *Federal Energy Regulatory Commission*

El comercio mayorista de energía física generalmente se produce a través de transacciones bilaterales, y si bien la industria históricamente ha comercializado electricidad a través de transacciones bilaterales y acuerdos de agrupación de energía, la Orden Número 888 de la *Federal Energy Regulatory Commission* promovió el concepto de operadores de sistemas independientes (ISO, *Independent System Operators*).

Se trata de entidades independientes y reguladas por el gobierno federal que coordina la transmisión regional para garantizar el acceso no discriminatorio a la red eléctrica y un sistema eléctrico fiable. Las ISO se formaron para alentar a las empresas de servicios públicos a trabajar juntas y garantizar que brinden acceso a sus líneas de transmisión a instalaciones energéticas que no pertenecen a las empresas de servicios públicos.

El propósito es permitir que todos los productores, compradores y otros usuarios utilicen el sistema de transmisión en igualdad de condiciones.

Además de facilitar el acceso abierto a la transmisión, las ISO operan el sistema de transmisión de manera independiente y fomentan la competencia por la generación de electricidad entre los participantes del mercado mayorista.

Sin embargo, las ISO no son los únicos operadores de transmisión en los EE. UU. También hay organizaciones regionales de transmisión (RTO, *Regional Transmission Organization*) que generalmente realizan las mismas funciones que las ISO, pero suelen tener jurisdicción sobre un área geográfica más grande.

Las RTO y las ISO operan en mercados de electricidad desregulados que representan aproximadamente dos tercios de la red eléctrica de EE. UU. El resto de la red es administrado por servicios públicos integrados verticalmente que operan sus instalaciones de transmisión.

#### CAISO

El Operador Independiente del Sistema de California (CAISO) opera un mercado de electricidad mayorista competitivo y administra la fiabilidad de su red de transmisión.

CAISO proporciona acceso abierto a la transmisión y realiza una planificación a largo plazo, y en la gestión de la red, distribuye de forma centralizada la generación y coordina el movimiento de la electricidad al por mayor en California y una parte de Nevada.

#### MISO

MISO opera el sistema de transmisión y un mercado centralizado en partes de 15 estados en el Medio Oeste y el Sur, que se extienden desde Michigan e Indiana hasta Montana y desde la frontera canadiense hasta los extremos del sur de Luisiana y Mississippi. El sistema se opera desde tres centros de control: Carmel, Indiana; Eagan, Minnesota; y Little Rock, Arkansas.

MISO también coordina la fiabilidad de sistemas adicionales fuera de su área de mercado, principalmente al norte y noroeste.

#### ISO-NE

ISO-NE opera los mercados mayoristas de energía que comercializan electricidad, capacidad, contratos de congestión de transmisión y productos relacionados, además de administrar las subastas para la venta de capacidad en el área de Nueva Inglaterra.

ISO-NE opera la red de transmisión de alto voltaje y realiza la planificación a largo plazo del sistema, y abastece a seis estados de Nueva Inglaterra: Connecticut, Maine, Massachusetts, New Hampshire, Rhode Island y Vermont.

ISO-NE está interconectada con el Operador del Sistema Independiente de Nueva York (NYISO), TransEnergie (Québec) y el Operador del Sistema de Nuevo Brunswick, e importa alrededor del 17% de sus necesidades energéticas anuales de esos mercados.

#### NYISO

NYISO cubre todo el estado de Nueva York y es responsable de operar los mercados de energía al por mayor que comercializan electricidad, capacidad, contratos de congestión de transmisión y productos relacionados, además de administrar las subastas para la venta de capacidad.

NYISO opera la red de transmisión de alto voltaje de Nueva York y realiza una planificación a largo plazo.

## PJM

La interconexión PJM opera un mercado eléctrico mayorista competitivo y administra la fiabilidad de su red de transmisión. PJM proporciona acceso abierto a la transmisión y realiza una planificación a largo plazo.

Al administrar la red, PJM distribuye de manera centralizada la generación energética y coordina el movimiento de la electricidad al por mayor en todo o parte de 13 estados: Delaware, Illinois, Indiana, Kentucky, Maryland, Michigan, Nueva Jersey, Carolina del Norte, Ohio, Pensilvania, Tennessee, Virginia y Virginia Occidental, y el Distrito de Columbia.

## SPP

SPP gestiona la transmisión en 14 estados: Arkansas, Iowa, Kansas, Luisiana, Minnesota, Misuri, Montana, Nebraska, Nuevo México, Dakota del Norte, Oklahoma, Dakota del Sur, Texas y Wyoming.

Su membresía está compuesta por empresas de servicios públicos de propiedad de inversores, sistemas municipales, cooperativas de generación y transmisión, autoridades estatales, productores de energía independientes, comercializadores de energía y compañías de transmisión independientes.

## ERCOT

El Consejo de Fiabilidad Eléctrica de Texas, ERCOT por sus siglas en inglés, actúa como un operador de sistema independiente, administrando el flujo de energía eléctrica a 24 millones de clientes en el estado de Texas, el 90% de la carga eléctrica de Texas.

Gobernado por una junta directiva de 16 miembros, y sujeta a la supervisión de la Comisión de Servicios Públicos de Texas, sus miembros incluyen consumidores, cooperativas, generadores, comercializadores de energía, proveedores minoristas de electricidad, empresas eléctricas privadas y empresas eléctricas públicas.

## Northwest Area

El Oeste abarca *Northwest Power Pool* (NWPP), *Rocky Mountain Power Area* (RMPA) y Arizona, New Mexico, Southern Nevada Power Area, dentro del *Western Electricity Coordinated Council* (WECC), una entidad regional.

Estas áreas contienen muchas autoridades de balance, BA por sus siglas en inglés, responsables de distribuir la generación, adquirir energía, operar la red de transmisión de manera fiable y mantener las reservas adecuadas. Aunque las BA operan de manera autónoma, algunas tienen acuerdos conjuntos de planificación de transmisión y distribución de reservas.

## Southeast Area

El mercado de la electricidad del sureste es un mercado bilateral que cubre Florida, Georgia, Alabama, Mississippi, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Missouri y Tennessee.

Las empresas de servicios públicos en el sureste están integradas verticalmente y prácticamente todas las ventas físicas en el sureste se realizan de forma bilateral.

## Southwest Area

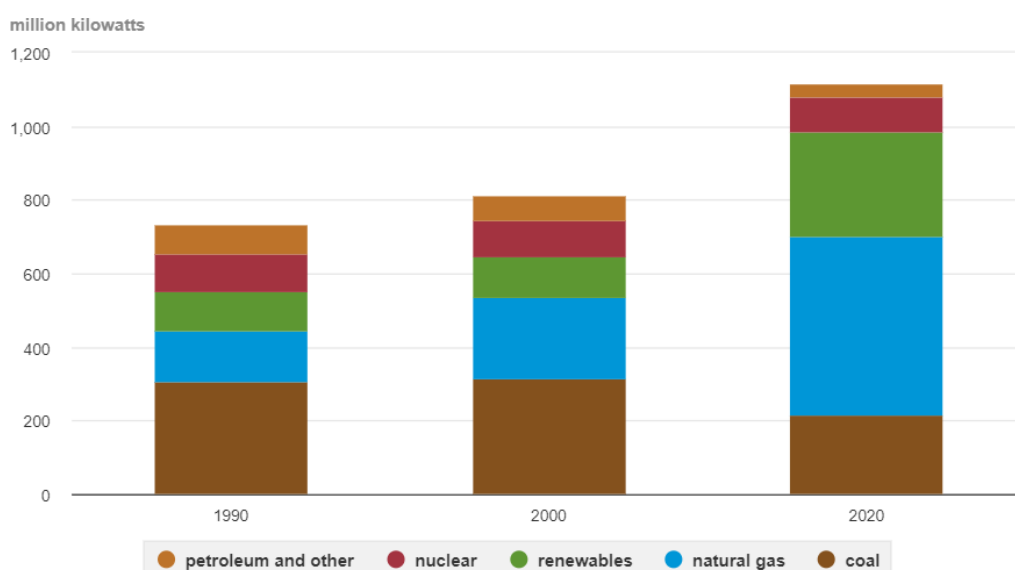
El mercado eléctrico del suroeste abarca las subregiones de Arizona, Nuevo México, sur de Nevada y *Rocky Mountain Power Area* (RMPA) del Consejo de Coordinación de Electricidad Occidental (WECC).

La demanda máxima es de aproximadamente 42 GW en verano, y hay aproximadamente 50 GW de capacidad de generación, compuesta principalmente por unidades de gas y carbón.

### b. Evolución energética

La combinación de fuentes de energía para la generación de electricidad en Estados Unidos ha cambiado con el tiempo, especialmente en las últimas décadas. El gas natural y las fuentes de energía renovable representan una proporción cada vez mayor de la generación de electricidad del país, mientras que la generación de electricidad a base de carbón ha disminuido.

#### *Evolución de capacidad de generación de electricidad por fuente energética, 1990-2020*



Fuente: Energy Information Administration (EIA), Annual Energy Review

En 1990, las centrales eléctricas de carbón representaban aproximadamente el 52% de la generación total de electricidad. A finales de 2020, la participación del carbón en la capacidad de generación de electricidad era del 20%.

Durante el mismo período, la capacidad de generación de electricidad a partir de gas natural aumentó del 17% en 1990 al 43% en 2020.

La mayoría de las centrales nucleares e hidroeléctricas de EE. UU. se construyeron antes de 1990 y la participación de la energía nuclear en la generación total de electricidad del país se ha mantenido estable en aproximadamente el 20%.

Respecto a las energías renovables, han superado tanto la nuclear (790.000 millones de kWh) como el carbón (774.000 millones de kWh) por primera vez en la historia. Este resultado en 2020 se debió principalmente a un uso significativamente menor de carbón en la generación de electricidad del país y al aumento constante del uso de energía eólica y solar.



### 3. ENERGÍAS RENOVABLES EN EE. UU.

#### I - Compromisos climáticos

La energía renovable es actualmente un tema que afecta a todas las facetas de la industria energética y servicios públicos. La nueva administración de Biden apunta a acelerar aún más la transición de los combustibles fósiles a energía limpia, por lo que los proyectos de energías renovables están recibiendo cada vez más financiación e inversión.

Abordar el cambio climático es una de las prioridades de la agenda global, y la acción climática y la ambición están aumentando. El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de la ONU, IPCC por sus siglas en inglés, estima que se necesita una inversión anual de 2,4 billones de dólares hasta 2035 en sistemas energéticos solamente para alcanzar los objetivos del Acuerdo Climático de París.

La retirada de Estados Unidos del Acuerdo de París hace unos años, considerando que es uno de los mayores emisores de carbono junto a China e India, supuso un batacazo para el proceso de descarbonización mundial.

Estados Unidos se ha reincorporado al Acuerdo con renovada ambición, y está dispuesto a realizar un gran esfuerzo para lograr los objetivos climáticos establecidos. Por lo tanto, la industria energética estadounidense está bien posicionada para aprovechar el potencial energético que tiene el país para cumplir con los compromisos climáticos a nivel internacional.

En los próximos años, será necesario que Estados Unidos descarbonice completamente su economía para mitigar su impacto climático como el segundo mayor emisor a nivel internacional. Esto requerirá una transición completa del sector energético hacia recursos renovables como energía eólica, solar, hidroeléctrica y geotérmica, así como eficiencia energética, respuesta a la demanda, una red solvente de transmisión de electricidad de alta tensión y capacidad de almacenamiento de toda esa energía.

A medida que se vayan aprobando los distintos proyectos necesarios para llevar a cabo la transición energética, esto supondrá una gran oportunidad para las empresas energéticas e ingenieras locales, pero también para las internacionales.

