

El Bitcoin es la clave para un futuro energético abundante y limpio

En este memorándum, pretendemos explicar cómo la red Bitcoin funciona como un comprador de energía único que podría permitir a la sociedad desplegar una capacidad de generación solar y eólica sustancialmente mayor. Esta implementación, junto con el almacenamiento de energía, pretende facilitar la transición hacia una red eléctrica más limpia y resistente. Creemos que los propietarios de activos energéticos de hoy pueden convertirse en los mineros de bitcoin esenciales del mañana.

Aspectos destacados



La minería de bitcoins presenta una oportunidad **para acelerar la transición energética global hacia las energías renovables**, sirviendo como tecnología complementaria para la producción y el almacenamiento de energía limpia.



La **energía solar y la eólica son ahora las fuentes de energía más baratas del mundo**, pero se encuentran con un obstáculo en su despliegue, principalmente debido a su suministro intermitente de energía y a la congestión de la red.



Los **mineros de Bitcoin, como opción de carga flexible**, podrían ayudar a resolver gran parte de estos problemas de intermitencia y congestión, permitiendo que las redes desplieguen una cantidad sustancialmente mayor de energía renovable.



Al desplegar más energía solar y eólica, **estas tecnologías de generación probablemente caerán aún más en sus respectivas curvas de costos**, acercándolas a la producción de energía de costo marginal cero.

SOBRE ESTE MEMORÁNDUM

La Iniciativa de Energía Limpia de Bitcoin ha desarrollado este breve documento de investigación como punto de partida para compartir nuestra visión de cómo la minería de bitcoin - junto con la energía renovable y el almacenamiento - es especialmente adecuada para acelerar la transición energética. Para complementar este trabajo, ARK Invest ha contribuido con un modelo de código abierto que demuestra cómo la minería de bitcoin podría aumentar estos sistemas de energía renovable + almacenamiento, para suministrar un mayor porcentaje de la demanda de energía de carga base de una red con un costo económico unitario comparable o inferior. Este trabajo no es más que el comienzo de lo que esperamos que sea una fructífera exploración de soluciones para ayudar a introducir un futuro de energía abundante y limpia.

UN COMPRADOR DE ENERGÍA ÚNICO

Los mineros de Bitcoin son **compradores de energía únicos**, ya que ofrecen una **carga altamente flexible y fácilmente interrumpible**, proporcionan un pago en una criptomoneda líquida a nivel mundial y son completamente agnósticos en cuanto a su ubicación, ya que sólo requieren una conexión a Internet. Estas cualidades combinadas constituyen un activo extraordinario, un **comprador de energía de último recurso**¹ [ENG] que puede encenderse o apagarse en cualquier momento en cualquier parte del mundo.

Los propietarios de los activos energéticos son las entidades que poseen la planta de producción de energía una vez que está en funcionamiento comercial

Bitcoin Clean Energy Initiative (BCEI, por sus siglas en inglés) es un proyecto lanzado por Square en diciembre de 2020 para promover el uso de energía limpia en la minería de Bitcoin. Conozca más sobre su origen [aquí](#) [ENG].

La carga interrumpible es un uso final de la electricidad, como la minería de bitcoin, que puede encenderse o apagarse rápida y fácilmente.

1. Informe especial de Energy Backed Money, Satoshi Energy.

LA ENERGÍA RENOVABLE ES AHORA LA MÁS BARATA

El costo nivelado de la energía (LCOE, por sus siglas en inglés) para la solar y la eólica ha caído un 90% y un 71% [ENG], respectivamente, en la última década. Los costos no subvencionados de la energía solar y eólica son ahora de 3 a 4 céntimos / kWh y de 2 a 5 céntimos / kWh, respectivamente. Algunos proyectos individuales han tenido costos aún más bajos. Para contextualizar, el LCOE promedio de los combustibles fósiles como el carbón o el gas natural es de ~5-7 céntimos / kWh. Esto significa que la energía solar y la eólica ya están en un punto de precio más bajo que el carbón y el gas natural. La energía solar y la eólica también acaban de alcanzar la paridad de costos² [ENG] con la geotérmica y la hidroeléctrica, que a unos 3-5 céntimos/kWh son baratas, pero están limitadas geográficamente.

Siempre habrá emplazamientos individuales baratos para diferentes fuentes de energía, como la hidroeléctrica o la geotérmica, pero en conjunto, la solar y la eólica son ahora las más baratas y escalables. Además, creemos que seguirán siendo más asequibles con el tiempo. Creemos que esto es especialmente cierto en el caso de la energía solar, una tecnología de semiconductores, cuyo precio ha disminuido sistemáticamente entre un 20 y un 40%³ [ENG] por cada duplicación de la capacidad acumulada desplegada.

