



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

FACULTAD DE DERECHO

**FINANZAS DESCENTRALIZADAS
(DeFi)
SOSTENIBLES**

Autor: Marta Trueba Villamil

5º E-3 Grupo C

Derecho Mercantil

Tutor: Javier Wenceslao Ibáñez Jiménez

Madrid

Abril 2024

Índice

1. Resumen ejecutivo	3
2. Introducción.	4
2.1. Contexto y justificación del estudio.	4
2.2. Objetivos de la investigación.	5
2.3. Metodología utilizada.	5
3. Finanzas descentralizadas y sostenibilidad.	6
3.1. Definición y conceptos clave.	6
3.2. Relación entre las finanzas descentralizadas (DeFi) y la sostenibilidad.	9
3.3. Importancia de los criterios de ESG en DeFi.	10
4. Evaluación de los criterios de sostenibilidad en el Reglamento MiCA.	11
5. Evaluación de los criterios de ESG de sostenibilidad (Enviromental, Social and Governance) en DeFI.	18
5.1. Criterios ambientales en las Finanzas Descentralizadas.	22
a) Análisis de la huella ecológica y el impacto de las criptomonedas en el medio ambiente.	22
b) Soluciones de sostenibilidad en Blockchain.	26
5.2. Criterios sociales en las Finanzas Descentralizadas.	32
a) Acceso a servicios e inclusión financiera.	32
b) Los riesgos de las DeFi para los consumidores.	34
c) Responsabilidad social corporativa aplicada a las finanzas descentralizadas.	37
5.3. Criterios de Governance en las Finanzas Descentralizadas.	39
a) Protocolos de Governance en blockchain.	39
b) Las debilidades del modelo de gobernanza.	42
c) La transparencia en Finanzas Descentralizadas.	44
5. Conclusiones.	46
6. Bibliografía.	48

Índice de tablas, gráficos e ilustraciones:

Tabla 1: Riesgos de las Finanzas Descentralizadas	18
Gráfico 1: Consumo de electricidad anualizado estimado de bitcoin (BTC) y ether (ETH) en todo el mundo comparado con el de determinados países.	23
Gráfico 2: Reducción de las emisiones de GEI pasadas y previstas de los países de la zona del euro anulada por las emisiones anuales de GEI de bitcoin y ether.	24
Gráfico 3: Capitalización bursátil de criptoactivos basados en PoW frente a otros criptoactivos basados en mecanismos de consenso.	27
Ilustración 1: los principios de gobernanza Blockchain	41

Listado de abreviaturas:

- AEVM – Autoridad Europea de Valores y Mercados.
- ASIC – Circuitos Integrados Específicos de la Aplicación
- ART – Fichas referenciadas a activos.
- BCBS – Basel Committee on Banking Supervision.
- BMC – Bitcoin Mining Council.
- BTC – Bitcoin (criptomoneda).
- CASP – Proveedores de servicios de criptoactivos.
- Criterios ESG – Criterios medioambientales, sociales y de gobierno.
- CSDR – Directiva sobre Informes de Sostenibilidad Empresarial
- DAO – Organizaciones Autónomas Descentralizadas.
- DeFi – Finanzas descentralizadas.
- DEX – Exchanges descentralizados.
- DLT – Tecnología de los registros distribuidos.
- EMT – Fichas de dinero electrónico.
- ETH – Ether (criptomoneda).
- ITU – Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- MiCA – Mercados de criptoactivos.
- NFT – Non-Fungible Tokens o tokens no fungibles.
- NTR – Norma Técnica Regulatoria.
- PYME – Pequeñas y medianas empresas.

- PoS – Proof of Stake.
- PoW – Proof of Work.
- RSC – Responsabilidad Social Corporativa.
- SFDR – Reglamento sobre divulgación de información financiera sostenible.
- TIC – Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- UE – Unión Europea.

1. Resumen ejecutivo.

El presente Trabajo de Fin de Grado trata de indagar y profundizar en el universo de las finanzas descentralizadas (DeFi) para estudiar sus posibles efectos sobre el medioambiente y la sociedad. Además, se investiga acerca de los criterios, retos y nuevas modalidades que podrían hacer que las DeFi fuesen más sostenibles y acordes a las normativas como el Reglamento MiCA y los criterios de ESG que se exigen a las grandes compañías sobre gobernanza, cuidado del entorno y la sociedad.

Palabras clave: DeFi, finanzas descentralizadas, blockchain, criptoactivos, sostenibilidad, criterios ESG, tecnología de registro distribuido, DLT.

Abstract.

This thesis aims to investigate and deepen the universe of decentralized finance (DeFi) to study its possible effects on the environment and society. In addition, it explores the criteria, challenges and new modalities that could make DeFi more sustainable and in line with regulations such as the MiCA Regulation and the ESG criteria required of large companies on governance, care for the environment and society.

Key words: DeFi, decentralized finance, blockchain, cryptoassets, sustainability, ESG criteria, distributed log technology, DLT.

2. Introducción.

2.1. Contexto y justificación del estudio.

La tecnología Blockchain ha entrado de forma disruptiva en los servicios financieros para revolucionar el sector. Gracias a este sistema de distribución que opera a través de bloques descentralizados con huella digital se ha logrado reducir el número de intermediarios que participan en operaciones financieras como podría ser una compra de activos. De este modo, se reducen costes, se agilizan los procesos y se evitan posibles errores humanos que pueden darse al transmitir la información entre los intermediarios. Los beneficios son múltiples y es por ello que esta tecnología se vuelve fundamental para el funcionamiento de las finanzas descentralizadas.

Ahora bien, la tecnología tiene grandes beneficios económicos, pero no se ha de descuidar los posibles efectos negativos que puede provocar, aquí es donde entran en juego los criterios de ESG de sostenibilidad en DeFi.

Los criterios de ESG no son fruto de una reciente moda, hace ya años que se conoce la importancia y necesidad de adoptar prácticas que favorezcan la sostenibilidad y fomenten la protección del medio ambiente. No obstante, algunos acontecimientos históricos como la crisis económica de 2008 o la más reciente crisis causada por el COVID-19 han vuelto a poner el foco de atención en estas prácticas que ayudan a mitigar algunas de sus secuelas económicas, sociales y laborales.

La conciencia popular y la presión social ha causado que sean muchas las empresas que ya incluyen en sus prácticas factores sociales, medioambientales o de gobierno, ya que su cumplimiento influye en gran medida con sus relaciones con clientes o proveedores e incluso con sus cotizaciones en bolsa. Por si no fuese suficiente incentivo el impacto positivo de los criterios ESG en el planeta para las empresas, las autoridades han querido asegurar su cumplimiento a través de normativas y compromisos que promueven una economía sostenible. Destacan entre estas, la suscripción en la Asamblea de Naciones Unidas en 2015 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Pacto Verde (The Green Deal) presentado en 2019 por la Comisión Europea en el Parlamento y el Consejo Europeo para alcanzar la neutralidad climática en la UE para 2050, o el Reglamento (UE) 2019/2088 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de noviembre de 2019 sobre la divulgación de información relativa a la sostenibilidad en el sector de los servicios financieros.

A lo largo del siguiente trabajo se estudiará la sostenibilidad de este sistema financiero a través de los criterios de ESG y su relación con las Finanzas Descentralizadas (DeFi).

2.2. Objetivos de la investigación.

El objetivo principal de este trabajo de fin de grado es indagar en la posible futura aplicación de los criterios de ESG (ambiental, social y gobernanza) en el ámbito de las finanzas descentralizadas, poniendo foco específico en cómo podría contribuir a la sostenibilidad esta novedosa forma de operar en el mercado financiero.

Dentro del estudio de las DeFi, se tratará de ahondar y profundizar en el impacto que tiene el uso de estas nuevas tecnologías sobre el medioambiente, la veracidad y trazabilidad de los datos y de los posibles riesgos que conllevan en el ámbito de la ciberseguridad o del apalancamiento financiero excesivo.

2.3. Metodología utilizada.

La metodología empleada para este Trabajo de Fin de Grado sobre Finanzas Descentralizadas Sostenibles se ha diseñado con el propósito de alcanzar los objetivos de investigación planteados para dar respuesta a cómo se deberían aplicar los criterios de ESG en las DeFi y lograr así una mayor sostenibilidad.

Para ello, se ha llevado a cabo una combinación de métodos de investigación jurídica variados. Entre estos métodos, destaca el método lógico para realizar un correcto análisis y síntesis a través de procesos deductivos e inductivos para extraer conclusiones y observaciones.

Por un lado, se ha utilizado el método exegético jurídico o de análisis normativo con el objetivo de comprender y descubrir la intención de los legisladores a la hora de formular el Reglamento MiCA donde se trata de regular por primera vez el universo de los criptoactivos que juegan un rol crucial dentro de las finanzas descentralizadas. Además, a través del método de análisis de contenido se ha tratado de comprender, valorar y apreciar el contenido del mencionado Reglamento así como el funcionamiento del sistema y sus posibles problemas.

También se ha empleado el método comparado para examinar y contrastar el Derecho de otros países donde ya se han realizado los primeros intentos para legislar sobre estas

nuevas tecnologías como en el caso de algún estado de Estados Unidos donde se han permitido registrar de manera pionera las DAOs como sociedades limitadas.

Por otro lado, para llevar a cabo una correcta investigación, se ha usado el método de jurisprudencia de intereses pues en ocasiones se considera a los destinatarios de las DeFi como partes interesadas. Adicionalmente, se ha combinado con el método de análisis de contenido para ser capaces de comprender el progreso y evolución de las finanzas descentralizadas y realizar una valoración crítica de las normas jurídicas para detectar posibles deficiencias del legislador o del sistema.

Finalmente, se han elaborado y utilizado cuadros y gráficos con los que poder ilustrar y explicar de forma más clara determinados fenómenos que se dan el ecosistema de las finanzas descentralizadas.

3. Finanzas descentralizadas y sostenibilidad.

3.1. Definición y conceptos clave.

Antes de comenzar de lleno con el concepto de las finanzas descentralizadas y los criterios de ESG en sostenibilidad conviene asentar una serie de conceptos que son clave para entender su funcionamiento.

Por un lado encontramos nociones y conceptos clave relacionados con la parte tecnológica que conllevan las finanzas descentralizadas. El primero de ellos es **la tecnología de los registros distribuidos – DLT (Distributed-ledger technology)**. La tecnología de registros distribuidos, más conocido como DLT por sus siglas en inglés de Distributed-ledger technology, es crucial para poder entender el funcionamiento de las DeFi puesto que ésta opera a través del blockchain que es un caso particular de DLT.

Los registros distribuidos son un registro descentralizado, compartido, replicado y sincronizado de las transacciones entre las partes contratantes que se encuentra sellado criptográficamente. Los nodos de DLT verifican de forma independiente todas las transacciones antes de aplicarlas, en cierto modo actúan como una especie de fedatario público virtual, pero sin necesitar la intervención de un tercero. Asimismo, conviene aclarar que no todos los registros distribuidos son blockchains, pero, sin embargo, todas las cadenas de bloques son necesariamente DLT (TRELEAVEN; BROWN; YANG; 2017, p. 14-17).

En segundo concepto a definir es la **tecnología Blockchain**, que la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) define como un tipo de libro mayor de contabilidad distribuido compuesto por datos registrados digitalmente y organizados como una cadena de bloques en crecimiento sucesivo, cada de uno de ellos criptográficamente vinculado y reforzado contra la manipulación y la revisión (FG DLT D1.1 (2019-08): DLT terms and definitions. 6.8 -pp.1-2). En definitiva, blockchain hace referencia a las cadenas de bloque en las que se procesan, almacenan e intercambian datos en línea sin limitación de tiempo, espacio o volumen, y se hace vía internet lo que implica comerciar electrónicamente con prestación de servicios de la sociedad de la información (BOTANA GARCÍA, 2001, p. 5-6; PLAZA PENADÉS, 2003, p. 413-415; BARRANCO SAIZ, 2006, p. 4-5). La esencia del Blockchain es una base de datos compartida en una red de usuarios en las que se anotan y anudan bloques de datos encriptados sin la necesidad de intermediarios en el intercambio datos pues se realiza directamente entre los propios usuarios. Otra gran ventaja es la acumulación e imposibilidad de alteración de los datos gracias a la encriptación y la existencia de una huella digital asociada a todos ellos.

Los principios de univocidad y unicidad operativa dotan a las cadenas de bloques de gran seguridad jurídica al tráfico sobre blockchain por lo que no es posible realizar dobles transacciones como en el caso de una doble venta de una criptomoneda. En definitiva, esta tecnología permite transportar información en los propios bloques de datos que se anudan en cada nuevo eslabón; y también transmitir tokens (activos digitales) por vía digital sin la necesidad de la intervención de un tercero.

El tercer concepto relevante es el de **Contrato inteligente o Smart contract**. El mal llamado contrato inteligente no es un contrato, sino que es un mecanismo automático de ejecución de instrucciones informáticas, que puede usarse para ejecutar contratos en el entorno DLT. Quizás el uso erróneo de esta terminología se debe a que este mecanismo permite garantizar el cumplimiento de todas las cláusulas que los usuarios hayan determinado previamente en un contrato a través de instrucciones automatizadas u órdenes informáticas.

Los Smart contracts se despliegan mediante transacciones firmadas criptográficamente en la red del DLT como, por ejemplo, en los contratos inteligentes de Ethereum o el chaincode de Hyperledger Fabric. La gran ventaja de los contratos inteligentes es que reducen costes, disminuyen los riesgos de error, mitigan los riesgos de fraude y agilizan

potencialmente muchos procesos empresariales (FG DLT D1.1 (2019-08): DLT terms and definitions. A.7 Smart contracts pp. 8).

La cuarta noción, y quizás una de las más relevantes para este trabajo, es la de **DeFi**. Las finanzas descentralizadas hacen referencia a una nueva tecnología financiera que emplea protocolos sobre blockchains para facilitar el comercio de criptoactivos eliminando la necesidad de intermediarios gracias a la trazabilidad y seguridad que ofrece el uso de la cadena de bloques (IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J. 2022). Se convierte así, en un nuevo sistema de intermediación en el mercado de los criptoactivos que trabaja desplegando smart contracts para ejecutar las transacciones financieras.

Por otro lado, conviene definir el segundo aspecto más relevante de este trabajo que es la **sostenibilidad**. En primer lugar, encontramos los **criterios de ESG**. Las siglas ESG corresponden en inglés a los términos Environmental, Social y Governance, que hacen referencia a los factores medioambientales, sociales y de gobierno que determinan cuando una compañía se considera sostenible a ojos del mercado y los inversores, y en general, de todos los stakeholders. A través de estos criterios, se evalúa a una empresa acorde con estos criterios de cuidado del planeta, respeto social y la estructura de su gobierno corporativo. Sin embargo, ya no se trata sólo de que una empresa sea considerada como sostenible sino que se ha convertido para algunas de ellas en una obligación legal.