#### II – Inversiones

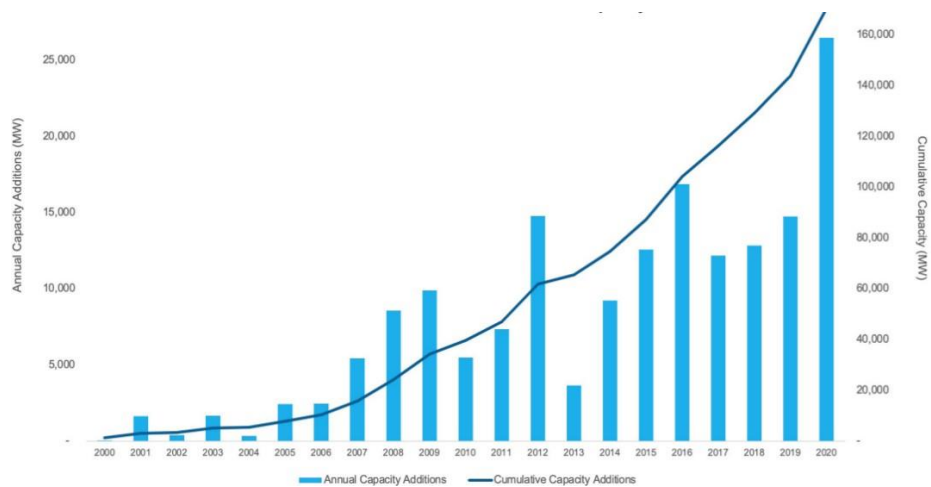
##### a. Energía limpia

China y Estados Unidos son dos de los mayores inversores del mundo en energía limpia. Los países en desarrollo también han experimentado un aumento en las inversiones en los últimos años en la medida en que superaron al mundo desarrollado en 2015.

Las tecnologías solar y eólica son las que más inversión reciben actualmente a nivel mundial, y debido a la disminución en el coste ha sido posible desarrollar estas fuentes a precios más bajos.

Tal y como se refleja en el siguiente gráfico donde se muestra la evolución de la capacidad de energía limpia en Estados Unidos, a pesar del bache sufrido en 2020, la inversión total en energías renovables ha ido aumentando año tras año, gracias a costes más bajos a través de mejoras tecnológicas, políticas fiscales y regulatorias más favorables, y una mayor demanda de consumidores e inversores. Todo esto ha llevado al país a incentivar la producción doméstica de energía.

### Capacidad de energía limpia anual añadida y acumulada, 2000-2020



Fuente: ACP 2020 Report

Más allá de la creación de empleos en los 50 estados, los proyectos de energía limpia puestos en funcionamiento en 2020 representan aproximadamente 39 mil millones de dólares estadounidenses en inversiones de proyectos, y desde 2005, la inversión total en proyectos se ha valorado en 334 mil millones de dólares.

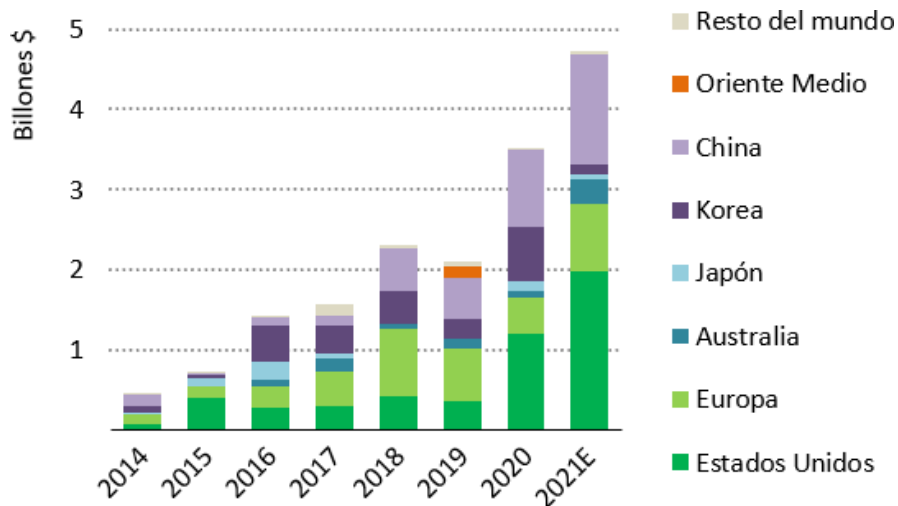
Asimismo, la energía limpia también impulsa una inversión casi inigualable en las comunidades rurales: solo el año pasado, la industria de la energía limpia pagó 1.700 millones de dólares en impuestos estatales y locales y casi 800 millones en pagos de arrendamiento de fincas a propietarios de tierras en los EE. UU.

#### b. Almacenamiento de energía

El aumento de la inversión en la modernización de la red de EE. UU. incluye la mejora de la fiabilidad, la integración de recursos renovables, y la capacidad para almacenar energía. De hecho, EE. UU. es el país que más ha invertido en el desarrollo del almacenamiento energético

con una cifra de 1.969 billones de dólares, seguido por Europa con una inversión de 843 billones en lo que va de año.

### Inversión en almacenamiento energético



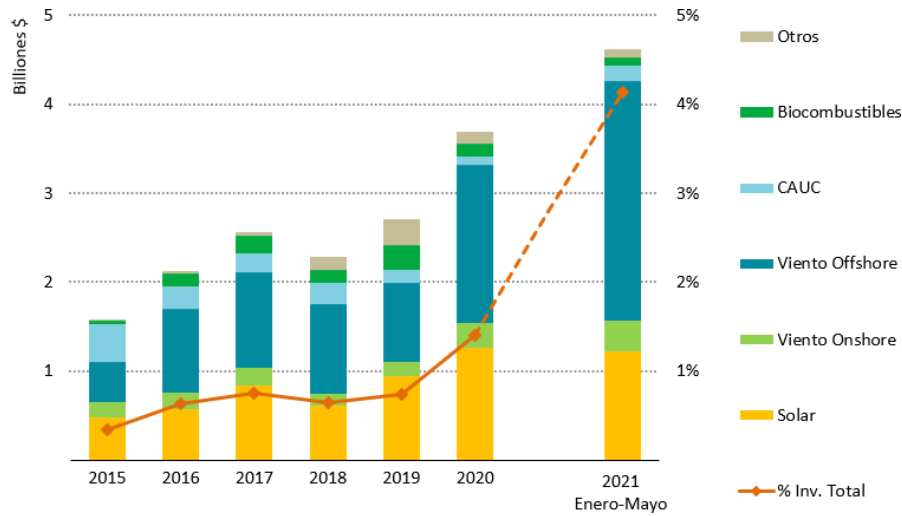
Fuente: Agencia Internacional de Energía (2021), World Energy Investment 2021, IEA

Tal y como proyecta la tendencia del gráfico, el almacenamiento de energía pasará a ser muy relevante los próximos años debido a que la necesidad de almacenamiento se verá incrementada a medida que la generación a partir de fuentes renovables, como la solar y eólica, vayan desarrollándose.

#### c. Empresas en el sector petróleo y gas

Por otro lado, varias importantes empresas en el sector del petróleo y gas han realizado inversiones sustanciales en energías renovables y tienen como objetivo emitir cero emisiones netas en las próximas décadas.

### Inversiones en energía limpia realizadas por empresas de petróleo y gas



Fuente: Agencia Internacional de Energía (2021), World Energy Investment 2021, IEA

- Total se ha comprometido a aumentar su inversión anual en energías renovables a tres mil millones de dólares para 2030, y apunta a convertirse en emisor neto cero para 2050.
- BP planea aumentar su inversión en energía baja en carbono a cinco mil millones de dólares para 2030, y apunta a lograr la emisión neta cero para 2050.
- Shell planea gastar tres mil millones de dólares por año en su división de energías renovables hasta 2025, y apunta a convertirse en emisor neto cero para 2050.
- Equinor espera invertir diez mil millones de dólares en energías renovables para 2025, y se ha comprometido a lograr emisiones netas cero para 2050.

Estas sumas que se están invirtiendo y se prevén invertir en energías renovables están sentando las bases para el desarrollo de estrategias corporativas de cara a llevar a cabo la transición de "gran petrolera" a "proveedor de energía". Si bien el petróleo seguirá siendo parte de la combinación energética, las empresas *offshore* deberán cambiar a métodos de producción ecológicos, al tiempo que aumentan la producción de energía alternativa.

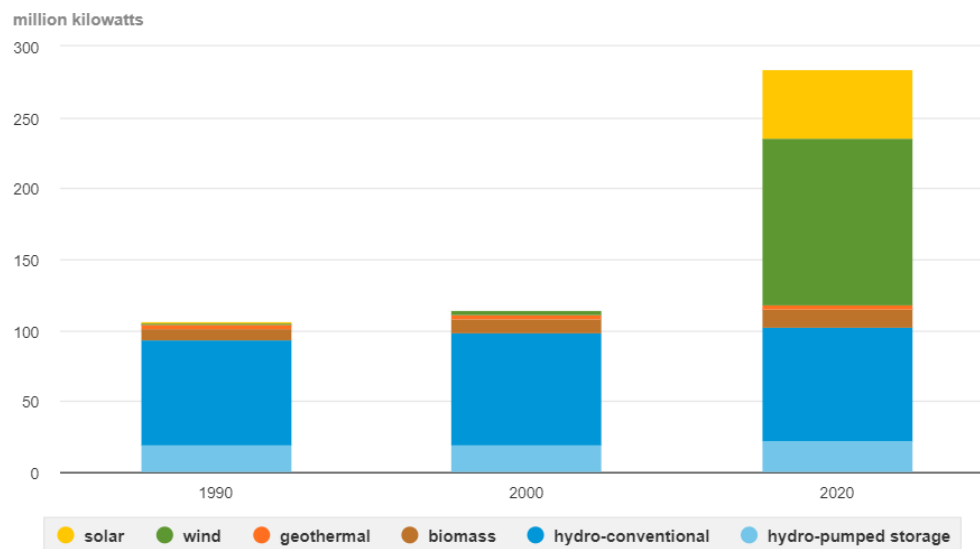


### III - Generación de electricidad

#### a. Fuentes renovables

En 2020, las fuentes de energía renovable generaron un récord de 834.000 millones de kWh de electricidad, aproximadamente el 21% de toda la electricidad generada en los Estados Unidos. Solo el gas natural (1.617.000 millones de kWh) generó más electricidad que las energías renovables.

#### *Capacidad de generación eléctrica por fuentes renovables en EE. UU. (1990-2020)*



Fuente: Energy Information Administration (EIA), Annual Energy Review

Tal y como se puede observar en la gráfica, la generación de electricidad renovable a partir de fuentes distintas a la energía hidroeléctrica ha aumentado constantemente en los últimos años, principalmente debido a los añadidos de capacidad de generación eólica y solar.

La energía eólica, es actualmente la fuente de electricidad renovable que se encuentra en auge en los Estados Unidos, creció un 14% en 2020 con respecto al 2019.

La representación de la energía eólica en la capacidad total de generación de electricidad a gran escala en los Estados Unidos creció del 0,2% en 1990 a casi el 11% en 2020.

Respecto a la energía solar, aunque relativamente pequeña en términos de participación en la capacidad y generación de electricidad total del país, su capacidad de generación eléctrica ha crecido significativamente en los últimos años. La capacidad a gran escala (proyectos de más de 1 MW) ha aumentado de 314 MW en 1990 a 47.848 MW en 2020.

La generación solar a gran escala aumentó un 26%, y la energía solar a pequeña escala, como la red de paneles solares conectados en la azotea de los edificios, aumentó un 19%, esto se debe a la reducción en el coste de los equipos e instalación de sistemas solares, así como a los incentivos federales para la producción (PTC) e inversión (ITC) de energía renovable.

#### IV - Empresas líder en capacidad de energía limpia en EE. UU.

Los 25 principales propietarios de capacidad de generación eólico, solar y de almacenamiento de energía superan los 105 GW. El resto posee los 64,7 GW restantes.

El que más capacidad de energía limpia tiene, NextEra Energy, posee el 14% de la capacidad total con 23.631 MW. Berkshire Hathaway ocupa el segundo lugar con 11.709 MW, seguido de Avangrid Renewables (Iberdrola) con 7.480 MW.

La mayoría de las empresas poseen más energía eólica que solar, ya que la energía eólica a gran escala ha estado creciendo durante más años y el impulso solar es más reciente.

Sin embargo, algunas empresas han acumulado grandes propiedades solares, incluidas algunas que poseen más energía solar que eólica, como Consolidated Edison, Dominion Energy, AES y Capital Dynamics.