LCOE por fuente de energía

Precio por KWh

Hidraulico	~.01 – .04	Nat. Gas	~.04 – .07
Viento	~.02 – .05	Geotermia	~.05 – .10
Solar	~.03 – .04	Carbón	~.06 – .07

Todos menos Hydro, Lazard. Energía hidroeléctrica, IRENA - Agencia Internacional de Energías Renovables.

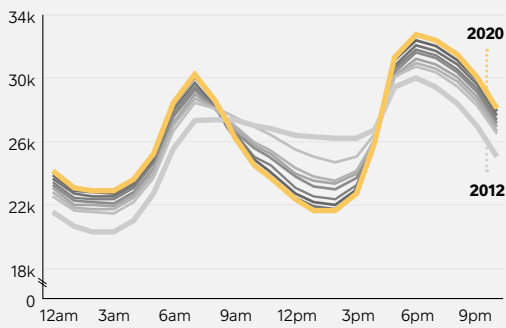
DESAJUSTE TEMPORAL DE LA OFERTA Y LA DEMANDA Y CONGESTIÓN DE LA RED

Sin embargo, tanto la energía solar como la eólica sufren una importante deficiencia frente a la energía de carga base más costosa, como el gas natural o la energía nuclear: la intermitencia. En la industria energética, esto da lugar a lo que se conoce como “duck curve”⁴ [ENG].

1. Costo nivelado de energía y costo nivelado de almacenamiento - 2020, Lazard.
2. Costos nivelados de los recursos de nueva generación en el Annual Energy Outlook 2021, U.S. Energy Information Administration.
3. El futuro de la energía solar es increíblemente barato (2020), Ramez Naam.
4. Diez años analizando el gráfico de patos, NREL.
5. Congestión y limitaciones de la transmisión: ¿impedimento u oportunidad del mercado? NRG Editorial Voices.
6. Nueva herramienta de datos de Berkeley Lab rastrea proyectos propuestos en colas de interconexión, Berkeley Lab.

Curva de pato NREL

Carga neta en megavatios, 11 de enero
Años 2012-2020 representados



Diez años analizando la tabla de patos, NREL.

En esencia, el sol brilla durante el día, pero no por la noche. El viento es más imprevisible, pero tiende a soplar con más fuerza por la noche. La oferta de energía, por tanto, es abundante o inexistente. La demanda, sin embargo, alcanza su punto máximo a última hora de la tarde o a primera hora de la noche, cuando la gente llega a casa y enciende los aparatos, momento en el que ni la energía solar ni la eólica están disponibles en abundancia. El resultado final es una cantidad de energía significativamente mayor de la que la sociedad suele necesitar durante unas horas al día y no suficiente cuando la demanda se dispara. Este mismo problema se repite según las estaciones, ya que el sol brilla más en verano y el viento sopla más en invierno. Estas deficiencias se ven agravadas por la congestión de la red,⁵ [ENG], que es similar a la del tráfico en las autopistas, y se produce con frecuencia porque los proyectos solares y eólicos suelen construirse en zonas rurales con mucha luz solar y viento, pero con poca carga cercana (es decir, usuarios finales de energía) y capacidad de transmisión. Debido a estos problemas, actualmente hay más de >200 GW⁶ [ENG] de capacidad solar y eólica retrasada en sólo tres colas de interconexión de la red de Estados Unidos. Se trata de proyectos solares y eólicos que cuentan con promotores y financiación, pero que las redes no se pueden acomodar físicamente.

El aumento de la capacidad de transmisión y el almacenamiento de energía serán fundamentales para resolver estos problemas, especialmente cuando las baterías de iones de litio sigan bajando su curva de costos. Por el momento, sin embargo, las baterías a escala de servicios públicos siguen siendo demasiado caras para su despliegue universal. Una vez que hayan bajado otro 80% su costo, seguirán teniendo limitaciones físicas en cuanto a su vida útil y al tiempo que pueden almacenar energía sin disiparse. Sin embargo, serán la tecnología más importante para almacenar la energía solar de bajo costo del mediodía para la demanda máxima de la noche.

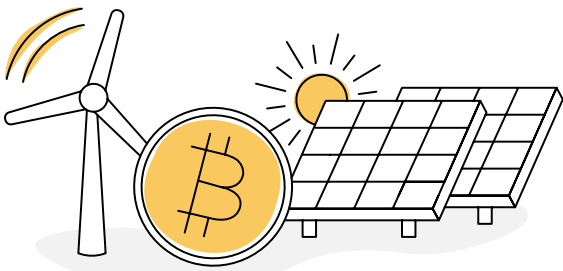
El costo nivelado de la energía (LCOE, por sus siglas en inglés) es el costo total de por vida de la construcción y el funcionamiento de una central eléctrica dividido por la cantidad total de energía que produce (medida en céntimos / kWh).