El objeto de la Directiva (UE) 2022/2464 del Parlamento Europeo y del Consejo de diciembre de 2022 sobre la presentación de información sobre sostenibilidad por parte de las empresas (Directiva CSRD) es mejorar la presentación y verificación de la información sobre sostenibilidad y establecer pautas para dicha presentación por parte de las empresas. No obstante, esta obligación no alcanza a la totalidad de las empresas sino que es de aplicación solo para las grandes empresas (independientemente de que coticen en bolsa), las pequeñas y medianas que hayan emitido valores en mercados secundarios regulados de la UE (aunque sus informes no tienen que ser tan rigurosos), empresas de seguros y entidades de crédito, y las filiales o sucursales establecidas en España cuando su entidad de control se encuentre fuera de la UE.

Finalmente, conviene **distinguir** entre los conceptos de **sostenibilidad** y **los criterios de ESG** pues aunque están muy relacionados, no son lo mismo. Como hemos mencionado más arriba, los criterios de ESG son una serie de factores que usan las partes interesadas para evaluar a las empresas y sus políticas respecto al respeto del medioambiente, cuidado

de las personas y la calidad de su gobierno corporativo; mientras que la sostenibilidad es término que hace referencia a la capacidad de generar crecimiento económico sin comprometer los recursos naturales para las futuras generaciones. La sostenibilidad es un término más amplio con un enfoque holístico que incluye múltiples temas relacionados con el medio ambiente, el bienestar social y crecimiento económico, por tanto, los criterios ESG se enmarcan en el ámbito de la sostenibilidad pero se reservan exclusivamente para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones.

3.2. Relación entre las finanzas descentralizadas (DeFi) y la sostenibilidad.

En la actualidad es frecuente escuchar decenas de titulares que advierten de los desafíos medioambientales a los que nos tenemos que enfrentar y de la necesidad incorporar la sostenibilidad en todos los aspectos de nuestras vidas lo antes posible. Las DeFi y el blockchain no son ajenos a esta problemática y, aunque todavía hay un largo recorrido para que sea una tecnología totalmente verde, puede ser una prometedora respuesta para algunos de estos desafíos.

Las finanzas descentralizadas han logrado aumentar la transparencia, seguridad y eficiencia en las operaciones financieras gracias al uso de la tecnología blockchain cuya estructura descentralizada garantiza que la información almacenada es inmutable y transparente (ECHEVARRÍA MUÑOZ, D. 2023).

La eficiencia de las operaciones también ha aumentado fruto de las DeFi. Al eliminar intermediarios como bancos y brókeres, las DeFi ayudan a reducir los costes ya que disminuyen las comisiones y aumenta la eficiencia en las transacciones financieras. Esta eficiencia puede contribuir a una mayor sostenibilidad al hacer más accesible y rentable los servicios financieros, especialmente para aquellas regiones que tengan un acceso limitado a los servicios financieros.

Asimismo, y en la misma línea que la idea anterior, las DeFi tienen potencial para facilitar el acceso financiero a las personas que no tienen recursos suficientes para acceder a los servicios financieros tradicionales. De esta manera, las finanzas descentralizadas podrían contribuir a una mayor inclusión financiera al permitir que comunidades marginadas participen en la economía global.

Las DeFi también tienen el potencial para permitir que los inversores participen directamente en iniciativas sostenibles a través de la tokenización de activos sostenibles para favorecer la inversión en proyectos medioambientales y sociales.

Además, la tecnología blockchain, subyacente en las DeFi, proporciona un nivel de transparencia y rastreabilidad que puede ser valioso para muchos proyectos sostenibles ya que permite a los inversores y usuarios verificar el impacto y la autenticidad de las iniciativas sostenibles respaldadas por tokens en la cadena de bloques.

Adicionalmente, las plataformas de finanzas descentralizadas ofrecen servicios de préstamos y créditos a las que pueden acceder proyectos y compañías que buscan financiación para sus iniciativas ecológicas y sostenibles.

Otro criterio fundamental de ESG en sostenibilidad es el de gobernanza. Los sistemas DeFi suelen incorporar modelos de gobernanza descentralizada, donde los participantes pueden votar y tomar decisiones sobre el desarrollo y las políticas del protocolo. Entre estas decisiones se pueden incluir iniciativas relacionadas con la sostenibilidad y la orientación hacia prácticas más éticas y respetuosas con el medio ambiente.

3.3. Importancia de los criterios de ESG en DeFi.

Los criterios de ESG han ido cobrando cada día mayor relevancia tanto en el seno de los negocios de las compañías como a la hora de invertir en los mercados financieros.

Las finanzas sostenibles son una tendencia al alza que pretende lograr que los servicios financieros promuevan e impulsen el crecimiento económico a la vez que reduzcan el impacto negativo medioambiental y social. Para ello, es necesario incorporar una serie de criterios que tengan en cuenta estos factores a la hora de tomar decisiones de inversión con el objetivo de promover un desarrollo económico sostenible, y es precisamente aquí donde entran en juego los criterios de ESG.

Desde la legislación de la Unión Europea se exige a las grandes compañías y a aquellas que cotizan, que publiquen regularmente una serie de informes sobre los riesgos medioambientales y sociales a los que se enfrentan y, acerca de cómo sus actividades afectan a la gente y al medioambiente. Estos informes ayudan a los inversores, los consumidores, las organizaciones de la sociedad civil y demás stakeholders a evaluar la sostenibilidad de las compañías como parte del compromiso con el “European New Deal.” Se recuerda que la Comisión Europea ha adoptado una serie de propuestas para

que las políticas de clima, energía, transporte y fiscalidad de la UE permitan reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en al menos un 55% de aquí a 2030, en comparación con los niveles de 1990.

En enero de 2023, la Directiva sobre Informes de Sostenibilidad Empresarial (CSDR por sus siglas en inglés) entró en funcionamiento con el objetivo de modernizar y reforzar las normas de información social y de medioambiente de las que están obligadas a informar algunas empresas. Ahora un mayor número de grandes empresas, así como pequeñas y medianas empresas (PYMES) que coticen en bolsa, estarán obligadas a realizar este informe de sostenibilidad. Adicionalmente, algunas empresas, aunque no sean de la Unión Europea, también tendrán que realizar dicho informe si generasen más de ciento cincuenta millones de euros en el mercado de la Unión Europea.

Estas nuevas normas tratarán de asegurar y garantizar que los inversores y otras partes interesadas tengan acceso a toda la información que necesiten para evaluar el impacto que tiene una compañía sobre la sociedad y el medioambiente. Asimismo, los inversores podrán evaluar y meditar los riesgos financieros y las oportunidades que puedan surgir acerca de los posibles problemas relacionados con el cambio climático y la sostenibilidad (CORPORATE SUSTAINABILITY REPORTING, s.f.).

Estos nuevos informes CSRD tendrán que aplicarse por primera vez sobre el ejercicio financiero de 2024 y podremos leerlos en 2025 cuando ya sean publicados.

Ante este panorama donde la sostenibilidad y la responsabilidad con el medioambiente cada día cobra más importancia, las finanzas descentralizadas, gracias a su capacidad para monitorizar de forma segura la trazabilidad de la información, permitirían aumentar la transparencia del cumplimiento de los criterios de ESG y de este modo, contribuir a reducir los riesgos de fraude y corrupción que pueden surgir en el ámbito financiero.

4. Evaluación de los criterios de sostenibilidad en el Reglamento MiCA.

A la luz del reciente publicado segundo documento consultivo *Technical Standards specifying certain requirements of Markets in Crypto Assets Regulation (MiCA)* elaborado por la Autoridad Europea de Valores y Mercados (AEVM), se han extraído una serie de aspectos relevantes y conclusiones en cuanto a lo que la sostenibilidad se refiere.

Este informe estudia y desarrolla los aspectos técnicos y guías del Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los mercados de criptoactivos y por el que

se modifica la Directiva (UE) 2019/1937, más conocido como Reglamento MiCA por sus siglas en inglés.

Los artículos 19 apartado 1, 51 apartado 1 y 6 apartado 1 del MiCA introducen los requisitos de divulgación relativos a los principales efectos adversos sobre el clima y el medioambiente del mecanismo de consenso más utilizado para emitir los criptoactivos. El artículo 66 apartado 5 también exige a los proveedores de servicios de criptoactivos (CASP por sus siglas en inglés) que pongan a disposición dicha información en un lugar destacado de su sitio web para todos los criptoactivos en relación con los cuáles prestan servicios, independientemente de si la información puede obtenerse de libros blancos. Un libro blanco o white-paper en criptoactivos es un documento que resume la información más importante de un proyecto de blockchain o criptoactivo. Normalmente incluye los objetivos del proyecto, productos, características y parámetros (DODRILL, 2023). En este caso, debería incluir información en relación con el impacto medioambiental y sostenibilidad del producto o servicio financiero.

Otro de los puntos de conflicto del Reglamento MiCA es el de los mecanismos de consenso. Estos son aquellas normas y procedimientos en los que se logra consenso (6.13. FG DLT D1.1 (2019-08): DLT terms and definitions), de este modo se logra crear un protocolo en el que todos los nodos de una red de blockchain distribuida se ponen de acuerdo sobre un único conjunto de datos actuando como normas de verificación a través de las cuáles se aprueba cada transacción de blockchain (BECHER, 2023).

Los mecanismos de consenso en el Reglamento MiCA se refieren indistintamente a la emisión de criptoactivos y a la validación de transacciones en criptoactivos, pero en lo relativo al impacto medioambiental hay que centrarse en la validación de transacciones.

Los dos mecanismos de consenso más populares son Proof of Work (PoW) y Proof of Stake (PoS), que están asociados a incentivos basados en el uso de la potencia de cálculo y puede considerarse que tienen un mayor impacto negativo desde el punto de vista de la sostenibilidad, especialmente el primero de ellos. Es por ello que esta información debe recopilarse y publicarse en los libros blancos, pero no debe limitarse únicamente a estos datos exclusivamente sino que debe evaluarse el impacto acumulado en la sostenibilidad

del conjunto de nodos activos de la red DLT empleados en alcanzar un acuerdo para que una transacción sea validada.

Los impactos de sostenibilidad de los mecanismos de consenso no sólo están vinculados a la validación de las transacciones, sino que también lo están al uso de la energía y los recursos necesarios para mantener la integridad de la información almacenada en el libro mayor. Y, dado que algunos criptoactivos se basan en una estructura de múltiples capas que abarca diferentes tipos de mecanismos de consenso, los impactos de sostenibilidad de cada mecanismo utilizado en las diferentes capas deben evaluarse adecuadamente y divulgarse en consecuencia en los respectivos libros blancos que se deberán poner a disposición de las partes interesadas.

Otro de los contenidos esenciales del Reglamento MiCA es aquel por el cual se espera que todas las entidades que deseen emitir, ofrecer al público, admitir a negociación criptoactivos o prestar servicios relacionados, cumplan plenamente con los requisitos de información sobre sostenibilidad.

La AEVM reconoce los retos asociados a la recopilación de datos granulares sobre cuestiones de sostenibilidad a la luz de la naturaleza global y descentralizada de las actividades relacionadas con los criptoactivos, en particular para los mecanismos de consenso públicos y *permissionless*. Con datos granulares se hace referencia a un nivel de detalle o profundidad con el que se representan los datos en un sistema de información. Básicamente, es la medida de cuánto se ha dividido un conjunto de datos en unidades más pequeñas y específicas (DE ARREGUI, 2024).

Estos retos son, en gran medida, similares a los que afrontan las entidades incluidas en el ámbito de aplicación de la Directiva sobre informes de sostenibilidad empresarial (CSRD) y el Reglamento sobre divulgación de información financiera sostenible (SFDR), algunos de las cuales pueden ser las personas que elaboren libros blancos sobre criptoactivos o que estén autorizadas como CASP en el futuro.

Por otro lado, la AEVM también ha observado que un número creciente de entidades activas en los mercados de criptoactivos están divulgando voluntariamente información sobre sus impactos en la sostenibilidad, incluidas comparaciones entre criptoactivos, y

utilizando fuentes de terceros para elaborar dichas declaraciones de sostenibilidad. El motivo detrás de ello puede ser que verdaderamente haya incrementado la conciencia sobre el medioambiente de estas entidades o que ante las demandas de sostenibilidad de los inversores hayan decidido adelantarse a sus competidores para captar la atención de los inversores verdes y mayor financiación para sus proyectos.

Respecto al impacto de sostenibilidad de los mecanismos de consenso, la AEVM ha realizado un análisis inicial de las metodologías usadas actualmente por los proveedores de datos de sostenibilidad con relación a los criptoactivos y han identificado tres características principales de los nodos de la red DLT:

- 1) El consumo de energía de cada nodo de la red DLT.
- 2) La ubicación de la red DLT.
- 3) Los dispositivos que cada nodo de la red DLT utiliza tanto para participar en la red, como los Circuitos Integrados Específicos de la Aplicación (ASIC por sus siglas en inglés), como para mantener una réplica de los registros de todas las transacciones en un libro mayor distribuido, incluidos los servidores y los equipos utilizados para mantener la integridad.

En particular, la ubicación de los nodos de la red DLT puede utilizarse como aproximación para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), al tiempo que puede evaluarse la producción de residuos y el uso de recursos naturales a lo largo del ciclo de vida (producción, uso y eliminación) del equipo de hardware de cada nodo de la red DLT.

Se espera que las personas que elaboren libros blancos sobre criptoactivos y CASP identifiquen estas características principales y las combinen con conjuntos de datos pertinentes (por ejemplo, sobre las combinaciones energéticas de los países y sobre las evaluaciones del ciclo de vida de los equipos de hardware), con el fin de obtener evaluaciones comparables y fiables del impacto de los mecanismos de consenso sobre la sostenibilidad que permitan a los inversores tomar decisiones informadas.

En cuanto a estos indicadores y los informes, las primeras experiencias en materia de requisitos de información sobre sostenibilidad en el marco del CSRD y el SFDR y los comentarios iniciales de los stakeholders externos indican que la comparabilidad se

garantiza mejor con indicadores basados en métricas cuantitativas armonizadas, en contraposición a la información cualitativa.

Estos parámetros cuantitativos deberían basarse en principios metodológicos comunes, inspirados en los marcos existentes del CSRD y el SFDR y en las iniciativas internacionales pertinentes. Está previsto seguir trabajando a nivel de la UE sobre estas metodologías, incluso a través de una licitación sobre "Desarrollo de una metodología y normas de sostenibilidad para mitigar el impacto ambiental de los criptoactivos" que ya fue lanzada en septiembre de 2023.

En suma, los requisitos de divulgación de la sostenibilidad son parte indispensable de los requisitos de elaboración de libros blancos y, como tales, deberán cubrir todos los requisitos sobre la presentación de la información en virtud del artículo 6, apartado 11; el artículo 19, apartado 10; y, el artículo 51, apartado 10.