#### *Capacidad de generación de energía limpia por empresa en Estados Unidos (2020)*

| Ranking | Empresa                     | Eólica (MW) | Solar (MW) | Almacenamiento (MW) | Capacidad Total (MW) |
|---------|-----------------------------|-------------|------------|---------------------|----------------------|
| 1       | NextEra Energy              | 18.148      | 5.339      | 144                 | 23.631               |
| 2       | Berkshire Hathaway Energy   | 10.085      | 1.622      | 2                   | 11.709               |
| 3       | Avangrid Renewables         | 7.369       | 111        |                     | 7.480                |
| 4       | EDP Renewables              | 4.999       | 137        |                     | 5.136                |
| 5       | Clearway                    | 3.505       | 1.530      |                     | 5.035                |
| 6       | ENEL Green Power            | 4.385       | 586        |                     | 4.971                |
| 7       | RWE Renewables              | 3.966       | 117        | 10                  | 4.093                |
| 8       | EDF Renewables              | 3.179       | 513        |                     | 3.692                |
| 9       | Xcel Energy                 | 3.600       | 4          | 1                   | 3.605                |
| 10      | Southern Company            | 2.017       | 1.465      |                     | 3.482                |
| 11      | Duke Energy                 | 1.452       | 1.687      | 55                  | 3.194                |
| 12      | Invenergy                   | 2.694       | 200        | 65                  | 2.959                |
| 13      | Brookfield Asset Management | 2.267       | 607        |                     | 2.874                |
| 14      | Consolidated Edison         | 423         | 2.357      |                     | 2.780                |
| 15      | Dominion                    | 151         | 2.260      |                     | 2.411                |
| 16      | AES                         | 1.140       | 1.154      | 66                  | 2.360                |
| 17      | ENGIE                       | 1.862       | 360        | 4                   | 2.226                |
| 18      | Alliant Energy              | 1.893       | 6          |                     | 1.899                |
| 19      | Pattern Energy              | 1.809       |            |                     | 1.809                |
| 20      | Blackrock                   | 1.746       |            |                     | 1.746                |
| 21      | Capital Dynamics            | 382         | 1.347      | 2                   | 1.731                |
| 22      | Ørsted                      | 1.693       | 37         |                     | 1.730                |
| 23      | Leeward Renewable Energy    | 1.716       |            |                     | 1.716                |
| 24      | ALLETTE                     | 1.679       | 10         |                     | 1.689                |
| 25      | John Hancock                | 1.515       | 123        | 18                  | 1.656                |
|         | Otras                       | 38.312      | 24.998     | 1.456               | 64.766               |

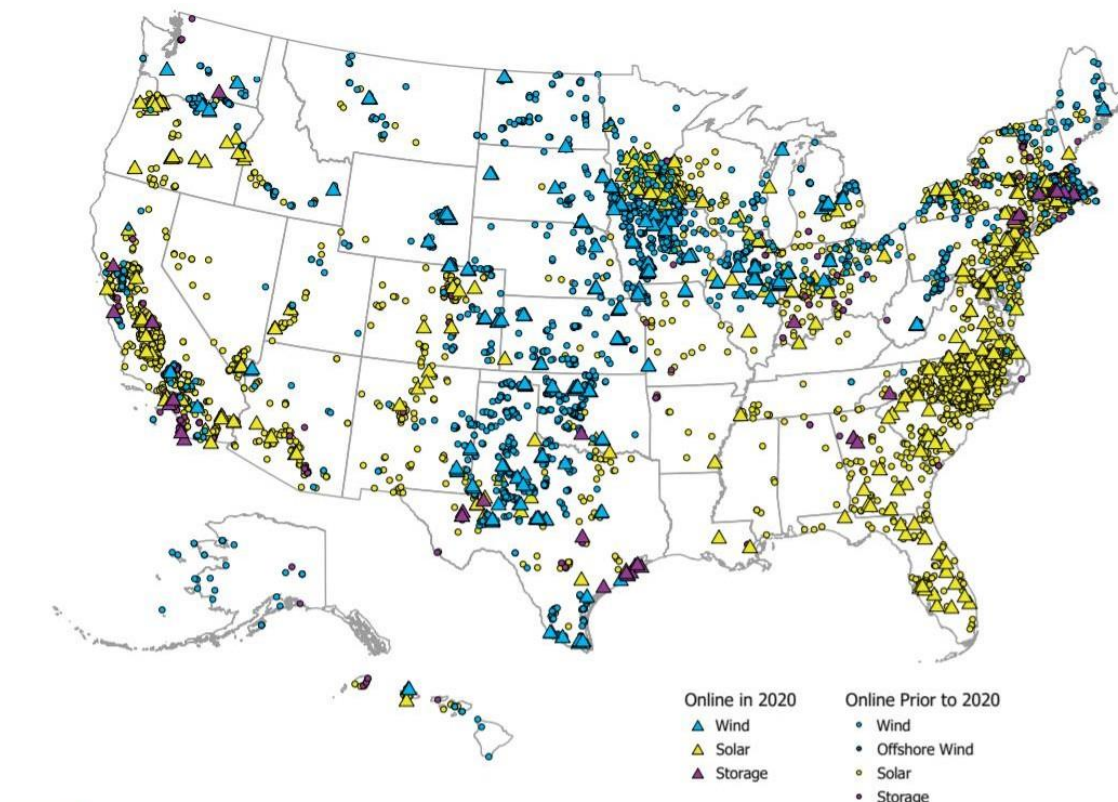
Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del ACP 2020 Report.*

## V - Estados líder en capacidad de energía limpia en EE. UU.

En lo que respecta a los proyectos de energía limpia, la mayoría se encuentran en las costas tanto este como oeste de Estados Unidos y en la zona central del país.

Tal y como muestra la imagen, mientras que los proyectos solares abundan en las zonas costeras del país, los proyectos eólicos predominan en el área central.

### Proyectos de energía limpia en EE. UU. (2020)



Fuente: ACP 2020 Report

Otra forma de ver dónde abundan los proyectos eólicos es según las clasificaciones estatales de generación de energía limpia, donde se tiene en cuenta la producción anual total de energía medida en megavatios-hora totales (MWh) generados.

### Ranking de generación de energía limpia por estado

| Ranking | Estado       | Energía Limpia (%) | Ranking | Estado         | Generación Limpia (MWh) |
|---------|--------------|--------------------|---------|----------------|-------------------------|
| 1       | Iowa         | 57,60%             | 1       | Texas          | 100.896.585             |
| 2       | Kansas       | 43,40%             | 2       | California     | 44.158.997              |
| 3       | Oklahoma     | 35,50%             | 3       | Iowa           | 34.174.172              |
| 4       | Dakota Sur   | 32,90%             | 4       | Oklahoma       | 29.638.724              |
| 5       | Dakota Norte | 30,80%             | 5       | Kansas         | 23.572.071              |
| 6       | Colorado     | 26,30%             | 6       | Illinois       | 17.203.857              |
| 7       | Nuevo Mexico | 25,90%             | 7       | Colorado       | 14.241.103              |
| 8       | Minnesota    | 24,80%             | 8       | Minnesota      | 13.997.509              |
| 9       | Maine        | 24,30%             | 9       | Dakota Norte   | 13.183.213              |
| 10      | Vermont      | 24,20%             | 10      | Oregon         | 9.624.835               |
| 11      | Nebraska     | 23,60%             | 11      | Carolina Norte | 9.479.302               |
| 12      | California   | 22,70%             | 12      | Nuevo Mexico   | 8.889.128               |
| 13      | Texas        | 21,20%             | 13      | Nebraska       | 8.771.310               |
| 14      | Idaho        | 17,10%             | 14      | Washington     | 8.373.080               |
| 15      | Oregon       | 14,80%             | 15      | Indiana        | 6.971.294               |

Fuente: 547 Energy a partir de datos del ACP 2020 Report

Si bien puede haber una alta tasa de penetración del 57% de energía limpia en Iowa, la demanda total de electricidad en el estado es mucho menor que la demanda en estados mucho más grandes.

Al observar la generación total de energía limpia de los estados con una población mucho más grande como Texas y California, se convierten en líderes de la generación total a partir de energía limpia, incluso si sus porcentajes de penetración de energía limpia (21,2%) y (22,7%) son relativamente bajos.

En Texas, por ejemplo, los 100.896.585 MWh generados a partir de fuentes de energía limpia son más que el doble de California con 44.158.997 MWh. Eso es más que el triple de la generación de Iowa, el cual lidera en porcentaje de penetración de energía limpia en el estado.

## 4. FUENTES RENOVABLES PREDOMINANTES EN EE. UU.

El reciente crecimiento de la generación renovable se puede atribuir mayoritariamente a los paneles solares y turbinas eólicas, que representan el 81% de la capacidad total agregada en 2020.

En 2020, las tres principales fuentes renovables en Estados Unidos fueron:

- Energía eólica = 337.500 millones de kWh
- Energía solar = 90.900 millones de kWh
- Energía Hidroeléctrica = 291.100 millones de kWh

Conjuntamente, estas tres fuentes representaron el 86% de la generación renovable (834.000 millones de kWh) y el 18% de la generación total (4.009.000 millones de kWh).

La energía solar y eólica están creciendo rápidamente en EE. UU., pero su principal desafío es la fiabilidad. Sus costes de generación son ahora más bajos que los de los combustibles fósiles, pero los sistemas de almacenamiento de energía siguen siendo costosos. Esto significa que las energías renovables pueden competir con el coste de los combustibles fósiles, pero no con su fiabilidad, debido a la limitada capacidad de almacenamiento energético y a la anticuada red eléctrica que existe en el país, lo que limita la transmisión de la energía proveniente de fuentes eólica y solar, que se encuentran en constante crecimiento.

De hecho, muchas redes eléctricas todavía dependen del gas natural como su principal fuente de electricidad, ya que su producción puede incrementarse rápidamente según la demanda.

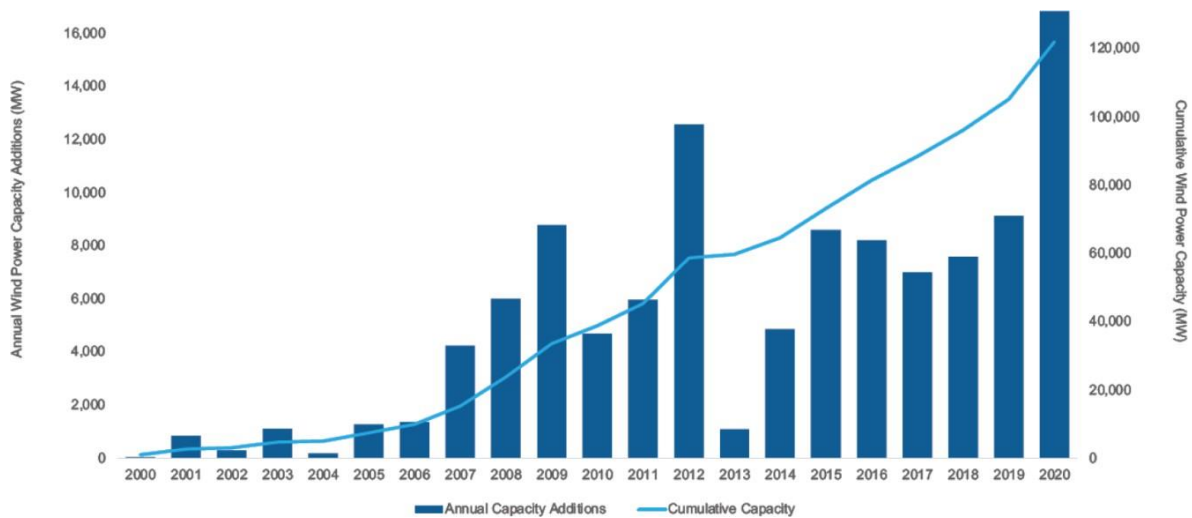
La hidroelectricidad también ofrece esta flexibilidad, pero no todos los estados cuentan con las condiciones adecuadas para utilizarla en grandes cantidades.

### I - Energía eólica

Estados Unidos alberga uno de los mercados eólicos más grandes y dinámicos del mundo. Para mantenerse competitivo en este sector, el Departamento de Energía invierte en proyectos de investigación y desarrollo eólicos, tanto en tierra como en alta mar, para promover innovaciones tecnológicas, crear oportunidades de empleo e impulsar el crecimiento económico.

La generación de electricidad eólica ha crecido significativamente en los últimos 30 años a nivel mundial. Los avances en la tecnología de la energía eólica han reducido el coste de producir electricidad a partir del viento, y los incentivos gubernamentales en los Estados Unidos y en otros países han alentado el crecimiento.