La tecnología de los semiconductores es la base de la electrónica y la informática modernas, cuyo costo ha disminuido históricamente a medida que aumentaba su capacidad de producción (véase la Moore's Law [ENG]).

La intermitencia es cuando una fuente de energía no es constante. Por ejemplo, en el caso de un parque solar, sólo hay producción cuando brilla el sol.

La congestión de la red es cuando las líneas de transmisión de una red han alcanzado la capacidad máxima para la cantidad de electricidad que puede fluir a través de ellas en un momento dado.

La capacidad de transmisión es la velocidad a la que la electricidad puede trasladarse desde una central eléctrica (por ejemplo, un parque solar) hasta un centro de carga (por ejemplo, una ciudad).



LA MINERÍA DE BITCOIN ES UN COMPLEMENTO IDEAL PARA LA GENERACIÓN + EL ALMACENAMIENTO

Los mineros de bitcoin, por su parte, son una tecnología complementaria ideal para las energías renovables y el almacenamiento. Combinar la generación con el almacenamiento y los mineros, presenta una mejor propuesta de valor global que construir la generación y el almacenamiento por separado. Como se ha mencionado anteriormente, siempre habrá limitaciones físicas en cuanto a la cantidad de energía que se puede almacenar de forma rentable sin que se disipe. Sin embargo, el reto de la intermitencia diaria puede resolverse casi por completo con unas pocas horas de capacidad de almacenamiento.

Al combinar mineros con proyectos renovables + almacenamiento, creemos que se podría:

- 1 Mejorar la rentabilidad de los inversores y promotores de proyectos, haciendo que más proyectos solares y eólicos sean rentables.
- 2 Permitir la construcción de proyectos solares y eólicos incluso antes de que se completen los largos estudios de interconexión a la red (ya que los mineros de bitcoin pueden absorber la energía hasta que la venta a la red sea posible).
- 3 Proporcionar a la red un "exceso" de energía fácilmente disponible para los cada vez más comunes acontecimientos de "cisne negro", como los días excesivamente calurosos o fríos en los que la demanda se dispara (por ejemplo, los cortes de principios de 2021 en Texas)

Obsérvese que este "exceso" de energía también será muy útil a medida que la demanda de electricidad de la sociedad aumente con la proliferación de vehículos eléctricos y la electrificación de todos los dispositivos. En cierto sentido, el apetito ilimitado de los mineros les permite comer lo que queda de la "panza del pato". Dados estos beneficios, creemos que tiene sentido lógico que los desarrolladores de almacenamiento a escala de servicios públicos aumenten su oferta actual de baterías con mineros de bitcoin.

IMPLICACIONES A LARGO PLAZO

Creemos que hay dos grandes implicaciones si la minería de bitcoin se normaliza como comprador de energía de último recurso. En primer lugar, la cantidad de energía solar y eólica en la red aumentará drásticamente. Como se ha señalado anteriormente, actualmente hay más de 200 GW de capacidad solar y eólica retrasada en las colas de interconexión de sólo tres mercados eléctricos estadounidenses. Para contextualizar, eso es aproximadamente el doble de la capacidad solar y eólica actualmente instalada allí.

A medida que la sociedad empiece a desplegar más energía solar y eólica, creemos que debería bajar aún más su LCOE en sus curvas de costos, haciendo que el siguiente lote de energía solar y eólica sea aún más asequible. Si el LCOE disminuye, podría desbloquear nuevos casos de uso rentables para esa electricidad, como la desalinización de agua, la eliminación de CO₂ de la atmósfera o la producción de hidrógeno verde. Algunos expertos en la materia esperan que el costo marginal de la producción de nueva electricidad se acerque a cero¹ [ENG].