Además, es necesario especificar más cómo se presentará la información sobre los indicadores de sostenibilidad en el sitio web de las CASP, ya que esto no está tan ampliamente cubierto en el Reglamento MiCA. Ante esta incertidumbre, el AEVM ha elaborado en su informe una propuesta para tratar de colmar estas lagunas que se basa en cuatro principios: coherencia, complementariedad, consistencia y proporcionalidad.

Los tres mandatos sobre indicadores de sostenibilidad que deben incluirse en los libros blancos de los criptoactivos son prácticamente idénticos y la norma de información sobre indicadores de sostenibilidad en los sitios web de los CASP está también estrechamente vinculada a la información que se incluye en los libros blancos. Ante esta redundancia, la AEVM propone agrupar estos cuatro mandatos en una única norma técnica regulatoria (NTR).

Si bien es cierto que estas normas comunes son un paso importante para fomentar la coherencia de las divulgaciones, también se espera que las personas que elaboran los libros blancos de criptoactivos y los CASP cooperen para garantizar dicha coherencia a lo largo del tiempo. En particular, las divulgaciones deberían compararse entre sí en revisiones periódicas, y actualizarse en consecuencia.

Las definiciones y conceptos de los requisitos de divulgación del Reglamento MiCA se alinean, en la medida de lo posible, con las normas relativas a la CSRD y la SFDR, para garantizar la complementariedad y la coherencia con los requisitos de divulgación de sostenibilidad existentes, especialmente porque algunas personas que elaboran los libros blancos de criptoactivos y CASP también pueden estar sujetas a estas normas.

La proporcionalidad ya está incorporada en estos requisitos desde el principio, ya que sólo un subconjunto limitado de cuestiones de sostenibilidad debe tenerse en cuenta en los requisitos de divulgación del Reglamento MiCA en comparación con los marcos CSRD y SFDR. Asimismo, la AEVM propone que los indicadores sólo sean obligatorios cuando puedan considerarse como los más apropiados para la concienciación de los inversores sobre el impacto de los mecanismos de consenso (especialmente cuando los datos de sostenibilidad estén más fácilmente disponibles), con indicadores adicionales identificados para divulgaciones opcionales. Por último, el proyecto de NTR incluye la posibilidad de que las entidades sujetas a requisitos de divulgación se beneficien de una cláusula de *best effort* o mejor esfuerzo en caso de disponibilidad limitada de datos.

La AEVM reconoce que los datos de sostenibilidad con respecto a los mecanismos de consenso pueden no estar totalmente disponibles cuando se aplique el Reglamento MiCA. Además de la cláusula de *best effort*, la AEVM propone que las entidades sujetas a requisitos de divulgación puedan basarse en estimaciones cuando los datos no estén fácilmente disponibles, sobre la base de los principios generales especificados en el proyecto de NTR. Este uso de las estimaciones puede ser relevante tanto para los nuevos criptoactivos, permitiendo estimar la información para su primer año natural de emisión, como para los criptoactivos existentes, en particular porque se esperará que los operadores de plataformas de negociación garanticen la elaboración de un libro blanco de criptoactivos para los activos distintos de las ART y EMT admitidos a negociación antes del 30 de diciembre de 2024.

La AEVM también propone que el uso de terceros para revisar las divulgaciones de sostenibilidad se indique en los libros blancos y en los sitios web de los CASP, en línea con el enfoque aplicable a las divulgaciones relacionadas con la taxonomía sobre las actividades sostenibles de la UE en las notas técnicas regulatorias de SFDR.

De este modo, la AEVM busca aclarar las expectativas sobre los requisitos para los indicadores de sostenibilidad relacionados con los mecanismos de consenso que son utilizados para validar las transacciones. Como resultado, se incentivará la disponibilidad de datos más granulares y, a su vez, se mejorará la fiabilidad de los indicadores y estimaciones publicadas.

Adicionalmente, la AEVM propone un conjunto específico de divulgaciones obligatorias con un número limitado de métricas cuantitativas sobre el consumo de energía, las emisiones de gases de efecto invernadero y la producción de residuos, junto con una declaración cualitativa sobre el impacto del uso de los equipos por los nodos de la red DLT en los recursos naturales. Se presta especial atención a los indicadores clave, definidos como consumo de energía, intensidad energética y emisiones de GEI.

En términos prácticos, las personas y CASP que elaboren libros blancos sobre criptoactivos deberán hacer lo siguiente:

- a. Identificar el consumo de energía de los nodos de la red DLT utilizados para validar las transacciones en los criptoactivos.
- b. Calcular las emisiones de GEI relacionadas con las fuentes de energía poseídas y controladas, o adquiridas por estos nodos de la red DLT, basándose en la ubicación de los nodos de la red DLT.
- c. Finalmente, inferir la producción de residuos y el uso de recursos naturales a partir de un análisis de la producción, el uso y la eliminación de los dispositivos de los nodos de la red DLT.

La AEVM también propone que las personas que elaboren libros blancos sobre criptoactivos y las CASP que deseen adoptar medidas adicionales hagan uso de los indicadores opcionales sugeridos en el anexo de su informe. Estas divulgaciones adicionales pueden incluir información granular sobre la combinación energética y las emisiones de GEI vinculadas a la cadena de valor de los nodos de la red DLT como por ejemplo, sobre la generación y el reciclado de todo tipo de residuos y la intensidad de residuos de cada transacción, o sobre el uso y reciclado de agua por los nodos de la red DLT, así como más detalles sobre los objetivos de reducción de energía, emisiones de

GEI, residuos y recursos naturales. Estos indicadores opcionales podrían hacerse obligatorios a medio plazo, si se considerase que mejoran la concienciación de los inversores ante el cambio climático y la sostenibilidad.

5. Evaluación de los criterios de ESG de sostenibilidad (Environmental, Social and Governance) en DeFi.

Los potenciales beneficios y oportunidades que pueden aportar las finanzas descentralizadas son múltiples. Entre las ventajas que presenta el universo DeFi, este podría ayudar a facilitar el acceso a los servicios financieros, reducir su coste o incluso, incrementar sus niveles de competencia. Además, las DeFi también podrían mejorar la resiliencia operativa, potenciar la transparencia y evitar las injerencias arbitrarias de los gobiernos en ciertas operaciones financieras. No obstante, el alcance de estas oportunidades es limitado y los riesgos asociados a las mismas son significativos como se puede a través de algunos ejemplos ver en la siguiente tabla.

Tabla 1: Riesgos de las Finanzas Descentralizadas

Categoría	Potenciales Detonantes	Ejemplos
Operativos	Concentración de proveedores	Bonq protocol (BonqDAO)
	Interdependencias	Wormhole bridge
	Códigos erróneos o maliciosos	Wintermute
	Escalabilidad	
	Amenazas cibernéticas	
	Estabilidad y escalabilidad de las infraestructuras	
Financieros	Transformación de vencimientos	Terra/Luna
	Apalancamiento excesivo	Celsius
	Liquidaciones automáticas	
	Alta volatilidad	
	Prociclicidad	
Gobernanza	Concentración de tokens	Beanstalk
	Escasa participación	
	Privilegios de administración	
	Bifurcaciones de la red (<i>forks</i>)	

Categoría	Potenciales Detonantes	Ejemplos
Conducta	Manipulación de mercado	FTX
	Fraude	Mango Markets
	Falta de transparencia	
	Publicidad ambigua, sesgada, incompleta, etc.	
	Ausencia de mecanismos de reclamación	
	Costes de validación desproporcionados	
Legales	Incumplimiento de la regulación aplicable	Ooki DAO
	Cambios del marco normativo	
	Arbitraje regulatorio	
	Límites de cláusulas de los contratos inteligentes	
Integridad del sistema financiero	Pseudoanonimato	Tomado Cash
	Ransomware	Blender.io
	Mixers	
	Chain-hopping	
Otros	Huella medioambiental	Emisiones de carbono
	Interconexiones con el sistema financiero	
	Fiabilidad de la información de terceros	

Fuente: Elaboración propia a partir del informe “Las finanzas descentralizadas o los criptoactivos de última generación”. Boletín Económico – Banco de España. SERGIO GORJÓN (2023)

Los riesgos de naturaleza operativa son quizás los más evidentes por las particularidades de la tecnología blockchain sobre la que se basan las DeFi y por las debilidades del modelo de gobernanza. A modo de ejemplo, dado que DeFi se basa en recombinar componentes distintos del ecosistema para crear valor, aumentan las interconexiones y, en consecuencia, la complejidad (MEEGAN y KOENS, 2021). Esta circunstancia hace más probable la aparición de incidentes de todo tipo como amenazas cibernéticas e interdependencias.

Los riesgos financieros son también preocupantes. Estos responden a factores conocidos e identificados a los que ya estamos acostumbrados a ver en el sector financiero tradicional. Estos son los relacionados con los conflictos de interés, la posibilidad de manipular los precios, el excesivo apalancamiento, etc. A estos riesgos hay que sumar los específicos que lleva implícito el sistema DeFi debido a los automatismos con los que opera, como por ejemplo el cierre de posiciones abiertas en un protocolo de préstamo y la liquidación automática del colateral asociado, que hacen que las crisis se aceleren y amplifiquen en un menor periodo de tiempo. Por tanto, la existencia de acciones mecanizadas y automatizadas potencia la volatilidad en los precios de los activos subyacentes, agravando las tensiones que surgen de forma natural (SERGIO GORJÓN, 2023).

Los riesgos relacionados con la gobernanza son otro de los grandes problemas a los que se enfrenta el ecosistema DeFi. Las finanzas descentralizadas se presentan en un principio como un modelo de gestión equitativa y desintermediada, fruto del consenso. Sin embargo, no es infrecuente que unos pocos agentes acumulen la mayoría de los tokens con derecho a voto (por ejemplo, el caso de *Beanstalk* que ocurrió en 2022 debido a un ataque de *flash loans* que le hizo perder a este protocolo descentralizado más de 180 millones de dólares en criptomonedas (MALDONADO, 2022)), ya sea debido a las dinámicas del mercado o al abuso de ciertas prácticas operativas como los *flash loans* (BARBEREAU, SMETHURST, PAPAGEORGIU, SEDLMEIR y FRIDGEN, 2023). Los *flash loans* son un tipo de préstamo propio del sistema DeFi que permite a los solicitantes obtener temporalmente liquidez sin necesidad de presentar garantías. Esta operación es posible gracias a la posibilidad de programar una transacción que tome los fondos prestados y los movilice por distintos Smart contracts de otros protocolos. Al finalizar la transacción, se reintegra el dinero prestado y sus comisiones al protocolo inicial, mientras que el usuario retira sus ganancias (UNIVERSIDAD EUROPEA, 2023). En el apartado 5.3 en el que se tratan los criterios de gobernanza se ahondará en mayor profundidad sobre los protocolos de governance, las debilidades del modelo de gobernanza, y la transparencia en blockchain.

Por otra parte, la falta de una regulación expresa y específica socava la protección de los inversores. Las finanzas descentralizadas facilitan el acceso de los consumidores a

productos y servicios complejos sin ofrecerles, al mismo tiempo, mecanismos de salvaguarda equivalentes a los existentes en las finanzas tradicionales. Así, los individuos pueden tomar decisiones trascendentes para su patrimonio sin contar con la información suficiente para comprender correctamente la naturaleza y las características de los riesgos que asumen en la operación. Asimismo, la descentralización característica de las DeFi dificulta poder contar con un interlocutor válido al que poder dirigir las posibles quejas y reclamaciones. Otro riesgo de carácter conductual es el de la publicidad ambigua, sesgada o incompleta que ofrecen una visión parcial de los productos que incluso a veces puede llegar a ser engañosa. Además, también hay evidencias de un uso indebido de los activos cedidos transitoriamente a los protocolos, por no mencionar la baja calidad o la insuficiente cobertura de las reservas de *stablecoins* en algunos casos.

A todos estos riesgos hay que sumar los legales entre los que se incluyen la incertidumbre ante posibles cambios normativos o directamente la falta de regulación de muchos ámbitos puesto que la ley va a un ritmo bastante inferior al desarrollo e innovación tecnológica que experimentan las DeFi. La integridad del sistema financiero también se puede poner en jaque ante un *ransomware* (un tipo de *malware* que secuestra y toma el completo control de la información de los usuarios para pedir a dinero a cambio de liberar o descifrar los datos) o la práctica de *chain-hopping*. El “salto de cadena” implica la transferencia de activos de una cadena de bloques a otra. En un principio esta práctica suele ser legítima si se usa para aprovechar distintas propiedades de las cadenas de bloques como la velocidad o la seguridad de las transacciones. Sin embargo, el anonimato y la imposibilidad de rastreo que ofrecen determinadas cadenas de bloques las han convertido en atractivos canales para actividades ilícitas como el blanqueo de capitales.

Por si todos estos riesgos no fueran suficientes, habría que también considerar los relacionados directamente con los criterios de ESG sobre los que versa este trabajo. Para ello se analizarán a continuación las implicaciones de los criterios ambientales, sociales y de gobernanza específicos de las finanzas descentralizadas o de los productos y servicios que se intercambian a través de ella.

5.1. Criterios ambientales en las Finanzas Descentralizadas.

A continuación se analizarán a la vista de los criterios ambientales una serie de aspectos relevantes en las finanzas descentralizadas. Se comenzará con un análisis de la huella ecológica y el impacto de las criptomonedas en el medioambiente, para después proponer una serie de posibles soluciones sostenibles para las DeFi.

a) Análisis de la huella ecológica y el impacto de las criptomonedas en el medio ambiente.

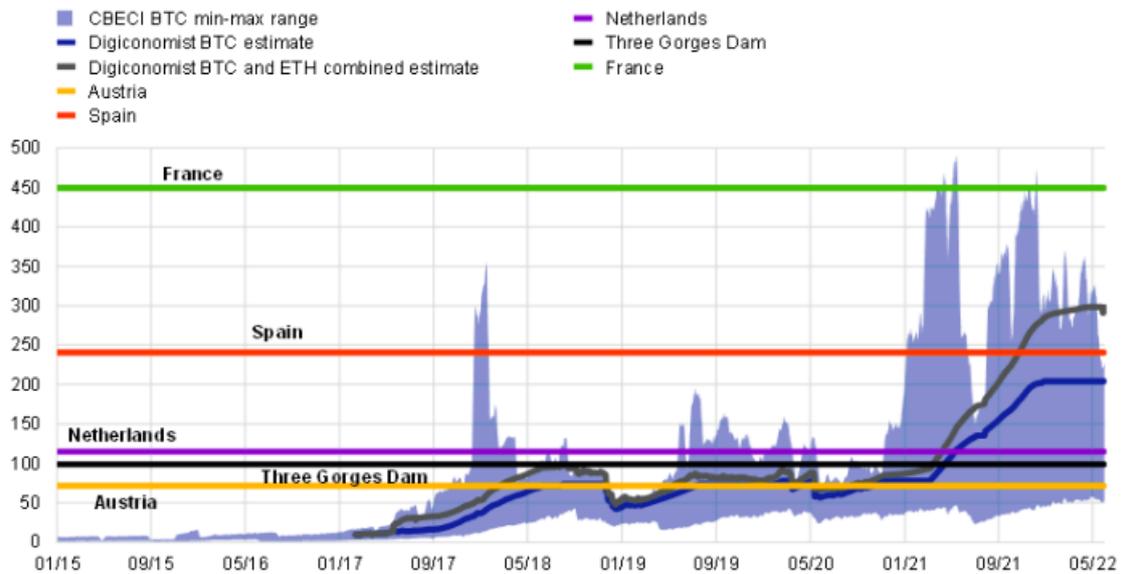
Las finanzas descentralizadas constituyen un conjunto de desarrollos nuevos cuyo denominador común es la voluntad de conseguir que la provisión de productos, servicios, acuerdos y actividades de naturaleza financiera se pueda realizar sin el concurso de intermediarios clásicos (CONSEJO DE ESTABILIDAD FINANCIERA (FSB), 2023). Aunque las DeFi en sí no suponen a primera vista una amenaza para el medioambiente, el problema surge principalmente con los criptoactivos y servicios que se intercambian a través de ella y los protocolos que son necesarios para su funcionamiento. Es por ello que a continuación se evaluará la huella ecológica y el impacto en el medio ambiente de las criptomonedas y activos que se compran y venden a través de las finanzas descentralizadas.