*Capacidad eólica anual y acumulada en EE. UU. (2000-2020)*



Fuente: ACP 2020 Report

Tal y como se observa en la gráfica, en 2012 hubo un pico en la instalación de sistemas eólicos en EE. UU., el cual se debió a que en el año 2013 caducaban los créditos fiscales a la instalación eólica. Esto ocasionó que en 2013 apenas se instalasen sistemas eólicos.

La generación de electricidad anual total de EE. UU. a partir de energía eólica ha aumentado de 6.000 millones de kWh en el año 2000 a los 338.000 millones de kWh en 2020, y esto se debe a que el Crédito Fiscal a la Producción Eólica (PTC) recibió una extensión de un año hasta finales del año. Además, se restauró del 40% al 60% del valor de 2,5 centavos por kWh, lo que potenciará el crecimiento continuo de la energía eólica en todo el país.

La energía eólica terrestre alcanzó la capacidad de 100 GW en 2019 según la Agencia de Información energética de EE. UU., y Texas ha sido el estado líder con un 25% de la capacidad eólica total del país.

La energía eólica marina (*offshore*), es una fuente que entra pisando fuerte en la zona de la costa este del país. De hecho, se están planificando y diseñando muchos proyectos de energía eólica marina, y la actual administración tiene el objetivo de desplegar 30 GW de capacidad provenientes de esta fuente para 2030.

En el futuro, la industria eólica de EE. UU. seguirá siendo una parte fundamental de la estrategia energética integral del Departamento de Energía para reducir la contaminación por carbono, diversificar la economía energética americana y llevar al mercado la próxima generación de tecnologías de energía limpia de fabricación estadounidense.

En lo que se refiere a los estados más relevantes, en 2020, 42 estados tenían proyectos de energía eólica a gran escala, que en conjunto generaron un total de aproximadamente 338.000 millones de kWh.

Tal y como muestra la gráfica, los estados donde mayor capacidad eléctrica hay a partir de fuentes eólicas se encuentran en el centro del país, puesto que son zonas de mucho viento.



*Capacidad eólica terrestre en EE.UU. (2020)*

| Estado   | Capacidad Instalada (MW) | MW en Construcción |
|----------|--------------------------|--------------------|
| Texas    | 33.133                   | 7.619              |
| Iowa     | 11.660                   | 1.122              |
| Oklahoma | 9.048                    | 1.017              |
| Kansas   | 7.016                    | 871                |

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de EIA.*

## Texas

Texas tiene la mayor capacidad de generación eólica de todos los estados, pero también consume más electricidad que cualquier otro estado. El viento sigue siendo poco menos del 20% de la electricidad total que se genera en el estado; no obstante, representa casi toda la electricidad generada a partir de recursos renovables en el estado.

Los reguladores de Texas designaron varias áreas de recursos eólicos de alta calidad en la parte occidental del estado como *Zonas Competitivas de Energía Renovable* (CREZ). Los proveedores de servicios de transmisión construyeron líneas de transmisión para llevar electricidad desde parques eólicos remotos en el oeste hasta centros de mercado urbanos en la parte este del estado.

En 2011, Texas se convirtió en el primer estado, y hasta enero de 2020, el único en llegar a 10.000 MW de capacidad de generación eólica, y a finales de 2020, tenía más de 30.000 MW de capacidad eólica desplegados.

| Principales Proyectos           | Descripción  |
|---------------------------------|--|
| Sweetwater Wind Farm            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construida en 2007. Cuenta con 392 turbinas fabricadas por GE Energy, Siemens y Mitsubishi.</li> <li>• Este parque eólico de 585,3 MW suministra energía a Austin y San Antonio.</li> </ul> |
| Roscoe Wind Farm                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedad de la empresa alemana RWE Renewables, Roscoe inició su actividad en 2009. Utiliza 627 turbinas con una capacidad instalada de 781,5 MW.</li> </ul>                                |
| Los Vientos Wind Farm           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si bien la mayoría de los parques eólicos se encuentran en el norte de Texas, Los Vientos está en el sur.</li> <li>• Cuenta con 400 turbinas con una capacidad de 912 MW.</li> </ul>        |
| Horse Hollow Wind Energy Center | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completado en 2006, Horse Hollow abarca 20.000 Hectáreas en los condados de Taylor y Nolan en Texas con una capacidad de 735,5 MW.</li> </ul>   |
| Mesteño Wind Farm               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• En enero de 2020, Duke Energy Renewables confirmó el inicio de actividad del parque eólico Mesteño con una capacidad instalada de 201,6 MW.</li> </ul>                                      |
| Lonesome Wind Farm              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• De 500 MW, fue un proyecto de 720 millones de dólares estadounidenses, y comenzó a operar en diciembre de 2019.</li> </ul>  |

## Iowa

En 2020, tres quintas partes de la generación neta de electricidad total de Iowa provinieron de recursos renovables, principalmente del viento. El estado fue el segundo mayor productor de energía eólica del país, después de Texas.

La energía eólica impulsó el 57% de la generación neta de Iowa, la proporción más alta de cualquier estado, ya que alrededor de 1.500 MW de nueva capacidad de generación de energía eólica se pusieron en funcionamiento en 2020.

Los vientos más fuertes ocurren en el noroeste de Iowa, y aunque hay parques de energía eólica en todo el estado, la mayoría se encuentran en las áreas norte y oeste del estado.

La capacidad operativa total de Iowa ascendió a 11.660 MW en 2020, un 13% más que en 2019, cuando el 44% de la generación neta de energía de Iowa, que ya es una proporción líder en el país, provino de la energía eólica.

## Oklahoma

Oklahoma ocupa el tercer lugar, detrás de Texas e Iowa, en la generación de electricidad a partir del viento.

La presencia de una región occidental que no solo es de mucho viento, sino que está escasamente poblada con un uso limitado de tierras que son relativamente improductivas, hacen que Oklahoma sea perfecto para situar parques eólicos.

Con una ubicación centralizada en los EE. UU., proximidad inmediata a los proyectos eólicos y una posición en el corazón del corredor eólico, Oklahoma es el sitio ideal para la generación eólica, la producción de torres y palas, la fabricación de componentes de turbinas, las operaciones de reparación y mantenimiento, y la I + D de la industria.

En Oklahoma, Invenergy y GE Energy Financial Services están construyendo el segundo parque eólico más grande de los Estados Unidos, *Traverse Wind Energy Center*, que contará con una capacidad de 999 MW.

## Kansas

En 2019, la energía eólica superó al carbón por primera vez como la mayor fuente de energía para generar electricidad en el estado.

En 2020, la energía eólica representó el 43% de la generación neta de electricidad de Kansas, que fue el segundo porcentaje más alto de energía eólica para cualquier estado después de Iowa.

## b. Energía eólica offshore

El auge de la industria de la energía eólica marina representa un componente clave en la agenda climática y de energía limpia del gobierno federal, y en especial, de los estados de la zona de Nueva Inglaterra, en la costa este del país. Se están desarrollando numerosos proyectos eólicos marinos, los cuales conllevan un empuje económico a la zona, muchas veces gracias al apoyo de la normativa estatal.

Las ubicaciones de los elementos del proyecto van desde aguas marinas hasta puertos costeros, interconexiones de redes eléctricas terrestres e infraestructura de transmisión de energía, y también una red compleja de fabricantes y proveedores de cadenas de suministro globales, regionales y locales.

La empresa de servicios públicos más grande del país, Duke Energy, con sede en Charlotte, ha establecido su propio objetivo para expandir la energía renovable en su flota de generación de electricidad. En su informe anual de sostenibilidad en marzo, Duke dijo que espera triplicar la cantidad de energía renovable que produce para 2030.

### Nueva York

En el estado de Nueva York se aprobó en 2019 la Ley de Liderazgo Climático y Protección Comunitaria (*Climate Leadership and Community Protection Act, aka. Climate Act*), legislación que establece entre sus objetivos que para el año 2030 el 70% de la electricidad consumida en este estado debe proceder de fuentes limpias y renovables.

Asimismo, el *Climate Act* dictamina también que, para el año 2035, el estado de Nueva York deberá producir 9.000 MW, lo cual representa el mayor compromiso con la energía eólica marina hecha por cualquier estado de EE. UU.

Hasta ahora, Nueva York tiene cinco proyectos en desarrollo activo de energía eólica marina, sumando un total de 4.300 MW.

| Proyectos  | Descripción   |
|--|---|
| <i>Empire Wind 1, Empire Wind 2, Beacon Wind</i> | Los 3 proyectos son de Equinor Wind US LLC.                                 |
| <i>Sunrise Wind</i>                              | Se trata de una Joint venture de Ørsted A/S y Eversource Energy.            |
| <i>South Fork Wind Farm</i>                      | Este proyecto está promovido por Ørsted A/S y Eversource Energy, de 130 MW. |

El afianzamiento de los proyectos *Empire Wind 1* y *Sunrise Wind* va en línea con el compromiso del Estado para invertir en la infraestructura portuaria neoyorquina, con desarrollos en Brooklyn y la primera instalación de fabricación de torres eólicas en alta mar del país en el puerto de Albany.

## Nueva Jersey

Nueva Jersey también ha puesto en marcha un plan estratégico para la construcción de parques eólicos marinos, en este caso con el fin de producir 7.500 MW. de energía eólica offshore para el año 2035, y llegar a producir energía 100% limpia para el año 2050.

| Proyectos  | Descripción   |
|--|---|
| <i>Jersey Atlantic Wind</i>                          | Está situado en Atlantic City y tiene una capacidad de 7,5 MW.  |
| <i>Atlantic Shores</i> (200 turbinas, en desarrollo) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Shell New Energies US LLC y EDF Renewables North America, desarrollarán un parque eólico marino de 1.510 MW.</li> <li>• Es el proyecto más grande del estado y el tercer más grande de los Estados Unidos a día de hoy.</li> </ul> |
| <i>Ocean Wind</i> (92 turbinas, en desarrollo)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un parque eólico marino de 1.100 MW. Está promovido por Ørsted (Dinamarca) y PSEG (Nueva Jersey).</li> <li>• Tiene previsto estar operativo en 2024.</li> </ul>  |
| <i>Ocean Wind 2</i> (todavía en planteamiento)       | Pensado para completar el espacio restante de la zona adjudicada a Ocean Wind 1.  |

## Connecticut

En Connecticut, Ørsted y Eversource firmaron un acuerdo con la ciudad de New London para convertir el puerto State Pier en un centro regional para el montaje de equipamientos de energía eólica marina. Asimismo, Bridgeport, CT, será el principal beneficiario de la inversión privada con una cuantía de 900 millones de dólares provenientes de Copenhagen Infrastructure Partners y Avangrid Renewables.

En junio de 2019, el gobernador Ned Lamont promulgó la Ley Pública 19-71, ordenando al Departamento de Energía y Protección Ambiental adquirir 2.000 MW de energía eólica marina. También emitió una orden ejecutiva solicitando que Connecticut haga la transición a energía 100% limpia para 2040.

| Proyectos              | Descripción  |
|------------------------|--|
| <i>Revolution Wind</i> | Una adquisición conjunta de 704 MW con Rhode Island, con operaciones de puesta en escena que se basarán en New London. |
| <i>Park City Wind</i>  | Un proyecto de 804 MW con una base de operaciones que se desarrollará en Bridgeport.                                   |

El estado está invirtiendo 93 millones de dólares para reconstruir *State Pier* en New London a través de una asociación público-privada. Esta inversión mejorará la infraestructura de State Pier para el montaje de aerogeneradores.

## Massachussets

En Massachussets, la aprobación de proyectos recientes ha demostrado el crecimiento de una nueva y poderosa industria en el estado.

| Proyectos                          | Descripción  |
|------------------------------------|--|
| <i>Vineyard Wind</i> (en proceso)  | 800 MW. Será el primer desarrollo eólico offshore a escala comercial del país. |
| <i>Mayflower Wind</i> (proyectado) | Parque eólico offshore que producirá 800 MW.                                   |

Anticipándose a estos proyectos, el estado de Massachussets ha realizado importantes inversiones en el desarrollo de instalaciones para apoyar a la industria.