El segundo impacto potencial más importante podría ser una considerable transformación y ecologización de la industria de la minería de bitcoins. Se calcula que actualmente sólo hay entre 10 y 20 GW² [ENG] de capacidad de minería en todo el mundo. El despliegue de los mineros, incluso al 20% de su capacidad, con los mencionados 200 GW de proyectos solares y eólicos retrasados en las redes de Estados Unidos, podría dar lugar a 40 GW de nueva capacidad minera, empujando efectivamente la totalidad del mercado global existente. Hay que tener en cuenta que, si bien muchos de estos proyectos se construirían "detrás del medidor" para utilizar la energía solar y eólica, que de otro modo se vería reducida, siempre que fuera posible, seguirían explotando la electricidad de la red durante otros periodos en los que fuera rentable hacerlo, por lo que no sería totalmente ecológico desde el primer día. Pero si los costos de la energía solar y la eólica disminuyen aún más y constituyen una parte cada vez mayor de la energía de base, la tendencia final seguiría avanzando rápidamente hacia el dominio de las energías renovables. Creemos que el despliegue de una cantidad tan grande de hashrate nuevo y geográficamente diverso también tendría la segunda consecuencia de reforzar la seguridad de la red Bitcoin, afianzando potencialmente el bitcoin como una moneda sólida para todos.

La **disipación** es el proceso de pérdida de energía almacenada en forma de calor, también conocido como "pérdida de calor".

Los **cisnes negros** son eventos de baja probabilidad y alto impacto, como las tormentas de invierno u olas de calor.

El **almacenamiento a escala de servicios públicos** son grandes baterías desplegadas por las empresas de servicios públicos con una capacidad de almacenamiento que va desde unos pocos megavatios-hora (MWh) hasta cientos de MWh.

Las **colas de interconexión** son proyectos que esperan la aprobación para suministrar energía a las redes de transmisión.

Detrás del medidor se refiere a la utilización de la energía directamente en el lugar de generación sin pasar por la red.

Hashrate es la potencia computacional total que asegura la red Bitcoin.

1. *Energía de costo marginal cero*, Max Webster. Dic 2020.

2. *Índice de consumo de electricidad de Cambridge Bitcoin*

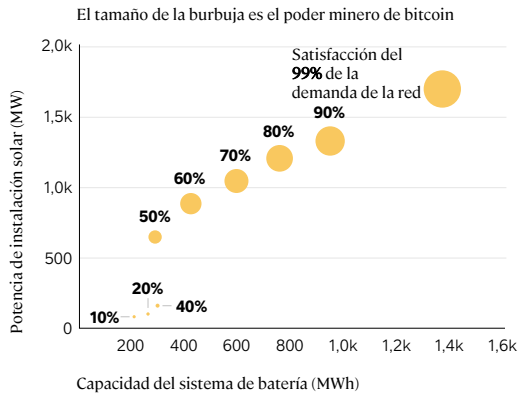


Con datos del mundo real, nosotros (ARK Invest) demostramos que la minería de bitcoin podría fomentar la inversión en sistemas solares (redes solares + baterías), permitiendo que las energías renovables generen un mayor porcentaje de la energía de la red sin que cambie el costo de la electricidad

Sin la minería de bitcoin, la energía solar -una fuente de energía intermitente- sólo podría suministrar el 40% de la energía de la red antes de que las empresas de servicios públicos tuvieran que financiar importantes inversiones con precios más altos de la electricidad. Sin embargo, con la minería de bitcoin integrada en un sistema solar, los proveedores de energía -ya sean empresas de servicios públicos o entidades independientes- tendrían la capacidad de jugar con el arbitraje entre los precios de la electricidad y los precios del bitcoin, así como de vender potencialmente el "excedente" de energía solar y abastecer casi toda la demanda de energía de la red sin disminuir la rentabilidad.

El gráfico anterior ilustra el impacto que la minería de bitcoin podría tener en la adopción de sistemas solares. Asumiendo un costo constante de la electricidad, se traza el porcentaje que la energía solar podría proporcionar a la red. El eje Y es la energía generada por la energía solar, el eje X es la capacidad de la batería. El tamaño de cada círculo es proporcional al tamaño de la operación de minería de bitcoins. En cada punto, el sistema solar proporciona un porcentaje diferente de las necesidades de la red. A medida que la minería de bitcoin aumenta, el sistema solar aumenta su tamaño y proporciona un mayor porcentaje a las necesidades de la red. El aumento de la capacidad de extracción de bitcoins podría permitir al proveedor de energía "sobreconstruir" la energía solar sin desperdiciar energía. En la parte inferior izquierda del gráfico, en ausencia de minería de bitcoin, las energías renovables sólo pueden satisfacer el 40% de las necesidades de la red.

La minería de Bitcoin podría fomentar la inversión en sistemas solares, permitiendo que las energías renovables generen un mayor porcentaje de energía de la red sin cambios en el costo de la electricidad



En la parte superior derecha del gráfico, la inclusión de la energía solar, las baterías y la minería de bitcoins puede satisfacer el 99% de la demanda de la red.