Algunas criptomonedas generan una huella de carbono tan elevada que su consumo de energía cada año puede ser comparado con el consumo total de países de tamaño intermedio como España, Holanda o Austria. La expansión y crecimiento de las criptomonedas depende directamente de su abastecimiento de energía y esto puede provocar efectos adversos en el medio ambiente.

El motivo detrás del alto consumo de energía de criptomonedas como Bitcoin es la tecnología blockchain sobre la que operan que requiere cantidades ingentes de potencia computacional. En el gráfico 1 que se muestra a continuación se puede observar el consumo global anual de electricidad desde enero de 2015 hasta mayo de 2022 de Bitcoin (BTC) y Ether (ETH) comparado con el consumo de España (rojo), Austria (naranja), Francia (verde), Holanda (morado) y la presa de las Tres Gargantas (negro), la mayor central eléctrica del mundo en capacidad instalada.

Gráfico 1: Consumo de electricidad anualizado estimado de bitcoin (BTC) y ether (ETH) en todo el mundo comparado con el de determinados países.

(1 Jan. 2015-31 May 2022; terawatt hours)

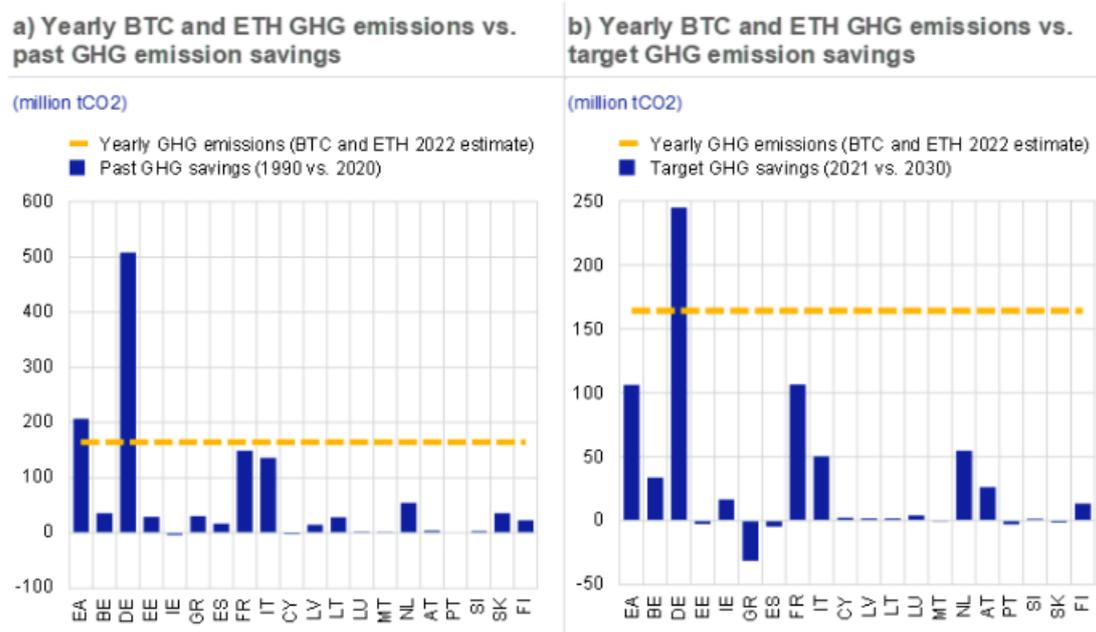


Fuente 1: Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index (CBECI), Digiconomist, Cambridge Centre for Alternative Finance, International Energy Agency, Morgan Stanley and ECB calculations.

Como se puede observar, desde inicios de 2017 la evolución del consumo de electricidad ha ido incrementando progresivamente hasta que en 2021 comienza a crecer de forma más agresiva. Es justo a partir de septiembre de 2021 cuando el consumo combinado de electricidad de estas dos criptomonedas (gris) sobrepasa al consumo total de energía de España, Holanda, Austria y la presa de las Tres Gargantas, y tan sólo es superado por el consumo de energía de Francia.

Asimismo, en el gráfico 2 inferior estudia la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero pasadas y previstas de los países de la zona del euro anulada por las emisiones anuales de bitcoin y ether.

Gráfico 2: Reducción de las emisiones de GEI pasadas y previstas de los países de la zona del euro anulada por las emisiones anuales de GEI de bitcoin y ether.



Fuente 2: European Commission, Digiconomist, International Energy Agency and ECB calculations.

Tal y como se puede observar en los dos gráficos superiores, las estimaciones de la huella de carbono del bitcoin y el ether muestran además que sus emisiones anuales combinadas a partir de mayo de 2022 anulan las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero pasadas y previstas para la mayoría de los países de la zona del euro. Ante esta situación habría que plantearse urgentemente cómo se podría reducir las emisiones de GEI de estas criptomonedas puesto que el esfuerzo conjunto de los países de la zona euro por reducir sus emisiones sería prácticamente en vano y quedaría anulado por la contaminación generada por estas criptomonedas.

El motivo principal de este consumo desorbitado de energía de las criptomonedas como bitcoin y ether radica en su protocolo criptográfico, que se basa en el mecanismo de consenso de Proof of Work (PoW) o prueba de trabajo en castellano. En PoW, que surgió la con la invención de bitcoin, los mineros usan un hardware especializado para resolver el complejo rompecabezas matemático que supone minar criptoactivos, validar transacciones y asegurar la red de expansión. Este proceso es costoso desde el punto de vista computacional y se traduce directamente en un consumo muy elevado de energía (GSCHOSSMANN, VAN DER KRAAIJ, BENOIT y ROCHER).

El culpable no sólo es bitcoin, sino que otras criptomonedas utilizan este mecanismo de consenso y generan también una importante huella de carbono. Otros criptoactivos con una importante huella de carbono son el ether y los tokens basados en la blockchain de Ethereum. Entre estas últimas se encuentran las monedas estables como *Tether* o *USD coin*, los activos tokenizados y los tokens sin respaldo.

No obstante, la comunidad de criptoactivos está respondiendo a las críticas públicas sobre el importante consumo energético de los criptoactivos basado en PoW. Por ejemplo, la Fundación Ethereum puso en marcha una serie de mejoras en 2023 para hacer que ether sea más sostenible. Respecto al bitcoin, existen dos iniciativas principales que son el Crypto Climate Accord (más información disponible en: <https://cryptoclimate.org>) y el Bitcoin Mining Council (BMC - más información disponible en: <https://bitcoinminingcouncil.com>). La primera es una iniciativa liderada por el sector privado centrada en descarbonizar la industria de los criptoactivos y el blockchain, para ello, más de 250 partidarios se han comprometido públicamente a lograr cero emisiones netas de carbono para 2030. La segunda iniciativa, el BMC, es un foro voluntario y abierto de mineros de bitcoin comprometidos con la red y sus principios básicos que se fundó para “[...] promover la transparencia, compartir las mejores prácticas y educar al público sobre los beneficios del bitcoin y la minería de bitcoin.” Desde BMC afirman que “la minería de bitcoin utiliza una cantidad insignificante de energía, se está volviendo rápidamente más eficiente, y es alimentada por una mayor mezcla de energía sostenible que cualquier país o industria importante.” Sin embargo, hay quién cuestiona estos datos en la comunidad criptográfica puesto que argumentan que la metodología que aplican no se explica claramente, critican la falta de transparencia y la cuestionan la fiabilidad de sus datos.

Además, conviene recordar que estas iniciativas, aunque son bien recibidas y vistas con buenos ojos en principio, son voluntarias y no son todavía capaces de llevar a cabo cambios considerables en los métodos de consenso. No obstante, éstas podrían llegar a convertirse en relevantes y cruciales para los stakeholders y las organizaciones de la cripto-industria a medida que el debate y la preocupación por el medio ambiente y las emisiones de carbono crezcan.

Por otro lado, el uso de energías renovables y verdes para minar criptomonedas también podría ser perjudicial o al menos no tan beneficioso como podría parecer a primera vista. En la medida que los criptoactivos PoW transitan hacia fuentes de energía renovables, podrían poner en riesgo los objetivos de transición verde de algunos países al desplazar el uso de esa energía renovable de otros fines importantes. A pesar de que la capacidad de energía renovable agregada a los sistemas energéticos de todo el mundo creció un 50% en 2023 hasta casi alcanzar los 510 gigavatios, la energía verde sigue siendo limitada (AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA – 2023). Es por ello que utilizar la energía renovable existente para minar bitcoin u otras criptomonedas generalmente implicaría utilizar menos energía renovable para otros fines como suministrar energía a los hogares o cubrir eventualmente la transición climática requerida, que igualmente genera emisiones y contamina el medio ambiente.

b) Soluciones de sostenibilidad en Blockchain.

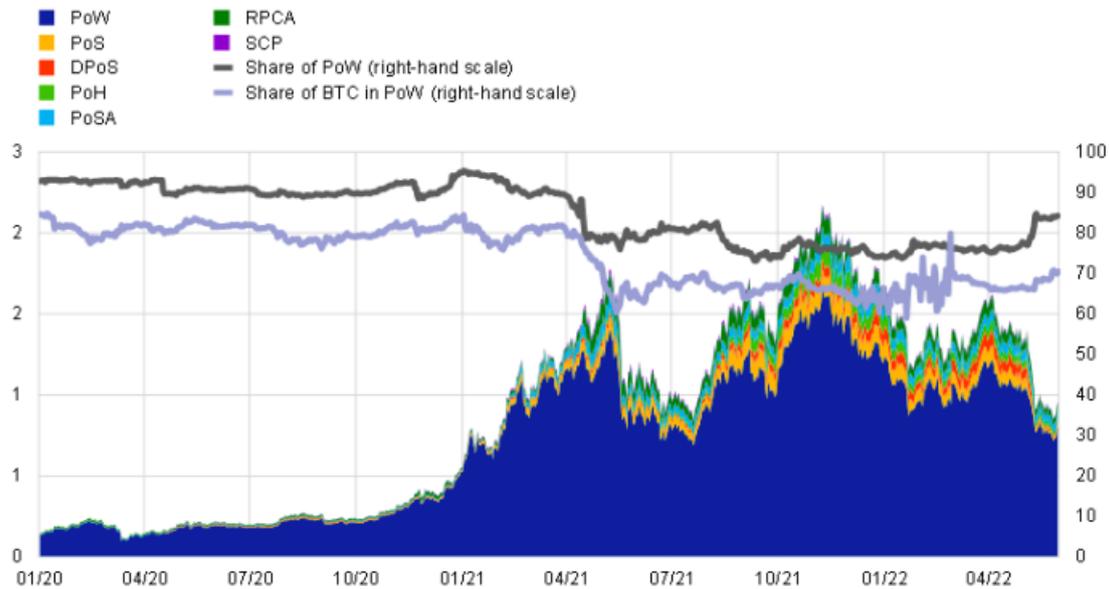
Existe una alternativa mucho menos intensiva en energía para la tecnología blockchain y que podría ayudar a solucionar, o al menos paliar, algunos de los problemas relacionados con la sostenibilidad a los que se enfrenta esta tecnología sobre la que se basan las DeFi.

El importante consumo de energía de los Proof-of-Work podría solucionarse con otro mecanismo de consenso de blockchain llamado Proof-of-Stake (PoS) o Prueba de Apuesta en español. La idea principal detrás del PoS es que para convertirse en un validador o minero de transacciones, los participantes de la red deben asegurar o “apostar” una cierta cantidad del criptoactivo subyacente. Estos criptoactivos bloqueados al “apostar” se utilizan como una forma de garantía para participar en el proceso de validación y aportar una mayor seguridad de la red. De esta manera, el factor decisivo que determina si un validador puede minar con éxito un bloque no es la potencia de cálculo, sino la cantidad de criptoactivos apostados, lo que reduciría el consumo de energía. Los criptoactivos construidos en blockchains PoS se basan, por tanto, en que los mineros aporten criptoactivos como garantía en lugar de potencia de cálculo, lo que conlleva un consumo de energía sustancialmente menor que en PoW y contribuye a la sostenibilidad del sistema DeFi.

A la vista de los posibles beneficios para el medioambiente de los mecanismos PoS, su capitalización de mercado ha incrementado notablemente. No obstante, la capitalización bursátil de los criptoactivos basados en PoW sigue siendo bastante elevada, en torno al 80% como se puede ver en el gráfico 3 a continuación.

Gráfico 3: Capitalización bursátil de criptoactivos basados en PoW frente a otros criptoactivos basados en mecanismos de consenso.

(1 Jan. 2020-31 May 2022; left-hand scale: EUR trillions; right-hand scale: percentages)



Fuente 3: CryptoCompare and ECB calculations.

En general, los propietarios y mineros de bitcoin siguen considerando PoW como el mecanismo de consenso más seguro y descentralizado ya que ven la escalabilidad de la tecnología PoS a costa de la seguridad o la descentralización del mecanismo de consenso. Dada esta desconfianza y falta de consenso en la comunidad, es poco probable que los stakeholders de bitcoin inicien la adopción de PoS en un futuro cercano.

Se estima que la tecnología de blockchain PoS reduce drásticamente el consumo de energía al tiempo que garantiza la misma funcionalidad. Las estimaciones de la Fundación Ethereum sugieren que el paso de la blockchain de Ethereum de PoW a PoS reduciría drásticamente el consumo de energía en un 99,95%, garantizando al mismo tiempo la misma funcionalidad. Un Ethereum basado en PoS situaría el consumo energético de la blockchain ya no a escala de países, sino a la de un pequeño pueblo de unos 2.100 hogares aproximadamente (BEEKHUIZEN, 2021).