- En New Bedford, *Massachusetts Clean Energy Center* construyó una terminal de comercio marítimo de 113 millones de dólares diseñada específicamente para el desarrollo del sector eólico marino. Tanto *Vineyard Wind* como *Mayflower Wind* han llegado a acuerdos para utilizar este puerto como su área de preparación para recibir, ensamblar y transportar componentes de turbinas durante su construcción.
- En Charlestown (Boston) se construyó una instalación de 40 millones de dólares para hélices, siendo ésta la más grande de este tipo en América del Norte.
- En Somerset, se está creando un centro de apoyo para el *Offshore Wind*.

## Rhode Island

En 2016, Rhode Island se convirtió en el primer estado en acoger un proyecto de producción de energía eólica *offshore*, con una pequeña instalación de 30 MW en *Block Island Wind Farm*. El proyecto fue desarrollado por Deepwater Wind (adquirido por Ørsted en 2018).

Rhode Island tiene como objetivo abastecerse con energías 100% renovables para el año 2030. Ørsted y Eversource Energy han formado una *joint-venture* para futuros proyectos de energía *offshore* en la zona, y anunciaron en abril la construcción en el puerto de Providence de unas instalaciones donde se fabricarán y ensamblarán plataformas y componentes de cimentación para más de 100 aerogeneradores.

| Proyectos                                       | Descripción   |
|---|---|
| <i>Block Island Wind Farm</i> (proyecto piloto) | 5 turbinas. Desarrollado en 2015 por Deepwater Wind (ahora Ørsted). Operativo desde 2016. Genera 30 MW. |
| <i>Revolution Wind</i> (proyectado)             | Parque eólico offshore promovido por Ørsted y Eversource Energy que producirá 704 MW.                   |

## North Carolina

Aunque haya más potencial eólico marino que en cualquier otro estado de la costa atlántica, Carolina del Norte se está quedando atrás en relación al desarrollo de la energía eólica.

Una nueva alianza de varias empresas, *The Offshore Wind for North Carolina Coalition*, o OSW4NC, que trabajan para proteger el medio ambiente de Carolina del Norte está dirigiendo su atención a la energía eólica marina.

OSW4NC apoya los objetivos de energía eólica marina que el gobernador Roy Cooper estableció a través de la Orden Ejecutiva 218, incluidos los objetivos de energía eólica marina de 2.800 MW para 2030 y 8.000 MW para 2040. El Laboratorio Nacional de Energía Renovable estima que Carolina del Norte tiene el mayor potencial técnico para la generación eólica marina entre los estados de la costa atlántica.

El estado actualmente no tiene parques eólicos marinos, pero tiene un importante proyecto eólico terrestre. Se trata del parque eólico de 208 MW que Avangrid Renewables construyó para Amazon en los condados de Pasquotank y Perquimans en el este de Carolina del Norte. Avangrid también está estudiando un potencial parque eólico de 69 kilómetros cuadrados a 43 kilómetros de Kitty Hawk, en Outer Banks.

## Virginia

Virginia necesita energía eólica marina para alcanzar los objetivos de energía 100% limpia. Actualmente hay más de 26.000 MW en proyectos en las fases de planificación y desarrollo a lo largo del Atlántico, suficientes para alimentar a más de 15 millones de hogares.

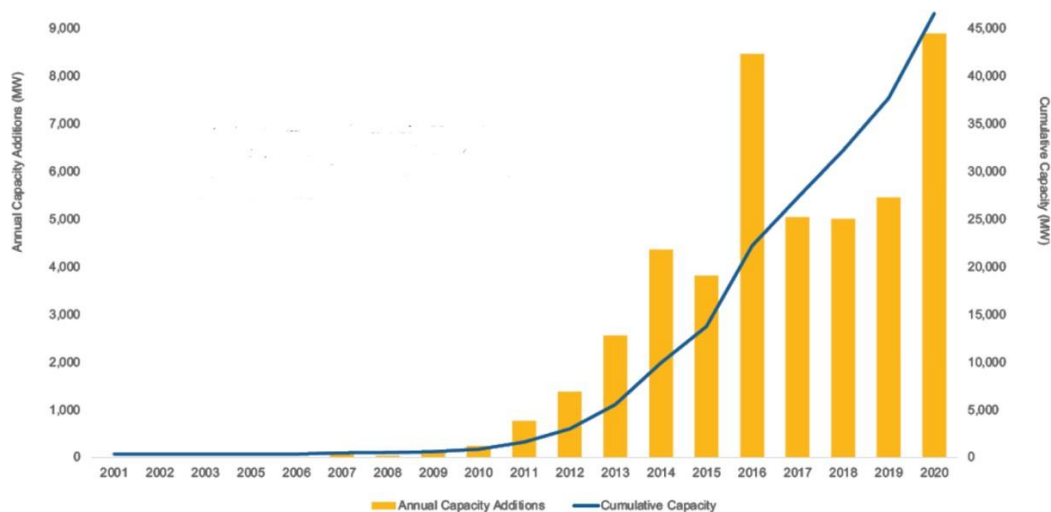
Con su proyecto *Coastal Virginia Offshore Wind*, Virginia también se encamina para acoger el proyecto eólico marino más grande del país, que proveerá 2.600 MW de energía limpia a más de 650.000 hogares para 2026.

| Proyecto   | Descripción   |
|--|---|
| <i>Coastal Virginia Offshore Wind - Pilot Project:</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construido por Ørsted US Offshore Wind para Dominion Energy.</li> <li>• Potencial de hasta 2.000 MW</li> <li>• Bluewater Wind se encargó de la logística portuaria para el proyecto y las turbinas fueron construidas por Siemens Gamesa.</li> </ul> |
| <i>Coastal Virginia Offshore Wind</i>                  | 2.640 MW ubicada dentro de un área de arrendamiento de 45.700 hectáreas adyacente al proyecto piloto. Se espera que inicie construcción en 2024 y esté operativo en 2026.   |

## II - Energía solar

Solo en la última década, la energía solar ha experimentado una tasa de crecimiento anual promedio del 42%. Gracias a políticas federales sólidas como el *Investment Tax Credit* (ITC) para inversión en energía solar, la rápida disminución de los costes y la creciente demanda en el sector público y privado de electricidad limpia, ahora hay más de 100 GW de capacidad solar instalada en todo el país.

*Capacidad solar anual y acumulada en EE. UU. (2000-2020)*



Fuente: ACP 2020 Report

La generación solar a gran escala aumentó en un 26% en 2020 respecto al año anterior. La generación solar a pequeña escala aumentó en un 19% (energía solar en los tejados de los hogares).

La energía solar superó los 100 GW a principios de 2021, y la Asociación de Industrias de Energía Solar ha pronosticado una capacidad instalada de 250 GW para 2026.

La energía solar es más asequible, accesible y frecuente en los Estados Unidos que nunca. Hoy en día, más del 3% de la electricidad de los EE. UU. proviene de la energía solar en forma de energía solar fotovoltaica (PV) y energía solar térmica (CSP).

Desde 2014, el coste promedio de los paneles solares fotovoltaicos ha caído casi un 70%. Los mercados de energía solar están madurando rápidamente en todo el país, ya que la electricidad solar ahora es económicamente competitiva si la comparamos con las fuentes de energía convencionales en la mayoría de los estados.

Con reducciones de costes agresivas, políticas de apoyo y electrificación a gran escala, la energía solar podría representar hasta el 40% del suministro de electricidad del país para 2035 y el 45% para 2050.

Para alcanzar estos niveles, la instalación solar deberá crecer en un promedio de 30 GW cada año entre ahora y 2025, y aumentar hasta 60 GW por año entre 2025 y 2030, cuatro veces su tasa de implementación actual, para totalizar 1.000 GW de energía solar desplegados en 2035.

Para 2050, la capacidad solar necesitaría alcanzar 1.600 GW para lograr una red sin carbono con electrificación mejorada para usos finales (vehículos eléctricos, calentamiento de agua...).

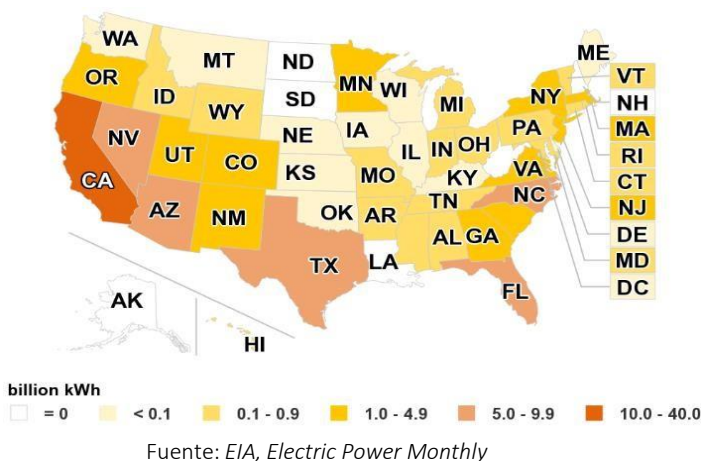
Estados Unidos instaló 5.700 MW de capacidad solar fotovoltaica en el segundo trimestre de 2021 para alcanzar 108.700 MW de capacidad instalada total, suficiente para alimentar a casi 19 millones de hogares estadounidenses.

Antes de que el crédito fiscal a la inversión (ITC) se elimine por completo de acuerdo a la ley actual, La Administración de Información de la Energía Solar, SEIA por sus siglas en inglés, pronostica que la industria solar seguirá batiendo récords anuales de instalación cada año durante los próximos tres años.

Respecto a los estados más relevantes, si bien California ha dominado tradicionalmente el mercado solar en EE. UU., otros mercados continúan expandiéndose rápidamente como es el caso de Florida y Texas. A medida que el precio de la energía solar continúe cayendo, los nuevos participantes estatales obtendrán una participación cada vez mayor del mercado nacional.

Tal y como se puede observar en la siguiente imagen y tabla obtenidas a partir de datos del EIA y SEIA, los estados que lideran la generación de electricidad a partir de energía solar son California, Texas, Florida, Carolina del Norte, Arizona y Nevada.

*Generación de electricidad a partir de energía solar por estado (2020)*



| Capacidad solar total |          |
|-----------------------|----------|
| Estado                | MW       |
| California            | 32.393,6 |
| Texas                 | 11.062,8 |
| Florida               | 7.680,9  |
| North Carolina        | 7.228,4  |
| Arizona               | 6.111,7  |
| Nevada                | 4.209,1  |

Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de SEIA.*

## California

California tiene el mercado solar más grande de EE. UU. y ha sido el líder durante mucho tiempo debido a los beneficios económicos y ambientales que brinda, incluidos miles de millones en inversiones locales. La energía solar suministra más del 20% de la electricidad de California en la actualidad, pero debe desempeñar un papel más importante si el estado quiere alcanzar las metas climáticas y energéticas.

El estado agregó 563 MW de capacidad, equivalente al 14% de la capacidad instalada en 2020. Las instalaciones de energía solar fotovoltaica y térmica produjeron 29.450 GWh de energía, el 15,43% de la cartera de generación en el estado de California.

En California se encuentran un total de 771 instalaciones de energía solar en funcionamiento, con una capacidad instalada de aproximadamente 14.060 MW.

Uno de los proyectos más importante fue el *Topaz Solar Farm* que se completó en 2014. Este proyecto fotovoltaico tiene la capacidad de generar 550 MW de electricidad, suficiente para abastecer a más de 142.000 hogares de California.

Varias empresas de California se han pasado a la energía solar, incluidos AER Worldwide, Agilent Technologies y Airdrome Orchards. Prologis ha instalado una de las instalaciones más grandes de este tipo con 8 MW de capacidad solar en su ubicación en Rialto.

## Texas

A medida que la economía de Texas continúa creciendo, el consumo de electricidad ha aumentado. Las regulaciones ambientales y diversas presiones del mercado han obligado a una cantidad significativa de generación a salir del mercado en los últimos años.

Por lo tanto, se requiere nueva capacidad de generación solar para satisfacer la demanda del mercado. El estado de Texas está a punto de convertirse en líder nacional en energía solar, con más de 4 GW de capacidad que se espera que se instalen en los próximos 5 años, con una política estatal adecuada que elimine las barreras del mercado y reconozca los beneficios de la energía solar.

En 2020, fue el segundo productor más grande del país de energía solar fotovoltaica (PV), después de California. La capacidad solar en las instalaciones solares del estado casi se duplicó entre 2019 y 2020, y las instalaciones solares a pequeña escala proporcionaron aproximadamente una sexta parte de la generación solar del estado en 2020.