Nuestro modelo demuestra que la minería de bitcoin integrada podría transformar los recursos energéticos intermitentes en estaciones de generación con capacidad de carga base. Sugiere que la incorporación de la minería de Bitcoin a las cajas de herramientas de los desarrolladores de energía debería aumentar el mercado global de fuentes de energía renovables e intermitentes. En igualdad de condiciones, con la minería de bitcoin, la energía renovable podría suministrar un gran porcentaje de la energía de cualquier localidad de forma económica. Como efecto secundario, es muy probable que se acelere el descenso de los costos asociados a la ampliación de las energías renovables, lo que las haría aún más competitivas económicamente en el equilibrio.

AQUÍ [ENG] OFRECEMOS UNA VERSIÓN DE CÓDIGO ABIERTO Y UN DESGLOSE MÁS DETALLADO DEL MODELO Y SUS SUPUESTOS.

La generación con capacidad de carga base se refiere a la capacidad de satisfacer el nivel mínimo de demanda de una red eléctrica durante un periodo de tiempo.

1. Batería solar Bitcoin, ARK Invest GitHub.

PRÓXIMOS PASOS

Todavía quedan algunas cuestiones importantes por resolver sobre cómo podría desarrollarse la visión anterior. Vemos al menos tres oportunidades de negocio significativas:

1 Software y servicios de gestión de la energía

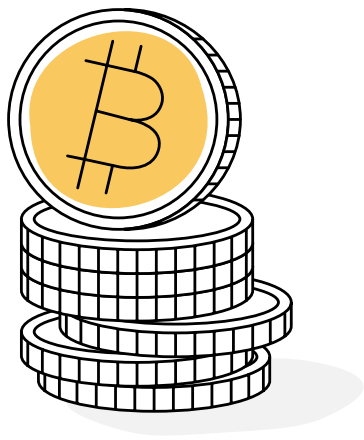
Las empresas de gestión de la energía especializadas en el almacenamiento y la extracción, podrían crear programas informáticos para decidir en tiempo real el mejor uso de un electrón recién creado: si utilizarlo, almacenarlo o extraerlo. También podrían proporcionar herramientas clave de gestión de activos y análisis para supervisar el rendimiento del proyecto.

2 Mercados de energía y minería

Managed marketplaces could emerge to connect project developers, miners, and financiers. One key challenge would be solving the current creditworthiness threshold requirements for existing miners.

3 Fabricación de ASIC

Podrían construirse nuevas fundiciones de chips para satisfacer el esperado aumento de la demanda. Samsung y TSMC están a la cabeza con los recientes anuncios de nuevas plantas en Norteamérica. También esperamos ver mejoras continuas en el hardware y el firmware para aumentar la durabilidad de los equipos de minería optimizados para el uso de energía interrumpida.



Esta nota incluye contenido y datos ("información") de ARK Invest, que es titular de Square, Inc. ("Square", "nosotros", "nuestro", "nos") de acciones ordinarias de clase A. Esta información se puso a nuestra disposición para su inclusión en este memorándum sin costo alguno en apoyo del compromiso de Square y ARK Invest con el bitcoin y las energías renovables. Esta información también ha sido recientemente de código abierto y puesto a disposición del público como se indica anteriormente. Aunque creemos que la información de ARK Invest incluida en este memo es confiable, no hemos verificado independientemente su exactitud o integridad. Square presenta esta información sólo con fines informativos y no pretende aprobar o adoptar la información. Square no asume ninguna obligación de actualizar este memorándum, y la información contenida en él puede ser actualizada, modificada o sustituida por documentos o divulgaciones posteriores, o puede quedar obsoleta e inexacta con el tiempo.

Llamada a la acción

Los mercados del bitcoin y de la energía están convergiendo, y creemos que los propietarios de activos energéticos de hoy se convertirán probablemente en los mineros del mañana. Los ejecutivos de las empresas de servicios públicos, los fondos de infraestructura sostenible y los desarrolladores de almacenamiento a escala de red están bien posicionados para acelerar este futuro alineando su hoja de ruta estratégica y desplegando inversiones a gran escala en la sinergia emergente entre la minería de bitcoin y la producción de energía limpia.

Tenemos previsto seguir con más investigaciones y recursos adicionales centrados en la intersección entre el bitcoin y la energía limpia.

CONTACTO BITCOIN-ENERGY@SQUAREUP.COM

Un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, por sus siglas en inglés) es un chip informático personalizado para realizar una función. En este caso, los ASIC están especializados en minar y asegurar la red Bitcoin realizando una función hash llamada SHA-256.

Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC, por sus siglas en inglés) es una empresa multinacional taiwanesa de fabricación y diseño de semiconductores.