En relación con la preocupación que se ha mencionado previamente sobre el uso de energías renovables para minar criptomonedas, la transición ecológica conlleva riesgos para la valorización de los criptoactivos. Esto se debe a que, para que la transición ecológica logre su objetivo de cero emisiones netas de carbono, es necesario tomar decisiones políticas y sociales sobre las fuentes de energía y los consumos energéticos. Estas decisiones podrían derivar en la concesión privilegios energéticos para determinadas actividades productivas que les favorecen para cumplir los objetivos de la estrategia climática marcada por el New Deal europeo y evitando desplazar las limitadas fuentes de energía renovable para la minería de criptomonedas.

Asimismo, la creciente exposición del sector financiero a los criptoactivos con una importante huella de carbono está contribuyendo a aumentar el riesgo de transición del sector financiero. Algunas autoridades, como la Autoridad de Supervisión Financiera de Suecia y la Agencia Sueca de Protección del Medioambiente, ya han solicitado medidas políticas para hacer frente a la importante huella de carbono que generan determinados criptoactivos. Estas mencionadas agencias suecas han comunicado que consideran el uso de energía renovable para minar criptomonedas como una amenaza para cumplir con el Acuerdo de París y ya han pedido a la UE que considere la prohibición del método de minería PoW por su alto consumo de energía. Además, estas agencias no han sido las únicas en dar la voz de alarma, sino que también el vicepresidente de la Autoridad Europea de Valores y Mercados ha realizado un llamamiento público al respecto. En este sentido, el Parlamento Europeo pidió a la Comisión Europea que presentase antes de 2025 una propuesta legislativa para incluir en la taxonomía de la UE las actividades sostenibles de minería de criptoactivos que contribuyesen sustancialmente a la lucha contra el cambio climático. La Comisión respondió ante esta petición y el pasado 13 de junio de 2023 presentó un nuevo paquete de medidas para sentar y consolidar las bases del marco de la UE en materia de finanzas sostenibles.

Por tanto, las posibles medidas y soluciones para hacer frente a la preocupación por los criptoactivos que generan una huella de carbono significativa podrían ser las que se exponen a continuación.

En primer lugar, las autoridades públicas deben evaluar si la enorme huella de carbono de determinados criptoactivos socava la consecución de su transición ecológica hacia la emisión neta cero de gases de efecto invernadero. Los poderes públicos no deberían reprimir la innovación ya que es un motor de crecimiento económico. Aunque el beneficio para sociedad de las criptomonedas pueda ser dudoso, la tecnología blockchain puede aportar beneficios y aplicaciones tecnológicas aún por descubrir. Por tanto, las autoridades podrían optar por no intervenir con vistas a apoyar la innovación tecnológica. Al mismo tiempo, cuesta comprender como los poderes públicos podrían optar por prohibir los coches de combustión durante un periodo de transición como se están planteando algunos países, pero a su vez hacer la vista gorda con los criptoactivos construidos con mecanismos PoW, con un consumo de energía superior incluso que países como España y emisiones anuales de carbono que actualmente anulan el ahorro de GEI pasado y el objetivo de la mayoría de países de la eurozona (recordemos los datos mostrados en el gráfico 2). Esto es especialmente relevante si se tiene en cuenta que existe una tecnología blockchain alternativa que consume menos energía (PoS).

En segundo lugar, los inversores tendrán que evaluar si invertir en determinados criptoactivos está en consonancia con sus objetivos medioambientales, sociales y de gobernanza (ESG). En este punto cobra bastante relevancia la futura obligación de publicar en los libros blancos la información respecto a la sostenibilidad y consumo energético de los criptoactivos que se mencionaba en el análisis del informe del AEVM en apartados previos.

En tercer lugar, las instituciones financieras tendrán que incorporar los riesgos financieros relacionados con el clima de los criptoactivos en su estrategia climática, que debería ser parte integrante y crucial de su estrategia general de riesgos. En el caso de los bancos, por ejemplo, los principios para la gestión y supervisión eficaz de los riesgos relacionados con el medioambiente propuestos por *el Basel Committee on Banking Supervision* (BCBS) se aplican a cualquier exposición o actividad de los bancos y, por tanto, también a las exposiciones a criptoactivos. A este respecto, los bancos deben identificar y cuantificar los riesgos financieros relacionados con el medioambiente e incorporar los que consideren importantes en los horizontes temporales pertinentes de sus procesos internos de evaluación de la suficiencia de capital y liquidez. Asimismo, la propuesta de

la Comisión Europea para finalizar la aplicación de Basel III en la UE también espera que los bancos definan planes de transición internos para apoyar sus estrategias ESG; las entidades bancarias con exposiciones significativas a criptoactivos deberían tener en cuenta, en consecuencia, estas exposiciones a la hora de diseñar sus planes de transición.

En cuarto lugar, los organismos de normalización prudencial también pueden decidir capitalizar el mayor riesgo de transición de los criptoactivos como parte de su enfoque holístico para captar los riesgos relacionados con el medioambiente. Existen dos razones que respaldan este enfoque. La primera se debe a que la notable huella de carbono de algunos criptoactivos podría aumentar su riesgo de transición y afectar a otros activos. La segunda razón es que el análisis coste-beneficio de los criptoactivos es diferente del de otros activos vulnerables al riesgo medioambiental. Tal y como se explican a través de un ejemplo en la publicación del Banco Central Europeo por ISABELLA GSCHOSSMANN, ANTON VAN DER KRAAIJ, PIERRE-LOÏC BENOIT AND EMMANUEL ROCHER, en el sector bancario, a diferencia de otros activos más tradicionales, los criptoactivos todavía no figuran en los balances de los bancos en una cantidad muy significativa. Por lo tanto, capitalizar de forma conservadora el mayor riesgo de transición de los criptoactivos no tendría un impacto inmediato en el capital bancario y, por ello, indirectamente en los préstamos bancarios. No obstante, este instrumento podría desincentivar la inversión en dichos activos desde el principio y evitaría la acumulación de riesgo de transición a través de los criptoactivos en el sistema bancario. Dado que los criptoactivos son globales por naturaleza y que el riesgo climático es una cuestión global, lo ideal sería que este enfoque se estableciera a nivel internacional, garantizando así la igualdad de condiciones a nivel mundial. Sin embargo, el sector bancario no es el único en el que los responsables de la fijación de normas prudenciales deben considerar su enfoque del riesgo de transición climática de las criptomonedas. Consideraciones similares sobre capitalización deberían aplicarse al sector de los seguros y en el de los fondos de inversión, donde los requisitos de divulgación deberían garantizar que los inversores pudiesen evaluar adecuadamente los riesgos financieros relacionados con el medioambiente y la huella de carbono relacionado con los criptoactivos de los fondos.

Finalmente, los requisitos de capital para el riesgo de la transición climática de los criptoactivos podrían variar desde ponderaciones de riesgo hasta un tratamiento más punitivo del capital. Para el sector bancario, el BCBS podría considerar la imposición de requisitos de capital adicionales uniformes a la participación de los bancos en criptoactivos que tengan una huella de carbono significativa. Dichos requisitos de capital podrían ser sensibles al riesgo en forma de adiciones de ponderación de riesgo o -de forma más punitiva- podrían estipular que los bancos deduzcan capital para todas las nuevas exposiciones a criptoactivos con una huella de carbono significativa. De este modo, se podría considerar como criptoactivos con una huella de carbono significativa a todos los criptoactivos basados en el mecanismo de consenso PoW. Tal definición incluiría actualmente bitcoin y ether, pero también *stablecoins*, activos tokenizados y tokens sin respaldo basados en estas blockchains. También podrían aplicarse definiciones más sofisticadas, por ejemplo en forma de huella de carbono aceptable o consumo de energía para cada criptoactivo.

En conclusión, es probable que la importante huella de carbono de algunos criptoactivos como el bitcoin y el ether afecte a su valoración futura cuando las jurisdicciones apliquen sus políticas de transición ecológica y se agudicen los conflictos por el consumo de una energía limitada, especialmente con la futura entrada en vigor del Reglamento MiCA.

Además, la creciente exposición del sector financiero a los criptoactivos con una importante huella de carbono está contribuyendo a aumentar el riesgo de transición climática para el sector financiero por lo que cada día cobrará mayor importancia el consumo de energía y las emisiones de carbono producidas por los criptoactivos a la hora de tomar decisiones de inversión a la vista de los criterios de ESG.

Si bien la primera y más importante función política corresponde a los gobiernos, las instituciones financieras y los organismos de normalización prudencial también tienen un papel importante que desempeñar. Las autoridades tendrán que evaluar si la enorme huella de carbono de determinados criptoactivos socava la consecución de sus compromisos de transición ecológica. Los inversores tendrán que considerar si participar o invertir en determinados criptoactivos está en consonancia con sus objetivos ESG. Las instituciones financieras tendrán que incorporar los riesgos financieros relacionados con el clima de

los criptoactivos en su estrategia climática, y sus supervisores deberán evaluar en qué medida los riesgos financieros relacionados con el clima se incluyen en los marcos de gestión de riesgos de los bancos. Los organismos de normalización prudencial también podrán optar por seguir un enfoque ambicioso mediante la definición de requisitos de capitalización que podría ir desde ponderaciones de riesgo hasta un enfoque más punitivo, como una deducción de capital para todas las nuevas exposiciones a criptoactivos con una huella de carbono significativa. Un enfoque tan ambicioso estaría justificado dada la importante huella de carbono de ciertos criptoactivos y el riesgo que supondría para la transición ecológica y el cumplimiento del Acuerdo de París.

5.2. Criterios sociales en las Finanzas Descentralizadas.

Los criterios sociales en las finanzas descentralizadas cobran relevancia especialmente en relación con su papel para favorecer la inclusión financiera y promover la accesibilidad de los servicios financieros. También suponen un reto cuando se ha de velar por la confianza y la seguridad de los consumidores pues las DeFi entablan grandes riesgos como las ciberestafas o la falta de transparencia. Adicionalmente, se evaluará cómo los principios de RSC pueden favorecer a crear unas finanzas descentralizadas más responsables con la sociedad.

a) Acceso a servicios e inclusión financiera.

Como ya se ha mencionado en muchas ocasiones a lo largo de este trabajo, una de las ideas detrás de DeFi es la democratizar las finanzas sustituyendo a las instituciones centrales por relaciones entre iguales sin la necesidad de intermediarios. Hasta ahora, muchas transacciones eran competencia exclusiva de bancos e instituciones financieras pero con la aparición de las finanzas descentralizadas ya se pueden realizar numerosas transacciones como prestar o pedir prestado dinero, negociar con activos y derivados o generar intereses con nuestros ahorros sin la necesidad de un bróker. Además, al eliminar los intermediarios también se eliminan las comisiones que cobraban por la prestación de estos servicios por lo que el sistema DeFi permite a sus usuarios ahorrar determinados gastos que son innecesarios.

El potencial de las DeFi es enorme y podría jugar un papel clave para favorecer y fomentar la inclusión financiera. El Banco Mundial define la inclusión financiera como el “acceso que tienen las personas y empresas a diversos productos y servicios financieros útiles y

asequibles que atienden a sus necesidades – transacciones, pagos, ahorro, crédito y seguros – que se prestan de manera responsable y sostenible.” Además, se considera que la inclusión financiera es un elemento que facilita la consecución de 7 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible que aprobó la ONU con la Agenda 2030. Los últimos datos publicados al respecto indican que alrededor de 2.500 millones de personas en todo el mundo no utilizan servicios financieros formales y el 75% de los pobres no tienen cuenta bancaria (BANCO MUNDIAL, 2022). Las finanzas descentralizadas podrían ayudar a fomentar la inclusión, reducir la pobreza e impulsar la prosperidad en comunidades en desarrollo.

Los protocolos DeFi en redes blockchain permiten eliminar las barreras de entrada a los servicios y productos financieros. De este modo, las personas sin acceso a servicios bancarios podrían acceder a oportunidades y productos que tradicionalmente no estaban a su alcance, como podrían ser préstamos e inversiones donde depositar sus ahorros.

Por ejemplo, un pequeño empresario en un país en desarrollo que carece de cuenta bancaria gracias a las DeFi puede recurrir a un fondo de préstamos descentralizado de inversores globales para conseguir financiación para su proyecto.

Este modelo funciona en una doble dirección ya que a través de DeFi, cualquier persona con acceso a internet, puede convertirse en proveedor de liquidez o prestamista, función hasta ahora exclusiva de los bancos, a través de relaciones *peer to peer* (prestamista - prestatario) sin la intervención de un tercero o intermediario, completamente privadas y reguladas por un smart contract, en la que además el prestamista recibe directamente los fees o intereses, estipulados en el smart contract por esa prestación (IVAN PRADA LÓPEZ, 2022).

Además, los protocolos DeFi, permiten incluso invertir en proyectos globales a gran escala. La financiación de grandes proyectos inmobiliarios, de infraestructuras, proyectos tecnológicos y de cambio climático puede hacerse ahora a través de tokens y contratos inteligentes. Esto cambia completamente las normas del juego y aumenta las oportunidades de inversión al alcance de la población en general.

No obstante, para que las DeFi puedan crear un mayor impacto social y favorecer la inclusión financiera, sería imprescindible combatir también la brecha y las barreras digitales ya que sin acceso a internet y a las TIC no sería posible operar con el sistema de finanzas descentralizadas.

Por otro lado, también sería necesario que se mejorase la experiencia del usuario ya que requiere de ciertos conocimientos previos para empezar a utilizarlas y exprimir su gran potencial. Otra gran barrera de entrada sería la escasa, por no decir casi nula, regulación que debería estar principalmente encaminada a la protección de los usuarios para prevenir las numerosas estafas que proliferan en este ecosistema por desgracia.

En definitiva, si llevan a cabo una serie de esfuerzos y mejoras, principalmente la mejora de la experiencia del usuario y el desarrollo de la regulación necesaria para garantizar la seguridad y la confianza de los usuarios, las DeFi podrían cambiar el panorama financiero y ayudar a fomentar considerablemente la inclusión social y financiera de cualquier persona con acceso a internet.

b) Los riesgos de las DeFi para los consumidores.

A pesar de las grandes ventajas que presentan las finanzas descentralizadas para la sociedad, también pueden conllevar una serie de importantes vulnerabilidades y riesgos para los consumidores.

Dado que la DeFi pretenden reproducir los servicios financieros tradicionales, se expone a los usuarios a los mismos tipos de riesgos, incluidos los riesgos de mercado, de liquidez y de contraparte tal y como se había adelantado previamente. Los riesgos de mercado y de liquidez se agravan con la DeFi en comparación con las finanzas centralizadas debido a la naturaleza altamente especulativa y, por tanto, volátil de muchos criptoactivos (AEVM, Autoridad Bancaria Europea y Autoridad Europea de Seguros y Pensiones de Jubilación, 2022). A modo de comparación, la volatilidad anualizada a 30 días de bitcoin o ether ha sido de media 3,6 y 4,7 veces superior, respectivamente, a la del Euro Stoxx 50 entre junio de 2021 y junio de 2023 (ESMA TRV nº 2, 2023). Estos riesgos se agravan en el caso de la negociación con margen o derivados debido al apalancamiento que ello conlleva.