Uno de los proyectos más importantes fue *Roserock Solar* que se completó en 2016. Este proyecto fotovoltaico tiene la capacidad de generar 160 MW de electricidad.

Varias empresas en Texas han convertido sus recursos en solares, entre otros Applied Materials, Campbell's Soup y FedEx.

## Florida

Las políticas sobre energía solar en Florida se han quedado rezagadas con respecto a otros estados: no tiene un estándar de cartera renovable y no permite acuerdos de compra de energía, dos políticas que han impulsado las inversiones en energía solar en otros estados.

Sin embargo, gracias a las inversiones de los servicios públicos en energía limpia y otros desarrollos recientes, se vislumbra un crecimiento significativo. Agregó 525 MW de capacidad en 2020, el 19% de la capacidad instalada en el estado.

Uno de los proyectos más importantes fue el centro de energía solar *Marting Next Generation* que se completó en 2010. Con una capacidad de 75 MW, abastece a más de 8.216 hogares en Florida.

Varias empresas en Florida han optado por la energía solar, entre otros 6th Street, Ace Hardware Bronson y AMJ. General Growth Properties ha montado una de las instalaciones más grandes de este tipo con 1 MW de capacidad solar en su ubicación en Altamonte Springs.

## Carolina del Norte

La industria solar de Carolina del Norte creció rápidamente gracias en parte al Estándar de Cartera de Energía Renovable y Eficiencia Energética (REPS) del estado y al fuerte apoyo regulatorio de políticas estatales.

Ahora, líder en energía solar a gran escala, el futuro es brillante para la energía solar en el estado. Una ley de 2017 autorizó el arrendamiento solar, lo que dio un impulso a las empresas solares residenciales y ofreció a los consumidores más opciones para controlar su uso de energía.

Uno de los proyectos más importantes que se han acometido en este estado es el *Conetoe II Solar* que se completó en 2015. Este proyecto fotovoltaico tiene la capacidad de generar 80 MW de electricidad, suficiente para abastecer a más de 9.030 hogares de Carolina del Norte.

Varias empresas de Carolina del Norte han optado por la energía solar, entre otras Apple, IKEA y SAS. Apple cuenta con una de las instalaciones más grandes de este tipo con 25 MW de capacidad solar en su sede de Maiden.

## Arizona

Arizona es uno de los estados más soleados y tiene un enorme potencial para su mercado solar. Si bien la industria solar estatal tiene una gran oportunidad de crecimiento, los debates públicos sobre los beneficios de la energía solar, la imposición de un cargo de medición neta en 2014 y la eliminación de incentivos, ha creado ciertas turbulencias en el mercado.

SEIA está trabajando con las partes interesadas locales y los responsables políticos para fomentar la estabilidad y la transparencia en las políticas, de modo que el mercado pueda recuperarse de esta perturbación seguir creciendo.

Entre los proyectos más importantes destacan *Solana* y *Mesquite Solar 2*. *Solana* se completó en 2013 y se trata de un proyecto de energía solar de concentración con una capacidad de generar 250 MW de electricidad. Con 100 MW, *Mesquite Solar 2* en Tonopah se encuentra entre las instalaciones solares más grandes de Arizona.

Varias empresas en Arizona se han involucrado en la generación solar, entre otros Albertsons, Body Sculpting Center y Bookmans Recreational Exchange. Macy's ha instalado una instalación con 3 MW de capacidad solar en su ubicación en Goodyear.

## Nevada

Con numerosos proyectos solares a gran escala, residenciales y comerciales, Nevada ha sido durante mucho tiempo un estado líder en energía solar.

Si bien la Comisión de Servicios Públicos de Nevada cambió la política de medición neta de energía solar ofrecida a los clientes, lo que ralentizó el despliegue de la energía solar, en 2017 la legislatura de Nevada votó para resucitar esta importante política estatal.

SEIA está trabajando en Nevada para establecer políticas para promover un nuevo crecimiento solar para todos los sectores de la industria y crear un mercado sostenible con políticas transparentes.

Entre los proyectos importantes, encontramos *Copper Mountain 3* en Boulder City que fue completado en 2015 por el promotor Wood. Este proyecto fotovoltaico tiene la capacidad de generar 250 MW de electricidad. También vale la pena mencionar, con 110 MW, el proyecto de energía solar *Crescent Dunes* en Tonopah, que fue terminado en 2014 y tiene suficiente capacidad eléctrica para abastecer a más de 18.053 hogares.

Varias empresas en Nevada se han pasado a la energía solar, entre otras Apple, General Growth Properties e IKEA. Apple ha instalado una de las instalaciones más grandes de este tipo con 22 MW de capacidad solar en su sede de Churchill.



*Proyecto Crescent Dunes, Nevada*

### III - Energía hidroeléctrica

Si bien la energía solar y eólica son las superestrellas renovables del siglo XXI debido a su rápido crecimiento y reducción de costes, la energía hidroeléctrica sigue siendo la mayor fuente de energía renovable, y lo será durante algún tiempo. *La Agencia Internacional de la Energía* (IEA) espera que siga representando el 16% de la generación de electricidad mundial en 2025.

La energía hidroeléctrica es una de las fuentes más antiguas y más grandes de energía renovable, que utiliza el flujo natural del agua en movimiento para generar electricidad.

Hay alrededor de 1.450 centrales hidroeléctricas convencionales y 40 de almacenamiento por bombeo en funcionamiento en los Estados Unidos. La instalación hidroeléctrica en funcionamiento más antigua de EE. UU. Es la planta Whiting en Wisconsin, que comenzó a funcionar en 1891 y tiene una capacidad de generación total de aproximadamente 4 MW.

Actualmente, Estados Unidos tiene una capacidad total instalada de casi 103.000 MW, esto comprende aproximadamente 80.000 MW de energía hidroeléctrica convencional y casi 23.000 MW de energía hidroeléctrica de almacenamiento por bombeo. Esta fuente de energía representa el 37% de la generación total de electricidad renovable de EE. UU. y aproximadamente el 7% de la generación total de electricidad del país.

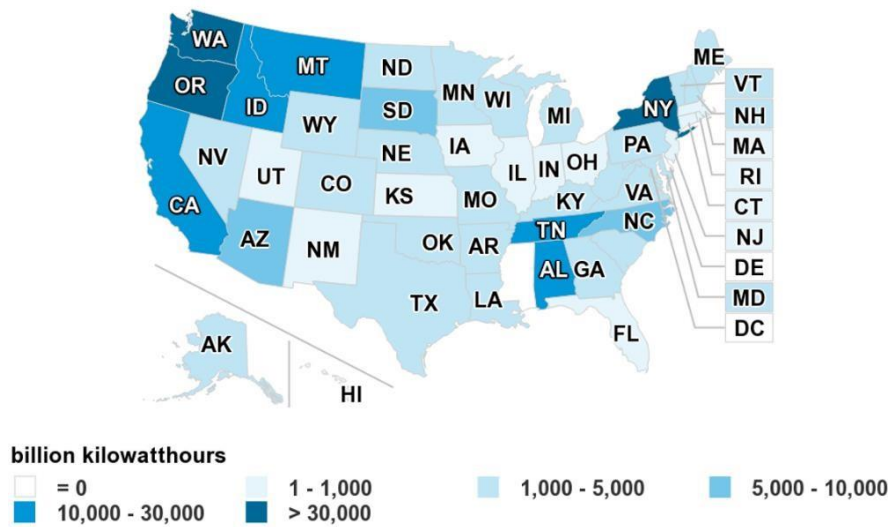
Si bien el crecimiento de la energía hidroeléctrica más reciente proviene de proyectos pequeños, el *Departamento de Energía de EE. UU.* estima que hay casi 50.000 MW de potencial hidroeléctrico sin explotar.

La flota de energía hidroeléctrica existente continúa desempeñando un papel fundamental, proporcionando flexibilidad y fiabilidad libres de carbono a medida que los combustibles fósiles se reemplazan por energías renovables intermitentes. De hecho, la mayoría de los estados están estableciendo metas libres de carbono para los próximos 30 años y dependen de la energía hidroeléctrica para poder alcanzarlas.

Sin embargo, en 2018 el país fue superado por Brasil en términos de capacidad instalada de energía hidroeléctrica habiendo sido previamente superado por China.

Existen instalaciones hidroeléctricas convencionales en casi todos los estados. La mayor parte de la energía hidroeléctrica se produce en grandes centrales construidas por el gobierno federal, y muchas de las centrales, tal y como se puede observar en la imagen, se encuentran en el oeste de los Estados Unidos.

*Generación de energía hidroeléctrica por estado (2020)*



Fuente: EIA, *Electric Power Monthly*.

Aproximadamente la mitad de la capacidad total de generación hidroeléctrica convencional se concentra en Washington, California y Oregón. Washington tiene la mayor capacidad de generación de todos los estados en la *Grand Coulee Dam*, la central hidroeléctrica más grande de EE. UU.

Al otro lado del país, el estado de Nueva York tiene la mayor capacidad de generación de energía hidroeléctrica de todos los estados al este del río Mississippi, seguido de Alabama.

## 5. BARRERAS AL DESARROLLO DE LA ENERGÍA RENOVABLE EN EE. UU.

El intenso crecimiento en las energías renovables que está experimentando Estados Unidos se puede ver afectada por las siguientes barreras:

- En cada estado existen distintas legislaciones y requerimientos a nivel burocrático, por lo tanto, en algunos estados será más difícil que en otros poner en marcha proyectos de generación de energía renovable. Por ejemplo, Texas es un estado muy atractivo debido a las facilidades que se ofrecen a la hora de la puesta en marcha de proyectos y licencias para instalaciones energéticas.
- La red eléctrica americana está muy anticuada. Se necesita una gran inversión para modernizar las redes de transmisión energética y de alta tensión de todo el país para poder soportar toda la energía generada de fuentes renovables a medida que van creciendo, especialmente la eólica y solar. Existen zonas donde la red no tiene la suficiente capacidad para absorber la energía que se está produciendo; por ello, la modernización de la red energética es una de las prioridades incluida en el nuevo plan de infraestructuras.
- También llegará un momento en el que haya falta de personal en el mercado laboral interno. Resulta complicado mantener el talento porque el mercado laboral americano es muy dinámico y en algunas ocasiones el salario no es suficiente.
- En ocasiones, requerimientos locales laborales hacen que desarrollar un proyecto sea más costoso, ya sea por los sindicatos laborales o por estándares de sueldo mayores a los vigentes en el estado.
- Aranceles sobre equipamiento que proviene del exterior. Existen impuestos de importación específicos aplicables a equipamiento proveniente de ciertos países exportadores.

A pesar de las barreras que existen, también hay muchas, y cada vez más, oportunidades para el desarrollo del sector en el país, especialmente a medida que se va avanzando con la agenda climática de la presente administración.

## 6. INCENTIVOS QUE FOMENTAN EL DESARROLLO DE LAS RENOVABLES EN EE. UU.

### I - Agenda climática de la administración Biden

En los primeros días de su llegada al cargo, el nuevo presidente de los Estados Unidos, Joe Biden, cumplió su promesa de volver a unirse al Acuerdo de París y establecer un rumbo para que Estados Unidos aborde la crisis climática en el país y en el extranjero, alcanzando emisiones netas cero en toda la economía para 2050.

Al ingresar en el Acuerdo de París, también lanzó un proceso en todo el gobierno, organizado a través de su Grupo de Trabajo Nacional sobre el Clima, para establecer este nuevo objetivo de emisiones para 2030, conocido como la "contribución determinada a nivel nacional" o "NDC", una presentación formal a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Estados Unidos se ha fijado el objetivo de alcanzar un 100% de electricidad libre de contaminación por carbono para 2035, lo que se puede lograr a través de múltiples vías rentables, cada una de las cuales dará como resultado reducciones significativas de emisiones en esta década.

Para desarrollar el objetivo, la Administración analizó cómo todos los sectores de la economía pueden estimular la innovación, generar nuevas oportunidades, impulsar la competitividad y reducir la contaminación.