En teoría, el riesgo de contraparte debería ser menor o incluso inexistente en DeFi gracias al uso de contratos inteligentes y a la atomicidad de la tecnología blockchain. La atomicidad es una característica de las blockchains en la que las acciones pueden ejecutarse colectivamente en secuencia en un bloque o fallar colectivamente como ocurría en el caso de los flash loans.

Sin embargo, los contratos inteligentes no son inmunes a errores o fallos. En lo que respecta a los protocolos de préstamo DeFi, a falta de comprobaciones de solvencia, a menudo exigen a los usuarios aportar activos de garantía por un valor superior al del préstamo concedido, lo que da lugar a una sobrecolateralización. Sin embargo, si el valor de la garantía disminuye por debajo de un determinado umbral, el prestatario se expone a los riesgos de liquidación automática. QIN ET AL (2021) ha llegado a la conclusión de que los diseños de liquidación en los principales protocolos de préstamos DeFi incentivan a los liquidadores a vender cantidades excesivas de garantías descontadas a expensas de los prestatarios. Las liquidaciones automatizadas de posiciones apalancadas en DEX exponen también a los operadores a los mismos riesgos. Los DEX o exchanges descentralizados se basan en contratos inteligentes para permitir a los operadores ejecutar órdenes sin intermediarios (COINTELEGRAPH).

Otro de los riesgos para los usuarios de las finanzas descentralizadas es su exposición a estafas y actividades ilícitas, ya que prácticamente cualquiera puede crear o interactuar con protocolos DeFi sin necesidad de identificarse y pasar por controles para conocer mejor a los clientes con los que estás trabajando. El desarrollo de DeFi ha progresado hasta el punto de que los modelos y plantillas permiten crear un token en cuestión de minutos sin necesidad de tener conocimientos o experiencia en programación. Aquellos que tengan malas intenciones pueden utilizar la tecnología para crear de forma anónima aplicaciones descentralizadas maliciosas, cuyo único propósito es privar a los usuarios de su dinero. Mediante la identificación y el análisis de esquemas Ponzi en Ethereum (el esquema Ponzi es una operación fraudulenta de inversión que implica el pago de intereses a los inversores de su propio dinero invertido o del dinero de nuevos inversores (elEconomista, 2024) que se ha vuelto relativamente común entre el mercado de las criptomonedas), CHEN ET AL (2019) estima que antes de julio de 2017 se crearon hasta 507 esquemas Ponzi inteligentes (aunque se debe considerar que representaban una parte ínfima, en torno al 0,03 % de todos los contratos de Ethereum). Otra fuente importante

de riesgo para los usuarios de DeFi es la falta de una parte responsable claramente identificable y la ausencia de un mecanismo de recurso si las cosas van mal.

Además, el acceso desintermediado a una gama más amplia de productos financieros puede exponer a los inversores menos sofisticados o inexpertos a productos excesivamente complejos o arriesgados. En el mercado alcista de 2021, muchos protocolos DeFi atrajeron a los usuarios con rentabilidades esperadas de dos dígitos que básicamente se extrapolaban a precios de criptoactivos en auge indefinido y utilizaban un elevado apalancamiento. Cuando los precios de los criptoactivos se desplomaron a principios de 2022, varios protocolos, incluido el protocolo Anchor en la blockchain Terra, se vinieron abajo, lo que se tradujo en graves pérdidas para los usuarios.

Existen importantes riesgos operativos, tecnológicos y de seguridad inherentes a DeFi y a su tecnología subyacente. Estos riesgos se encuentran normalmente en cualquier sistema basado en DLT, pero se agravan en el caso de DeFi, debido a su infraestructura de múltiples capas, su *componibilidad* y los contratos inteligentes que funcionan de forma autónoma. La palabra componibilidad viene del término inglés “composability” que significa permitir que las empresas puedan seleccionar o diseñar los productos que mejor se acomodan a sus necesidades, y así crear experiencias más ricas de forma rápida y con menor esfuerzo (G. TANOIRA). Según una empresa de análisis de blockchain, en 2022, los protocolos DeFi supusieron el 82,1% de las víctimas de todos los criptoactivos robados por piratas informáticos -un total de 3.100 millones de USD-, frente al 73,3% en 2021 (CHAINALYSIS 2023). En particular, los protocolos puente que son un sistema que permite intercambiar información entre blockchains, actuando como pasarelas para pasar información desde una blockchain a otra con el simple pago de una comisión y son aplicables a todo tipo de criptoactivos como criptomonedas, tokens o NFTs (J. MALDONADO, 2022), al actuar como enormes depósitos centralizados de fondos que respaldan criptoactivos puenteados de una blockchain a otra, son los objetivos preferidos de los piratas informáticos. Cinco de los diez mayores fraudes de la historia son atribuibles a ataques a puentes y de los 3.100 millones de dólares robados en 2022, el 64% procedía de ellos.

Los ataques a los protocolos DeFi se dirigen esencialmente a las vulnerabilidades del código (por ejemplo, errores en los contratos inteligentes subyacentes), y a los puntos de control de acceso (por ejemplo, los mecanismos de consenso de los protocolos o los marcos de gobernanza), con el fin de alterar su funcionamiento. Muchos protocolos DeFi se ponen en marcha sin ningún tipo de auditoría o diligencia debida, y la naturaleza pública de código abierto de los contratos inteligentes subyacentes deja las vulnerabilidades de su código expuestas a agentes maliciosos. De hecho, si un protocolo crece lo suficiente, es muy probable que se encuentre y explote cualquier fallo en el código de su contrato inteligente. Ejemplos destacados de fallos relacionados con el consenso y la gobernanza son *Ronin Network* y *Beanstalk* en 2022. En el caso de Ronin, el atacante consiguió comprometer una de las firmas de Ronin Bridge y con el que obtuvo el control mayoritario necesario para aprobar las transacciones de depósito y retirada en la cadena. En el caso de *Beanstalk*, que se puso de ejemplo previamente como riesgo de concentración de tokens, un atacante aprovechó un fallo en el marco de gobernanza para presentar una propuesta a votación, comprar una participación significativa de tokens de gobernanza para adquirir una super-mayoría, votar la propuesta a su favor y ejecutarla inmediatamente (ESMA TRV Risk Analysis, 2023).

Las particularidades del sistema blockchain sobre el que operan las finanzas descentralizadas presenta un gran número de ventajas pero también conlleva una serie de importantes riesgos para los consumidores como su exposición a estafas Ponzi o a las posibles vulnerabilidades del código de los protocolos que pueden traducirse en ciberataques que dejan totalmente vulnerables a los inversores. Es importante lograr combatir estas amenazas y mitigar los posibles riesgos a los que se enfrentan las operaciones de DeFi para poder garantizar la seguridad y confianza de sus usuarios y lograr una mayor adopción de este sistema financiero.

c) Responsabilidad social corporativa aplicada a las finanzas descentralizadas.

De acuerdo con el Observatorio de Responsabilidad Corporativa la RSC se presenta como una herramienta para mitigar el impacto negativo de empresas, especialmente multinacionales, sobre los derechos sociales, laborales, medioambiente y, en definitiva sobre los Derechos Humanos. La cuestión aquí es cuál es el papel de las finanzas descentralizadas en todo este contexto.

Para responder a esta pregunta conviene recordar que la Unión Europea ha establecido una Estrategia de Finanzas Sostenibles dentro del marco del Pacto Verde del que se viene hablando a lo largo de este trabajo. El propósito es incentivar la asignación de recursos para lograr un crecimiento sostenible en la UE, mediante la redirección de flujos de capital hacia inversiones sostenibles, el monitorio de los riesgos financieros que puedan implicar cuestiones ambientales y sociales, y la promoción de la transparencia en las actividades financieras (COMISIÓN EUROPEA, 2020). Dentro de estas actividades financieras se incluyen las finanzas centralizadas o tradicionales pero también las finanzas descentralizadas sobre las que se centra el objeto de este trabajo de fin de grado.

La irrupción de la tecnología blockchain en el sector financiero y empresarial ha provocado que surjan numerosos debates y conflictos éticos que en los que no se va a profundizar por no ser objeto de este estudio. Sin embargo, sí que conviene tener presente el papel de la responsabilidad social corporativa en el ecosistema DeFi. Esta RSC se podría ver reflejada en la importancia que cobran los libros blancos de las criptoempresas y proveedores de servicios de criptoactivos ya que una vez publicados oficialmente y disponibles al público podrían ayudar a distinguir entre los proyectos que sean “malos” o estafas, como fue el caso de Terra Luna, de proyectos buenos y responsables como por ejemplo, el proyecto del ecosistema de Cardano. La caída de Terra-Luna en mayo de 2022 fue provocada por la retirada de la stablecoin UST del ecosistema. Provocó la desaparición sin precedentes de un ecosistema blockchain y costó a los inversores decenas de miles de millones de dólares (SEUNGJU, JAEWOOK y YUNYOUNG, 2023). Respecto del segundo ejemplo, El ecosistema Cardano es un proyecto fundado por Charles Hoskinson y Jeremy Wood para cambiar la forma en la que se diseñan las criptomonedas, mediante un ecosistema equilibrado y sostenible con la ambición de desarrollar tecnología para los sistemas financieros, de gobernanza y sociales.

Con la responsabilidad social las empresas y CASP se verían obligados a cumplir con pautas y normas de ayuda social, y tendrían que rendir cuentas ante la sociedad, gobiernos, agencias u organismos donde estuviese regulado por sus acciones y consecuencias sobre la sociedad y el medioambiente.

Para ello, las empresas que operen con blockchain y sean usuarias de las finanzas descentralizadas tendrían que reunir una serie de cualidades básicas para poder decir que están amparadas dentro del marco de RSC. Estas serían las siguientes:

1. Políticas de personal que respeten sus derechos laborales y favorezcan a su desarrollo profesional y personal económico.
2. Transparencia en sus activos, y un gobierno corporativo o de votación descentralizada si fuera su constitución inicial.
3. Reglas claras para los inversores de los tokens, NFTs o cualquier otro criptoactivo que se ofreciese.
4. Cuidado y protección del medioambiente de todos los distintos actores que intervengan en el proceso.
5. Ayuda a las organizaciones o proyectos de blockchain que contribuyan a esferas socioeconómicas de la sociedad.
6. Establecimiento de un código ético globalizado para las todas empresas que operen en el sistema DeFi.

En definitiva, la incorporación de principios relacionados con la responsabilidad social corporativa en el sistema DeFi podrían contribuir a lograr crear unas finanzas descentralizadas más sostenibles y responsables con la sociedad.

5.3. Criterios de Governance en las Finanzas Descentralizadas.

El último de los criterios de ESG que queda pendiente es el Governance o Gobernanza en castellano. Para analizar el papel de las finanzas descentralizadas respecto de este criterio se van a estudiar el rol que juegan los protocolos de gobernanza de blockchain, cuáles son las debilidades del modelo de gobernanza y cómo las DeFi pueden contribuir a fomentar la transparencia en el ecosistema financiero digital.

a) Protocolos de Governance en blockchain.

Al igual que ocurre en el sistema tradicional de las finanzas centralizadas, la tecnología blockchain también tiene principios y normas de funcionamiento que le ayudan a alcanzar su metas y objetivos. Este conjunto de normas, su modo de expresión y aplicación en blockchain es lo que se denomina gobernanza de blockchain.

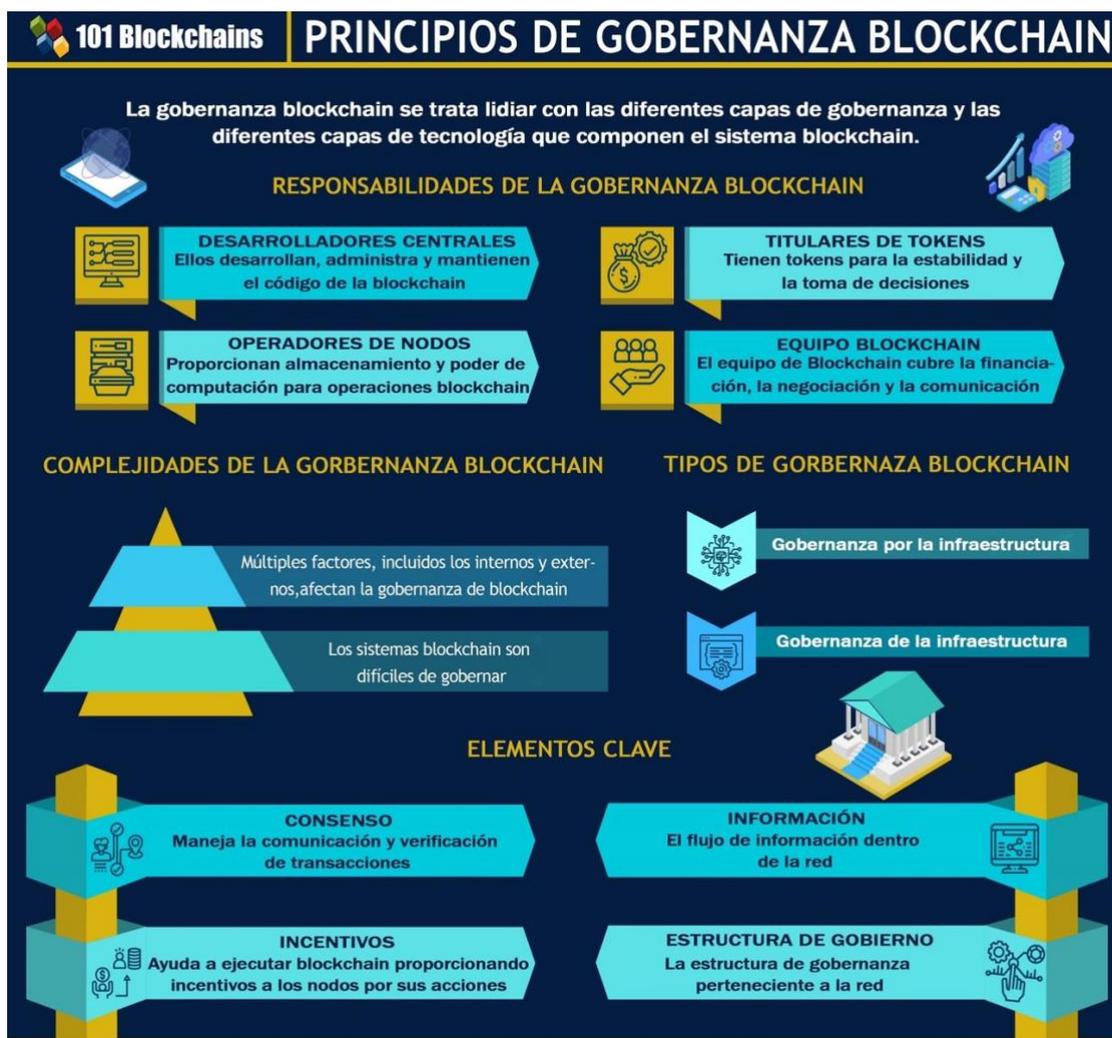
Dado que naturaleza de las DeFi es la descentralización y no existe ningún organismo responsable de crear y supervisar el cumplimiento de las normas, la gobernanza se convierte en esencial para los protocolos de blockchain. Para que éste funcione y crezca, necesita una forma de gobierno que dirija y supervise su funcionamiento.

No obstante, la ausencia de un organismo regulador definido para la creación y el mantenimiento de las normas ha provocado numerosos contratiempos en el crecimiento de esta tecnología, especialmente en las blockchains públicas que están experimentando un estancamiento como por ejemplo, la *blockchain EOS*. La red pública EOS es una cadena de bloques que funciona con una prueba delegada de participación, basada en el marco de software de código abierto de EOSIO. EOS permite a personas y organizaciones crear y acceder a una amplia gama de aplicaciones y ecosistemas descentralizados. Aunque participamos en la gobernanza de la Red Pública EOS, no está controlada por una sola entidad, sino guiada por una comunidad cooperativa de titulares de activos digitales (EOS.IO). Para que la tecnología blockchain tenga un mayor éxito y consiga una gran adopción, tiene que ser capaz de cumplir con los requisitos de gobernanza y mantener al mismo tiempo una descentralización completa, y una de las formas de hacerlo podría ser mediante propuestas *on-chain*. (ALAGBE, R. 2022).

La gobernanza en blockchain es complicada precisamente por la descentralización que lo caracteriza. La mayoría de las empresas convencionales utilizan la centralización para su organizar su modelo de gobernanza, pero al no ser posible por su propia naturaleza se presentan una serie de desafíos. Además de la mencionada descentralización, las redes blockchain está constantemente evolucionando y cambiando a un ritmo rápido donde apenas queda margen para que sus usuarios puedan adaptarse al ecosistema. A través de la gobernanza se trata de lidiar con las diferentes capas de tecnología que componen el sistema blockchain y de sus operaciones en función de si se trata un marco, aplicación o red. Además, las reglas para gobernar el sistema dependen de la infraestructura de internet que conforma esa tecnología blockchain en particular.

La siguiente imagen explica de manera resumida y visual los principios, complejidades, tipos de gobernanza y elementos clave de blockchain.

Ilustración 1: los principios de gobernanza Blockchain



Fuente 4: Rodríguez, N. (2022) publicado en 101Blockchains.

Los protocolos DeFi pretenden tener estructuras de gobierno descentralizadas, lo que significa que el control y el poder sobre el protocolo, como la forma en que se toman las decisiones sobre los cambios en el mismo, están descentralizados. Para ello, los protocolos DeFi utilizan distintos mecanismos, como las novedosas organizaciones autónomas descentralizadas (DAO, por sus siglas en inglés). En su forma más pura, una DAO está totalmente gobernada por su comunidad y el poder de voto está representado por fichas de gobernanza que pueden ser adquiridas prácticamente por cualquiera. Sin embargo, en la práctica, incluso las DAO pueden implicar algún tipo de centralización, por ejemplo, debido a las concentraciones de poseedores de tokens de gobernanza o a la dependencia de creadores e inversores fundacionales. Además, el hecho de que los elementos de un protocolo DeFi puedan considerarse descentralizados o sujetos al voto

de la comunidad no significa que el protocolo en sí esté totalmente descentralizado. (Análisis de riesgos TRV de la AEVM (2023) pp. 5).

En conclusión, los protocolos de gobernanza en los sistemas descentralizados como DeFi se encuentran en una constante evolución que plantea tanto desafíos como oportunidades. Para poder hacer frente a estos avances tecnológicos se ha de trabajar por alcanzar un consenso sobre las propuestas de gobernanza que puedan ayudar a afrontar estos desafíos como las propuestas *on-chain* o DAOs que podrían llegar a ayudar democratizar las DeFi mediante mecanismos de gobernanza democrática (GODOY, 2023).

b) Las debilidades del modelo de gobernanza.

Como ya se ha adelantado previamente en este trabajo, la necesidad de ordenar y gobernar los mercados en los que se intercambian criptoactivos e instrumentos financieros encriptados mediante DLT, entra en contradicción con la naturaleza descentralizada de las DeFi y es entonces donde se genera la paradoja de las finanzas descentralizadas (J. IBÁÑEZ, 2022).

A esta paradoja se la conoce como “decentralisation illusion” o ilusión de descentralización (ARAMONTE, HUANG y SCHRIMPF, 2021) puesto que lograr una descentralización total de las DeFi sería una mera utopía.

Todas las plataformas DeFi cuentan con modelos de gobernanza centralizados que definen cómo se han de establecer las prioridades estratégicas y operativas. Esto se debe a que, del mismo modo que en el sistema financiero tradicional la centralización hace frente al riesgo de un “contrato incompleto” (COASE, 1937 y GROSSMAN y HART, 1986) ya que no es posible, por ejemplo, elaborar contratos que cubran todas las eventualidades posibles; en DeFi también se incurre en el riesgo de “algoritmo incompleto” puesto que también es imposible escribir un código que especifique que acciones hay que emprender en todas las contingencias posibles.

Debido a este argumento, todas las plataformas DeFi tienen un elemento de centralización, que suele girar en torno a los titulares de "tokens de gobernanza" que votan las propuestas, de forma similar a los accionistas de las empresas. Este elemento de

centralización puede servir de base para reconocer a las plataformas DeFi como entidades jurídicas similares a las sociedades anónimas. De hecho, en el estado de Wyoming (EE. UU.) está permitido registrar las DAOs como sociedades de responsabilidad limitada desde 2021.

Además, algunas características de DeFi favorecen desgraciadamente a la concentración del poder de decisión en manos de grandes tenedores de criptomonedas o activos. Los validadores de transacciones necesitan recibir una compensación suficiente que les desincentive de cometer fraude durante su participación. Las cadenas de bloques basadas en PoS permiten a los validadores apostar más de sus monedas para tener más posibilidades de "ganar" el siguiente bloque y recibir una compensación. Dado que los costes operativos asociados son en su mayoría fijos, esta configuración conduce naturalmente a la concentración (AUER ET AL, 2021). Asimismo, muchas blockchains también asignan una parte sustancial de sus monedas iniciales a personas con información privilegiada, lo que agrava aún más los problemas de concentración.

La concentración puede facilitar la colusión y limitar la viabilidad de la cadena de bloques. Del mismo modo, se aumenta el riesgo de que un pequeño número de grandes validadores adquiera suficiente poder para alterar la cadena de bloques con fines lucrativos. Además, éstos podrían congestionar la cadena de bloques con operaciones artificiales entre sus propios monederos (actividad conocida como *wash trades*), aumentando considerablemente las comisiones que les pagan otros operadores. Otra preocupación adicional es que los validadores puedan provocar la ejecución anticipada de grandes pedidos para obtener mayores beneficios comerciales. Aunque el *front-running* también se da en las finanzas tradicionales, es objeto de medidas punitivas por parte de los reguladores, cosa que en las DeFi todavía no ocurre. Estos comportamientos son perjudiciales para los inversores y pueden erosionar el atractivo de DeFi en el futuro (ARAMONTE, HUANG y SCHRIMPF, 2021). El *front running* o inversión ventajista en el sistema tradicional es un modo ilegal de operar en el que un intermediario conoce las órdenes del cliente y las usa para obtener beneficios. En el contexto de las DeFi, el front running consiste en que los validadores que ejecutan el software para aprobar las transacciones en la red reordenan, incluyen u omiten transacciones de forma que les beneficie económicamente (MALANII, 2023).

Los modelos de gobernanza en DeFi continúan presentando ciertas debilidades y el debate acerca de cuáles son los cambios necesarios en los protocolos de gobernanza sigue tomando lugar hoy en día en la comunidad DeFi. Resulta especialmente preocupantes los efectos que tiene sobre la concentración y la colusión. Sin embargo, aunque se adoptasen los cambios correspondientes para hacerle frente, no alteraría el hecho básico de que cierta centralización sigue siendo inevitable para el correcto funcionamiento de las finanzas descentralizadas.

c) La transparencia en Finanzas Descentralizadas.

Uno de los principales beneficios de las DeFi es que aumenta la transparencia en el sector financiero al aprovechar las características de la tecnología blockchain, como la inmutabilidad, la verificabilidad y la trazabilidad de los datos. La inmutabilidad hace referencia a que una vez que una transacción se registra en la cadena de bloques, no es posible alterarla ni borrarla. La verificabilidad significa que cualquiera puede inspeccionar el código y los datos de los contratos inteligentes y las transacciones. Y, la trazabilidad implica que cualquier persona puede seguir el historial y el origen de los todos los fondos y los activos. Estas tres características permiten a los usuarios de DeFi tener una completa visibilidad y control sobre sus actividades financieras, así como auditar y supervisar el rendimiento y seguridad de los protocolos y aplicaciones DeFi (RAGINI, ROMANIUK y CHANDRA, 2023).

Las cadenas de bloques públicas son transparentes. Al no estar controladas por una sola entidad, pueden aportar una infraestructura neutral, independiente e inalterable para las transacciones financieras. El código se almacena y se ejecuta en un sistema abierto. Todos los datos son accesibles y verificables. Tanto investigadores como autoridades pueden analizar las transacciones, hacer estudios empíricos y medir el riesgo en tiempo real.

Sin embargo, la transparencia de la cadena de bloques y de la creación descentralizada de bloques puede ser problemática desde el punto de vista de la privacidad. Además, permite la extracción de rentas a través de la ejecución anticipada generalizada, algo que se conoce como el “valor máximo extraíble”. Alguien que detecta una transacción que tiene un orden de intercambiar activos en una bolsa descentralizada puede tratar de adelantarse a esta acción (o interponerse a ella), emitiendo una transacción propia. De esta forma, el

ventajista se lucra a expensas del emisor de la transacción inicial. Este problema se puede mitigar en cierta medida, pero haciendo concesiones (FABIAN SHĀR, 2022).

Otro de los desafíos y riesgos a los que se expone una DeFi transparente es que precisamente esta transparencia puede exponer a los usuarios a amenazas de privacidad y seguridad, como el robo de identidad, la piratería informática o el *phishing*. *Phishing* o suplantación de identidad es un método para engañar a los usuarios y hacer que compartan sus contraseñas, números de tarjeta de crédito y otra información confidencial haciéndose pasar por una institución de confianza en un mensaje de correo, mensaje de texto o llamada telefónica.

Para combatir estos riesgos, se recomienda a los usuarios que tengan cuidado con la información personal que comparten, las direcciones de billetera o claves privadas y que usen herramientas de cifrado, autenticación o anonimización para proteger sus datos y fondos. Además, la transparencia también puede exponer a los usuarios a incertidumbres legales y regulatorias, ya que las diferentes jurisdicciones pueden tener diferentes normas y estándares para las actividades de DeFi, como impuestos o medidas para combatir el lavado de dinero.

A pesar de los desafíos y riesgos, la transparencia puede ofrecer muchos beneficios y ventajas para los usuarios que participan en DeFi. La transparencia puede ayudar a mejorar la confianza en el ecosistema de las finanzas descentralizadas ya que permite verificar la legitimidad, fiabilidad y calidad de los protocolos y mecanismos que usan las DeFi. Además, puede contribuir a que los usuarios tengan un mayor control y opciones para escoger sobre sus decisiones financieras. En definitiva, la transparencia es clave en los procesos de toma de decisiones de los protocolos DeFi, ya que implica que la toma de decisiones importantes, como por ejemplo, cambios en los protocolos o en la distribución de los fondos, se pueda realizar de manera abierta y transparente para que sus usuarios se mantengan informados y aumente su confianza en el sistema DeFi. No obstante, resulta clave continuar trabajando para encontrar soluciones que eviten o mitiguen los riesgos que lleva aparejado el uso de esta tecnología.

5. Conclusiones.

A lo largo de este trabajo se ha explorado el creciente ecosistema de las finanzas descentralizadas (DeFi) desde la perspectiva de la sostenibilidad, tratando de identificar los desafíos a los que está emergente tecnología se enfrenta y su relación con los criterios de ESG (Medioambientales, Sociales y de Gobernanza). Además, también se ha estudiado como el Reglamento sobre Mercados de Criptomonedas (MiCA) contempla y evalúa la sostenibilidad de las DeFi y sus propuestas para informar a los inversores y paliar los efectos negativos sobre el medioambiente y la sociedad.

En primer lugar, con este trabajo de investigación se ha evidenciado la importancia de las finanzas descentralizadas sostenibles como un sistema innovador alternativo al tradicional que tiene el potencial para transformar el ámbito financiero en un futuro no muy lejano. Las DeFi ofrecen la oportunidad de promover la inclusión financiera siempre que las personas tengan garantizado el acceso al internet, para lo cual sería imprescindible luchar también contra la brecha digital.

Además, gracias a la trazabilidad e inmutabilidad de los datos y la información, se puede lograr una mayor transparencia del sistema financiero al mismo tiempo que se mejora la eficiencia y se abordan preocupaciones ambientales y sociales como la emisión de GEI, el consumo de energía descontrolado o el acceso a fuentes de financiación para proyectos verdes.

En segundo lugar, se han identificado una serie de retos y desafíos que enfrenta el desarrollo de las finanzas descentralizadas para lograr ese objetivo de ser más sostenibles. Entre ellos se encuentra la necesidad de abordar la huella ambiental que genera el uso de la tecnología blockchain por su alto consumo de energía y emisiones de carbono. También se ha de garantizar la seguridad y protección de los usuarios de las DeFi para evitar las estafas, filtraciones de datos o delitos como el lavado de dinero o *front running*.

En tercer lugar, la incorporación de los criterios de ESG de sostenibilidad en las finanzas descentralizadas pueden ayudar a los distintos stakeholders, y en especial a los inversores con preocupación por la sostenibilidad y concienciados por las políticas verdes, a tomar decisiones respecto a sus operaciones financieras. La incorporación de criterios ambientales y la publicación de los datos a través de los libros blancos permitirá informar de forma transparente acerca de la sostenibilidad de los criptoactivos y los proveedores de servicios a todos los interesados que deseen consultarlos. Además, la incorporación de

criterios de gobernanza en los protocolos DeFi tiene la potencialidad de lograr una mayor democratización del sistema financiero. Todo ello contribuiría a la creación de un ecosistema más ético y sostenible que a su vez lograría aumentar la confianza los de inversores y usuarios.

En cuarto lugar, respecto al impacto del reciente Reglamento MiCA, representa un hito significativo en la regulación de los mercados de criptoactivos de la Unión Europea y puede llegar a convertirse en un referente a nivel internacional para terceros países que se estén planteando dar el paso para regular estos nuevos mercados. No obstante, su implementación plantea desafíos, aunque también grandes oportunidades por su gran potencial, para las finanzas descentralizadas, al establecer estándares más claros y exigentes en áreas como la protección de los usuarios, la seguridad de los criptoactivos y la prevención del uso de esta tecnología para del lavado de dinero entre otros.