Estas fueron las iniciativas propuestas para cumplir con los objetivos establecidos en relación al cambio climático:

- Implementar recursos de generación de electricidad, transmisión y almacenamiento de energía libre de contaminación de carbono.
- Reducir las emisiones y los costes de energía para las familias fomentando mejoras de eficiencia y la electrificación en los edificios mediante el apoyo a programas de modernización que generen empleo y viviendas asequibles sostenibles.
- Reducir la contaminación por carbono del sector del transporte:
  - Reduciendo las emisiones de los tubos de escape y aumentando la eficiencia de los vehículos
  - Proporcionando financiación para la infraestructura de carga
  - Estimulando los esfuerzos de investigación, desarrollo, demostración y despliegue para impulsar los combustibles renovables.

Aprovechando y beneficiándose de esa base, el objetivo de Estados Unidos para 2030 acelera el ritmo de las reducciones de emisiones, al tiempo que respalda los objetivos existentes del

presidente Biden de crear un sector de energía libre de contaminación de carbono para 2035 y una economía neta de emisiones cero para 2050.

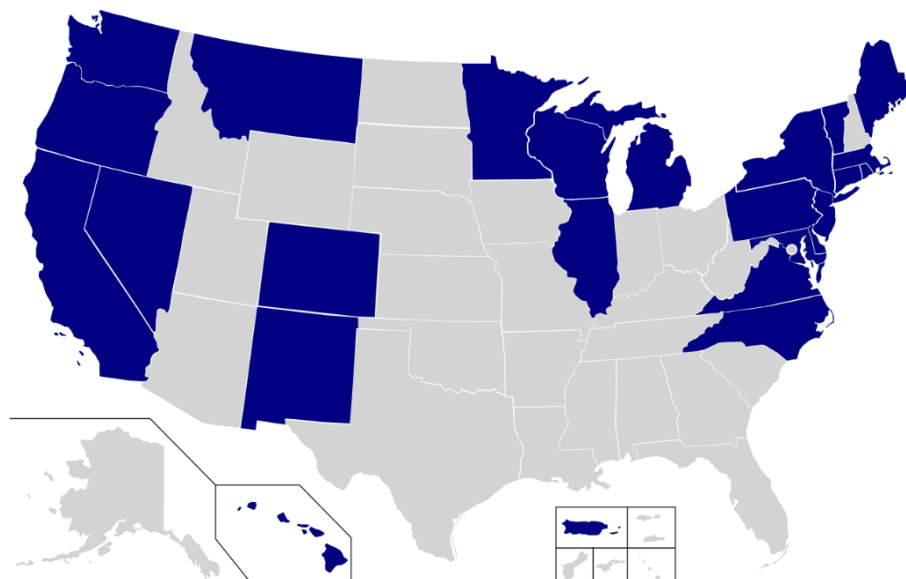
## II - U.S. Climate Alliance:

La Alianza Climática de Estados Unidos es una coalición bipartidista de gobernadores comprometidos con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en consonancia con los objetivos del Acuerdo de París. La acción estatal inteligente y coordinada puede garantizar que Estados Unidos continúe contribuyendo al esfuerzo global para abordar el cambio climático.

Los estados de la Alianza Climática de EE. UU. están comprometidos a tomar acciones reales, impactantes y sobre el terreno que aborden con urgencia el desafío climático. Al convertirse en miembros de la Alianza, los estados se comprometen a lograr el objetivo del Acuerdo de París de mantener los aumentos de temperatura por debajo de 1,5 grados Celsius mediante:

- Reducción de las emisiones colectivas netas de gases de efecto invernadero (GEI) al menos entre un 26% y un 28% para 2025 y entre un 50% y un 52% para 2030, y logro de un total de emisiones netas de GEI cero para 2050.
- Aceleración de las políticas nuevas y existentes para reducir la contaminación de GEI, desarrollo de la resiliencia a los impactos del cambio climático y el despliegue de energía limpia a nivel estatal y federal.
- Concentración de la justicia ambiental y una transición económica justa para lograr los objetivos climáticos y crear empleos de alta calidad.

### *Estados miembro de la U.S. Climate Alliance*



Fuente: U.S. Climate Alliance

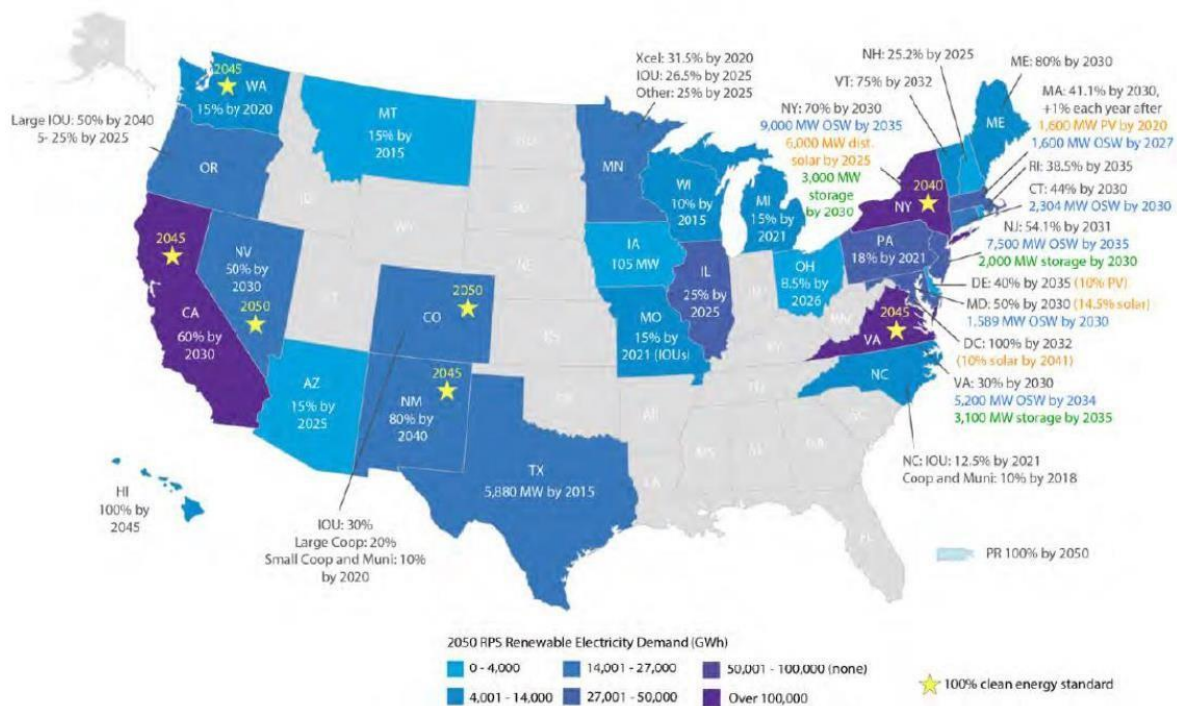
### III - Incentivos fiscales

#### a. Renewable Portfolio Standards (RPS)

Los estándares de cartera renovable (RPS), también conocidos como estándares de electricidad renovable (RES), son políticas diseñadas para aumentar el uso de fuentes de energía renovable para la generación de electricidad. Estas políticas exigen o alientan a los proveedores de electricidad a proporcionar a sus clientes una parte mínima establecida de electricidad procedente de recursos renovables.

Aunque se han propuesto RPS nacionales u otras políticas de energía limpia, actualmente no existe ningún RPS federal o una política similar. Sin embargo, la mayoría de los estados han promulgado sus propios programas de RPS.

#### *Mapa de la implementación de políticas RPS en EE. UU.*



Fuente: ACP 2020 Report

Las cinco principales empresas que firmaron acuerdos de compra de energía limpia en 2020 fueron empresas que no eran de servicios públicos. Amazon lideró a todos los compradores corporativos con 1.795 MW, seguido de Verizon (1.685 MW), General Motors (1.309 MW), McDonald's (875 MW) y AT&T (800 MW).

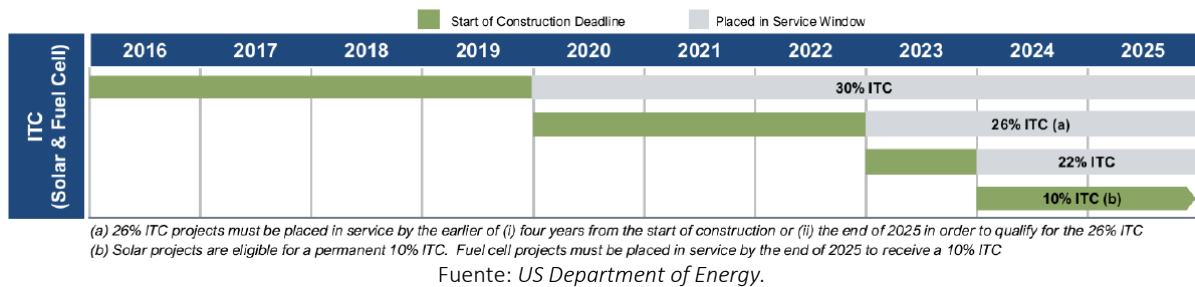
Eversource Energy fue la compañía de servicios públicos que más energía limpia compró con el anuncio de acuerdos de compra de energía para los proyectos eólicos marinos *Park City Wind* y *Mayflower Wind*.

b. Créditos fiscales

En Estados Unidos, los incentivos sobre los impuestos corporativos son el principal impulsor a nivel federal del desarrollo de las energías renovables. Hay dos créditos fiscales, ambos bajo la sección 38 del Código del IRS, que están disponibles para los propietarios de proyectos de energía renovable:

1. Investment Tax Credit (ITC): El crédito se basa en el coste del proyecto. La Sección 48 del Crédito Tributario por Inversión (ITC) permite a los propietarios de proyectos o inversores beneficiarse de créditos fiscales cuando instalan equipos de generación de energía renovable y los ponen en servicio durante el período de 2006 a 2024. Está disponible para proyectos solares y eólicos *offshore*.

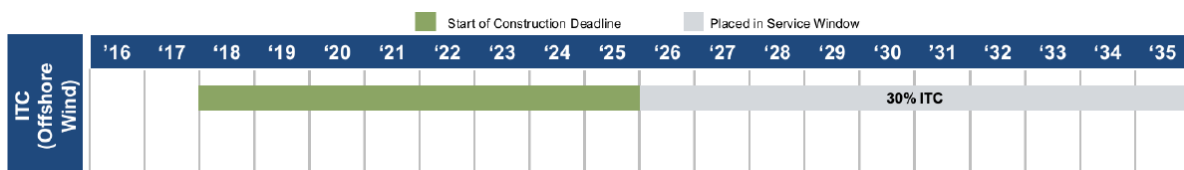
*Créditos fiscales a la inversión en proyectos renovables (solar)*



Tal y como se refleja en la gráfica, los inversores de proyectos de energía solar se pueden beneficiar del ITC siempre que:

- Comenzaran a construir antes del 2019 y finalicen antes del 2025 (derecho al 30% a modo de crédito fiscal).
- Iniciaran construcción entre el 2020 y 2022, y finalicen antes del 2025 (derecho al 26%).
- Inicien su construcción en el año 2023, y la terminen antes del 2025 (reciben el 22%).
- Inicien construcción a partir del 2024 (reciben el 10%).

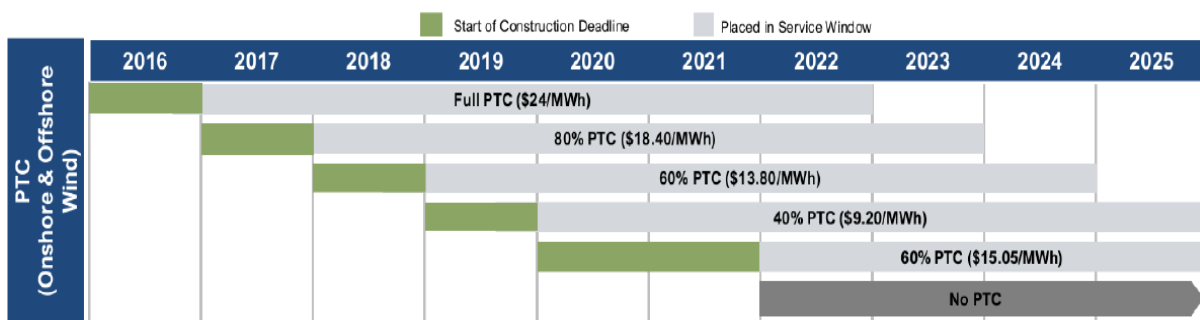
*Créditos fiscales a la inversión en proyectos renovables (viento offshore)*



Los inversores de proyectos de energía eólica offshore que inicien construcción antes del 2025, tendrán una cuota fija del 30% en términos de crédito fiscal por la inversión en los proyectos.

2. Production Tax Credit (PTC): El crédito se basa en la producción del proyecto. El crédito tributario por producción de electricidad renovable (PTC) es un crédito tributario federal por kilovatio-hora (kWh) de electricidad generada mediante recursos de energía renovable calificados. Está disponible para proyectos Eólicos.

### Créditos fiscales a la generación energética a partir de fuentes eólicas



Fuente: US Department of Energy.

De acuerdo a la legislación vigente, las PTC ya no se concederán a proyectos que inicien su construcción a partir de enero de 2022. Sin embargo, se está considerando la extensión de las PTC e incentivos similares en el nuevo plan de infraestructuras.

## IV - Plan de infraestructuras 2021

Cuando se habla del nuevo plan de infraestructuras de Estados Unidos, realmente se trata de dos iniciativas legislativas, *The Bipartisan Infrastructure Framework* (“*Bipartisan Bill*”) y *The Build Back Better Act* (“*Reconciliation Bill*”).

El *Bipartisan Bill*, asociado a una inversión de 1.200 billones de dólares, incluye una serie de medidas para reforzar la infraestructura del país y el desarrollo de las energías renovables. Actualmente se está negociando junto con la otra iniciativa.

El *Reconciliation Bill* incluye una inversión más ambiciosa, totalizando 3.500 billones de dólares, el cual facilitará la expansión de las energías renovables mediante la extensión de los incentivos fiscales para fomentar su desarrollo.

Estas dos iniciativas legislativas todavía en negociación en el Congreso de los Estados Unidos, y especialmente el *Reconciliation Bill*, en caso de ser finalmente aprobadas, generarían un gran impacto en las renovables y el futuro de la industria de la energía en los EE.UU.

El *Bipartisan Bill* o plan bipartidista de infraestructuras incluye las siguientes medidas de apoyo a las energías renovables:

- Inversión de 73 billones de dólares estadounidenses en la red energética que se centrarían en aumentar su resistencia, y en modernizarla y mejorar su capacidad para soportar la transmisión de energía de fuentes renovables.
- Importantes inversiones en el sector del transporte, donde cabe destacar, entre otros:
  - Una inversión de más de 7.5 billones de dólares dedicada a la introducción de puntos de carga para vehículos eléctricos a lo largo de todo el país.
  - Una inversión de más de 115 billones de dólares dedicada a la electrificación del transporte público y que contribuiría a la mejora y expansión de la red de ferrocarriles en todo el país (comerciales y de pasajeros), a la modernización de aeropuertos y puertos, y al desarrollo de autobuses y ferrys eléctricos e híbridos
- También contempla una inversión de 46 billones de dólares en generación de energía limpia que servirá de apoyo para el crecimiento y desarrollo de las industrias de energía solar y eólica.

Por otro lado, las medidas que más ayudarían al sector son las que podrían aparecer en el *Reconciliation Bill* y que serían las siguientes:

- Importantes créditos fiscales para las empresas que producen energía limpia.
- Creación de un estándar federal de energía limpia, que incentivaría a las empresas energéticas a aumentar la cantidad de energía que obtienen de fuentes renovables.
- Creación de un programa de pago de electricidad limpia para incentivar a las empresas de servicios públicos a producir más energía libre de emisiones.

Todo lo anterior pone de relieve que el uso de las energías renovables es una prioridad para la actual administración americana que se ha comprometido con la sociedad a aumentar el uso de fuentes de energía limpia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. American Clean Power. (2020). *ACP Market Report, 2020*. Obtenido de <https://cleanpower.org/resources/american-clean-power-market-report-q4-2020/#download>
2. Anna-Katharina von Krauland, F.-H. P. (2021). Onshore wind energy atlas for the United States accounting for landuse restrictions and wind speed thresholds.
3. Brian Murphy, EY. (2021). *Now is the time to seize on the momentum of renewable energy*. Obtenido de [https://www.ey.com/en\\_us/power-utilities/renewable-energy-in-transition](https://www.ey.com/en_us/power-utilities/renewable-energy-in-transition)
4. California Energy Commission. (2021). *California Solar Energy Statistics and Data*. Obtenido de [https://ww2.energy.ca.gov/almanac/renewables\\_data/solar/index cms.php](https://ww2.energy.ca.gov/almanac/renewables_data/solar/index cms.php)
5. Cibersecurity & Infrastructure Security Agency. (2021). *Energy Sector*. Obtenido de <https://www.cisa.gov/energy-sector>
6. Deloitte. (2021). *2021 renewable energy industry outlook*.
7. Department of Energy. (2021). *Wind*. Obtenido de <https://www.energy.gov/science-innovation/energy-sources/renewable-energy/wind>
8. Eller, D. (2021). *More than half of Iowa's power now comes from wind, as state nears 6,000 turbines*. Obtenido de <https://eu.desmoinesregister.com/story/money/agriculture/2021/04/09/iowa-electricity-generation-wind-energy-surges-2020-540-turbines-added-nears-6000/7107580002/>
9. Environment North Carolina. (s.f.). *Offshore Wind for N.C.* Obtenido de <https://environmentnorthcarolina.org/programs/nce/offshore-wind-nc>
10. Federal Energy Regulatory Commission. (Julio de 2021). *Electric Power Markets*. Obtenido de <https://www.ferc.gov/electric-power-markets>
11. Gibson Dunn. (2021). *U.S. House Ways and Means Committee Proposes Substantial Extension and Expansion of Clean Energy Tax Incentives*. Obtenido de <https://www.gibsondunn.com/us-house-ways-and-means-committee-proposes-substantial-extension-and-expansion-of-clean-energy-tax-incentives/>
12. International Energy Agency. (2020). *Onshore Wind*. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/onshore-wind>
13. International Hydropower Association. (2021). *USA*. Obtenido de <https://www.hydropower.org/country-profiles/usa>
14. International Trade Administration. (2021). *Energy Industry*. Obtenido de <https://www.trade.gov/energy-industry>
15. Kansas Department of Commerce. (2020). *Powered from the middle*. Obtenido de Oklahoma: how wind is re-energizing the state's economy
16. Matt Chester. (2021). *These 10 States Are Leading Solar Energy Installation in 2021*. Obtenido de <https://www.ecowatch.com/top-states-for-solar-energy-2653783171.html#toggle-gdpr>
17. National Geographic. (2020). Oklahoma: how wind is re-energizing the state's economy.
18. NC Clean Energy Technology Center. (2021). *Renewable Electricity Production Tax Credit (PTC)*. Obtenido de <https://programs.dsireusa.org/system/program/detail/734>
19. New England Offshore Wind. (2020). *Connecticut for Offshore Wind*. Obtenido de <https://www.newenglandforoffshorewind.org/states/connecticut/>
20. North Carolina Coastal Federation. (2021). *Offshore wind in NC is focus of new coalition*. Obtenido de <https://coastalreview.org/2021/09/offshore-wind-in-nc-is-focus-of-new-coalition/>
21. OffshoreWIND. (2021). *2.6 GW US Offshore Wind Project Homeports in Virginia*. Obtenido de <https://www.offshorewind.biz/2021/08/25/2-6-gw-us-offshore-wind-project-homeports-in-virginia/>

22. Select USA. (2021). *Energy Industry Spotlight*. Obtenido de <https://www.selectusa.gov/energy-industry-united-states>
23. Sierra Club Virginia. (2021). *Offshore Wind*. Obtenido de <https://www.sierraclub.org/virginia/offshore-wind>
24. Solar Energy Industries Association. (2021). *Arizona Solar*. Obtenido de <https://www.seia.org/state-solar-policy/arizona-solar>
25. Solar Energy Industries Association. (2021). *California Solar*. Obtenido de <https://www.seia.org/state-solar-policy/california-solar>
26. Solar Energy Industries Association. (2021). *Florida Solar*. Obtenido de <https://www.seia.org/state-solar-policy/florida-solar>
27. Solar Energy Industries Association. (2021). *Nevada Solar*. Obtenido de <https://www.seia.org/state-solar-policy/nevada-solar>
28. Solar Energy Industries Association. (2021). *North Carolina Solar*. Obtenido de <https://www.seia.org/state-solar-policy/north-carolina-solar>
29. Solar Energy Industries Association. (2021). *Solar Industry Research Data*. Obtenido de <https://www.seia.org/solar-industry-research-data>
30. Solar Energy Industries Association. (2021). *Texas Solar*. Obtenido de <https://www.seia.org/state-solar-policy/texas-solar>
31. Solar Energy Industries Association. (2021). *U.S. Solar Market Insight*. Obtenido de <https://www.seia.org/us-solar-market-insight>
32. Solar Energy Industries Association. (s.f.). *Solar Industry Research Data*. Obtenido de <https://www.seia.org/solar-industry-research-data>
33. Solar Energy Technologies Office. (2020). *Solar Energy in the United States*. Obtenido de <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-energy-united-states#:~:text=Today%2C%20over%203%25%20of%20U.S.,panels%20has%20dropped%20nearly%2070%25%20>
34. Solar Energy Technologies Office. (2021). *Solar Futures Study*. Obtenido de <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-futures-study>
35. Statista. (2020). *Renewable energy investments in the U.S. 2004-2019*. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/186818/north-american-investment-in-sustainable-energy-since-2004/#:~:text=Investments%20in%20clean%20energy%20totaled%20301.7%20billion%20U.S.%20dollars%20worldwide%20in%202019.>
36. Thomson Reuters - Practical Law. (2021). *Independent System Operator (ISO)*. Obtenido de [https://ca.practicallaw.thomsonreuters.com/0-520-9886?transitionType=Default&contextData=\(sc.Default\)&firstPage=true](https://ca.practicallaw.thomsonreuters.com/0-520-9886?transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&firstPage=true)
37. U.S. Energy Information Administration. (2020). *Electricity generation, capacity, and sales in the United States*. Obtenido de <https://www.eia.gov/energyexplained/electricity/electricity-in-the-us-generation-capacity-and-sales.php>
38. U.S. Energy Information Administration. (2021). *Average U.S. construction cost for onshore wind generation decreased by 27% since 2013*. Obtenido de <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=49176>
39. U.S. Energy Information Administration. (2021). *Electricity generation from wind*. Obtenido de <https://www.eia.gov/energyexplained/wind/electricity-generation-from-wind.php>
40. U.S. Energy Information Administration. (2021). *Iowa*. Obtenido de <https://www.eia.gov/state/analysis.php?sid=IA>
41. U.S. Energy Information Administration. (2021). *Kansas*. Obtenido de <https://www.eia.gov/state/?sid=KS>
42. U.S. Energy Information Administration. (2021). *Oklahoma*. Obtenido de <https://www.eia.gov/state/analysis.php?sid=OK>

43. U.S. Energy Information Administration. (2021). *Renewable energy explained*. Obtenido de <https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/>
44. U.S. Energy Information Administration. (2021). *Renewables became the second-most prevalent U.S. electricity source in 2020*. Obtenido de <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=48896>
45. U.S. Energy Information Administration. (2021). *Texas*. Obtenido de <https://www.eia.gov/state/analysis.php?sid=TX>
46. U.S. Energy Information Administration. (2021). *U.S. Energy facts explained*. Obtenido de <https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/>
47. U.S. Energy Information Administration. (2021). *Where solar is found and used*. Obtenido de <https://www.eia.gov/energyexplained/solar/where-solar-is-found.php>
48. United States Environmental Protection Agency. (2021). *Renewable Electricity Production Tax Credit Information*. Obtenido de <https://www.epa.gov/lmop/renewable-electricity-production-tax-credit-information>
49. *Where solar is found and used*. (2021). Obtenido de <https://www.eia.gov/energyexplained/solar/where-solar-is-found.php>
50. White House. (2021). *President Biden Sets 2030 Greenhouse Gas Pollution Reduction Target Aimed at Creating Good-Paying Union Jobs and Securing U.S. Leadership on Clean Energy Technologies*. Obtenido de <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/04/22/fact-sheet-president-biden-sets-2030-greenhouse-gas-pollution-reduction-target-aimed-at-creating-good-paying-union-jobs-and-securing-u-s-leadership-on-clean-energy-technologies/>