Finalmente, se ha de resaltar la importancia de fomentar la innovación responsable no sólo en ámbito de las finanzas descentralizadas sino en todo el universo blockchain ya que tiene un potencial inmenso para cambiar nuestra forma de operar en los mercados financieros y lograr hacer de ellos un sistema más sostenible a través de la incorporación de los criterios de ESG en el diseño de sus protocolos.

En conclusión, las finanzas descentralizadas sostenibles presentan un prometedor camino para avanzar hacia un sistema financiero más inclusivo, democrático, transparente y responsable. Sin embargo, hasta poder lograr su máximo potencial queda un largo camino. La legislación avanza a un ritmo mucho más lento que las finanzas descentralizadas y los intentos normativos publicados son muy genéricos y poco profundos que evitan abordar cuestiones clave. Además, aunque la sostenibilidad parece estar en boca de todos, en algunas cuestiones como el importante consumo energético de las criptomonedas se decide hacer la vista gorda mientras que se castigan pública y legislativamente otras cuyo efecto sobre el medioambiente es inferior como las emisiones generadas por el uso de automóviles. Es necesario abordar los retos y desafíos a los que se enfrentan las DeFi y trabajar en colaboración para desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles que beneficien a todos los actores involucrados y ayuden a cuidar y mantener a nuestro planeta a la vez que se fomente el desarrollo económico.

6. Bibliografía.

Alagbe, R. (2022). *Introducción a la gobernanza: guía sobre propuestas on-chain*. Stakely.io – 20 mayo de 2022. Disponible en: <https://stakely.io/es/blog/introduccion-a-la-gobernanza-guia-rapida-sobre-las-propuestas-on-chain>

Anchondo Paredes, Víctor Emilio (2009). Métodos de interpretación jurídica. UNAM. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Quidiuris/2012/vol16/3.pdf>

Barreiro, U. (2023). *La Responsabilidad Social Empresarial aplicada en las Finanzas Descentralizadas*. Abran Paso - un Programa Para Darle Vuelta y Vuelta A las Noticias y Ponerles Condimento. Actualidad, Agenda, Música y Debates. 17 de octubre de 2023. Disponible en: <https://abranpadoradio.com.ar/la-responsabilidad-social-empresarial-aplicada-en-las-finanzas-descentralizadas/>

Becher, B. (2023). What Is a Consensus Mechanism? Built In - 23 marzo de 2023. disponible en: <https://builtin.com/blockchain/consensus-mechanism#>

Born, Alexandra, y Josep-María Vendrell-Simon. (2022). “A deep dive into crypto financial risks: stablecoins, DeFi and climate transformation risk”. *Macprudential Bulletin*, 18. Disponible en: https://www.ecb.europa.eu/press/financial-stability-publications/macprudential-bulletin/html/ecb.mpbu202207_1~750842714e.en.html

Comisión Europea (2023). Finanzas sostenibles: la Comisión adopta nuevas medidas para estimular las inversiones en un futuro sostenible. 13 de junio de 2023. *Press corner*. (s. f.). Disponible en: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_23_3192

Comisión Europea (2024). The European Green Deal. Más información disponible en: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Corporate sustainability reporting. (s. f.). Finance. Disponible en: https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en

CSR STAFF (2023). ¿Cuál es la diferencia entre ESG y Sostenibilidad? CSR Consulting. Disponible en: <https://www.csrconsulting.com.mx/2023/07/26/cual-es-la-diferencia-entre-esg-y-sostenibilidad/>

Cultura Nativa. (2020). *Ecosistema Cardano* – 5 agosto de 2020. Disponible en: a. <https://culturanativa.com/ecosistema-cardano/>

De Arregui, M. (2024). La granularidad: la clave para elegir un modelo de base de datos. OBS Business School - 19 febrero de 2024. Disponible en: <https://www.obsbusiness.school/blog/la-granularidad-la-clave-para-elegir-un-modelo-de-base-de-datos#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20entendemos%20por%20granularidad%20en,unidades%20m%C3%A1s%20peque%C3%B1as%20y%20espec%C3%ADficas.>

Dodrill, H. (2023). What is a cryptocurrency white paper? | EDC Technical Writing Company. Essential Data Corporation - 20 de noviembre de 2023. Disponible en: <https://essentialdata.com/cryptocurrency-white-paper/#:~:text=A%20cryptocurrency%20white%20paper%20is%20a%20document%20that%20summarizes%20the,information%20about%20the%20project%27s%20participants.>

Echevarría Muñoz, Darío. (2023) “Blockchain y potencial en el desarrollo sostenible”. 23 de agosto de 2023. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/blockchain-y-su-potencial-en-el-desarrollo-sostenible-dar%C3%ADo/?originalSubdomain=es>

elEconomista.es. (2024). *Esquema Ponzi: qué es - Diccionario de Economía*. 24 de marzo de 2024. Disponible en: <https://www.eleconomista.es/diccionario-de-economia/esquema-ponzi>

EOSIO. (2021) *EOS Public Blockchain*. EOSIO - 23 julio de 2021. Disponible en: <https://eos.io/eos-public-blockchain/>

ESMA TRV Risk Analysis (2023). “Decentralised Finance in the UE: Developments and risks”. European Securities and Markets Authorities. 11 octubre 2023 (ESMA50-2085271018-3349). Disponible en: https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/2023-10/ESMA50-2085271018-3349_TRV_Article_Decentralised_Finance_in_the_EU_Developments_and_Risks.pdf

Godoy, G. (2023). ¿Cómo las organizaciones on-chain pueden democratizar la economía y la sociedad? *Cointelegraph*. - 6 diciembre de 2023. Disponible en: <https://es.cointelegraph.com/news/how-can-on-chain-organizations-democratize-the-economy-and-society>

Gorjón, Sergio (2023). “Las finanzas descentralizadas o los criptoactivos de última generación”. Boletín Económico – Banco de España 2023/T3, 04. Disponible en: <https://www.bde.es/f/webbe/SES/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/BletinEconomico/23/T3/Fich/be2303-art04.pdf> <https://doi.org/10.53479/30650>

Gschossmann, I., van der Kraaij, A., Benoit, P-L. and Rocher, E. (2022), “*Mining the environment – is climate risk priced into crypto-assets?*”, Macroprudential Bulletin, Issue 18, ECB, July. Disponible en: https://www.ecb.europa.eu/press/financial-stability-publications/macroprudential-bulletin/html/ecb.mpbu202207_3~d9614ea8e6.en.html

Ibáñez Jiménez, J. W. (2018) Derecho de Blockchain, Thomson Reuters Aranzadi, Cizur Menor, p.

Ibáñez Jiménez, J. W. (2022). DeFi Paradox: la necesaria centralización de las finanzas descentralizadas. Blockchain Intelligence, Blockchain Law Institute p. 2-25. Disponible en: [DeFi-paradox -la-necesaria-centralizacion-de-las-finanzas-descentralizadas .pdf \(comillas.edu\)](#)

Ibáñez Jiménez, J.W. (2017). Cuestiones jurídicas en torno a la cadena de bloques («blockchain») y a los contratos inteligentes («smart contracts»). Revista cuatrimestral de las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales, ICADE nº. 101. Disponible en: [Vista de Cuestiones jurídicas en torno a la cadena de bloques \(«blockchain»\) y a los contratos inteligentes \(«smart contracts»\) \(comillas.edu\)](#)

Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía, Comercio y Empresa. Gobierno de España. Información sobre sostenibilidad. Disponible en: <https://www.icac.gob.es/sostenibilidad/informacionsostenibilidad>

Instituto Nacional de Ciberseguridad - INCIBE. *Ransomware*. (s. f.). Disponible en: <https://www.incibe.es/aprendeciberseguridad/ransomware>

ITU-T Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology (FG FLT). (2019). Technical Specification FG DLT D1.1 Distributed ledger technology terms and

definitions. 1 agosto de 2019. Disponible en: <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Documents/d11.pdf>

Jensen, J. R., von Wachter, V., & Ross, O. (2021). An introduction to decentralized finance (defi). *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly*, (26), 46-54. Disponible en: [An Introduction to Decentralized Finance \(DeFi\) | Jensen | Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly \(rtu.lv\)](#)

Malanii, S. S. (2023). *Front-Running in blockchain – explained - Hacken*. Hacken – 22 de noviembre de 2023. Disponible en: <https://hacken.io/discover/front-running/>

Maldonado, José. (2022). *Qué son los Bridges, puentes para la interoperabilidad entre blockchains*. Observatorio Blockchain – 26 de abril de 2022. Disponible e: <https://observatorioblockchain.com/blockchain/que-son-los-bridges-los-puentes-para-permitir-la-interoperabilidad-entre-blockchains/>

Maldonado, José (2022). *Breaking News - Beanstalk pierde \$180 millones en el último exploit a DeFi*. Bit2Me News | Noticias Cripto, Blockchain, Ethereum. – 19 de abril de 2022. Disponible en: <https://news.bit2me.com/beanstalk-pierde-180-millones-de-dolares-en-el-ultimo-exploit-a-defi/>

Martín González, P. (2022) Criterios ESG (Environmental, social and governance). LegalToday, portal jurídico de Aranzadi. Disponible en: [Criterios ESG \(Environmental, social and governance\) - LegalToday](#)

Martín Zamarriego, A. (2019). Ibáñez Jiménez, Javier Wenceslao. Derecho de Blockchain y de la tecnología de registros, Aranzadi, Cizur Menor (Navarra), 2018, 503 págs. ISBN: 978-84-9177-918-6. Anuario de la Facultad de Derecho (Universidad de Alcalá) nº XII (2019), p. 279-302. Disponible en: ["Derecho de Blockchain y de la tecnología de registros" de Javier Wenceslao Ibáñez Jiménez - Dialnet \(unirioja.es\)](#)

Metaversos Agency. (2024) *Gobernanza de Protocolos: Cómo se toman decisiones en sistemas descentralizados* – 28 de febrero de 2024. Disponible en: https://es.linkedin.com/pulse/gobernanza-de-protocolos-c%C3%B3mo-se-toman-decisiones-en-xhgef?trk=organization_guest_main-feed-card_feed-article-content

Mishra, L., & Kaushik, V. (2023). Application of blockchain in dealing with sustainability issues and challenges of financial sector. *Journal of Sustainable Finance &*

Investment, 13(3), p. 1318-1333. Disponible en: [\(PDF\) Application of blockchain in dealing with sustainability issues and challenges of financial sector \(researchgate.net\)](#)

Nestor. (2024). *RSC - Observatorio de Responsabilidad Social Corporativa* – 30 de enero 2024. Disponible en: <https://observatoriorsc.org/areas-de-trabajo/rsc/>

Ozili, P.K. (2023), "Assessing global interest in decentralized finance, embedded finance, open finance, ocean finance and sustainable finance", *Asian Journal of Economics and Banking*, Vol. 7 No. 2, pp. 197-216. <https://doi.org/10.1108/AJEB-03-2022-0029>

Prada López, Iván (2022). *¿Cómo podrían ayudar las finanzas descentralizadas (DeFi) a la inclusión social y financiera?* Publicación LinkedIn – 22 diciembre 2022. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/cómo-podrían-ayudar-las-finanzas-descentralizadas-defi-prada-lópez>

Punzano, Gregorio (2023). "The Role of DeFi in Advancing Sustainable Finance: Key Insights and Future Prospects. 16 de abril de 2023. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/role-defi-advancing-sustainable-finance-key-insights-future-punzano/>

¿Qué son los exchanges descentralizados (DEX) y cómo funcionan? (s. f.). Cointelegraph. Disponible en: <https://es.cointelegraph.com/learn/what-are-decentralized-exchanges-and-how-do-dexs-work>

Ragini Raffaele, Romaniuk Dmytro, Chandra Amit (2023). *¿Cómo puede DeFi aumentar la transparencia financiera?* - 27 diciembre de 2023. Disponible en: [www.linkedin.com. https://es.linkedin.com/advice/1/how-can-defi-increase-financial-transparency-skills-blockchain-ya9we?lang=es](https://es.linkedin.com/advice/1/how-can-defi-increase-financial-transparency-skills-blockchain-ya9we?lang=es)

Reglamento MiCA Propuesta de REGLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativo a los mercados de criptoactivos y por el que se modifica la Directiva (UE) 2019/1937. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52020PC0593>

Resumen ejecutivo – *World Energy Outlook 2023* – Analysis - IEA. (s. f.). IEA. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023/executive-summary?language=es>

Rodriguez, N. (2022). *Principios de gobernanza Blockchain: todo lo que necesitas saber*. 101 Blockchains – 27 de abril de 2022. Disponible en: <https://101blockchains.com/es/principios-de-gobernanza-blockchain/>

Schär, Fabian (2022). *Promesas y riesgos de las defi*. International Monetary Fund - 23 septiembre DE 2022. Disponible en: <https://www.imf.org/es/Publications/fandd/issues/2022/09/Defi-promise-and-pitfalls-Fabian-Schar>

Schueffel, P., (2021). DeFi: Decentralized Finance - An Introduction and Overview - Letter from Academia, Journal of Innovation Management, www.open-jim.org, 9(3), I-XI.; DOI: https://doi.org/10.24840/2183-0606_009.003_0001

Seungju Lee, Jaewook Lee, Yunyoung Lee (2023). Dissecting the Terra-LUNA crash: Evidence from the spillover effect and information flow. *Finance Research Letters*, 53, Vo. 53 103590. Mayo de 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103590>

Sirio Aramontead & Wenqian Huang & Andreas Schrimpf. (2021) "DeFi risks and the decentralisation illusion," BIS Quarterly Review, Bank for International Settlements, December. (pp. 27 y ss) Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/bis/bisqtr/2112b.html>

Tanoira, Gastón (2023) *Ultra personalización de las soluciones tecnológicas: 'composability'*. Itnews - 29 de julio de 2023. Disponible en: <https://itnews.lat/ultra-personalizaci-n-de-las-soluciones-tecnol-gicas-composability.html#:~:text=La%20palabra%20E2%80%9Ccomposability%E2%80%9D%20significa%20permitir,r%C3%A1pida%20y%20con%20menor%20esfuerzo>.

Treleaven, P., Brown, R. G., & Yang, D. (2017). Blockchain technology in finance. *Computer*, 50(9), p. 14-17. Disponible en: [Blockchain Technology in Finance | IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore](#)

Universidad Europea. (2023). *Flash loan: la nueva revolución del mundo crypto* - 19 julio de 2023. Disponible en: <https://universidadeuropea.com/blog/flash-loan/>

Velasco, Josep (2022). “¿Cómo es la regulación de las DeFi en España?”. Observatorio Blockchain. Disponible en: <https://observatorioblockchain.com/defi/como-es-la-regulacion-de-las-defi-en-espana/>

World Bank (2022). *Inclusión financiera* (s. f.). Última actualización el 29 de marzo de 2022. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/financialinclusion/overview#1>