

BLOCKCHAIN: CRIPTOMONEDAS Y TOKENIZACIÓN DE ACTIVOS INMOBILIARIOS. EFECTOS EN EL ÁMBITO REGISTRAL

BLOCKCHAIN: CRYPTOCURRENCY AND REAL ESTATE TOKENIZATION. EFFECTS IN THE REGISTRY FIELD

Jaime Criado Enguix
Graduado en Derecho
Universidad de Granada

Fecha de recepción: 15/01/2020
Fecha de aceptación: 07/02/2020

RESUMEN: El presente trabajo tiene como objetivo esencial ofrecer algunas ideas en relación al nuevo paradigma que plantea Blockchain en nuestro modo de comerciar. Abordando no tanto las cuestiones acerca de su viabilidad como registro de nodos distribuido para validar transacciones instantáneas, entre pares, como la validez de éstas en el ámbito registral y la posibilidad de ahorrar intermediarios.

ABSTRACT: The present work has as essential objective to offer some ideas in relation to the new paradigm that blockchain raises in our way of trading. Addressing not so much the questions about its viability as registration of distributed nodes to validate instant transactions, between peers, as the validity of these in the field of registration and the possibility of saving intermediaries.

PALABRAS CLAVE: Blockchain, criptomonedas, tokens, Registro de la
Propiedad.

KEYWORDS: Blockchain, cryptocurrencies, tokens, Property Registration.

SUMARIO: 1. INTRODUCCIÓN. BLOCKCHAIN Y EL NUEVO PARADIGMA QUE PLANTEA; 2. LAS CRIPTOMONEDAS: ORIGEN, CONCEPTO Y TIPOS. A) ORIGEN. B) CONCEPTO Y TIPOS DE CRIPTOMONEDAS. 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES P2P Y MODELOS DE NEGOCIO. A) CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES P2P. B) MODELOS DE NEGOCIO. 2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS CRIPTOMONEDAS Y MÉTODOS DE FINANCIACIÓN. A) CARACTERÍSTICAS DE LAS CRIPTOMONEDAS. B) MÉTODOS DE FINANCIACIÓN; 3. ANTECEDENTES Y TIPOS DE BLOCKCHAIN. A) ANTECEDENTES. B) TIPOS DE BLOCKCHAIN. 3.1. ELEMENTOS DE BLOCKCHAIN Y CARÁCTER DESCENTRALIZADOR. A) ELEMENTOS DE BLOCKCHAIN. B) CARÁCTER DESCENTRALIZADOR. 3.2. REGLAS DE SEGURIDAD DE BLOCKCHAIN; 4. CONCEPTO TOKEN. 4.1. TOKEN COMO ACTIVO FUNGIBLE Y NEGOCIABLE. 4.2. TOKENIZACIÓN DE ACTIVOS INMOBILIARIOS; 5. INFLUENCIA DE BLOCKCHAIN EN LOS PRINCIPIOS HIPOTECARIOS QUE INSPIRAN NUESTRO SISTEMA REGISTRAL. 5.1. IMPACTO EN EL ÁMBITO REGISTRAL; 6. BREVE REFLEXIÓN SOBRE BLOCKCHAIN Y SU VIABILIDAD EN EL ÁMBITO REGISTRAL.

I. INTRODUCCIÓN. BLOCKCHAIN Y EL NUEVO PARADIGMA QUE PLANTEA.

Blockchain, Criptomonedas, Smart Contracts, Bitcoins, y un largo etcétera, son el reflejo de cómo avanza la tecnología, de cómo ésta penetra en las raíces de nuestro sistema, y viene a cambiar, de plano, nuestro modo de comerciar. Esta nueva era trae consigo respuestas a todo un entramado de problemas de ámbito financiero y jurídico, con utilidades reales, como son las transacciones instantáneas, entre pares, contratos de auto-ejecución, registro de nodos distribuido, entre otros muchos usos que ofrece esta tecnología.

Como todo avance, tiene sus claroscuros, por ello, desde la máxima imparcialidad, expondré las bondades e inconvenientes de esta tecnología, pues sólo con una visión global, objetiva y detallada podremos crecer como juristas.

Discutiremos acerca de cómo la tecnología Blockchain elimina los intermediarios en las transacciones, las registra en una red de nodos “distribuida”, y se agrupa en bloques, enlazados entre sí, mediante Hashes.

Estamos en presencia de una tecnología que tiene un margen exponencial de crecimiento y aplicabilidad en nuestro modo de operar. No sólo aporta una red de acceso público en aras de facilitar transacciones con un medio de pago electrónico (como criptomonedas) para eliminar intermediarios, sino que además este registro se erige como sistema de almacenaje de información inmutable, transparente y eficaz, por lo que extiende sus virtudes a otros sectores, públicos o privados, donde viene a instalarse.

No obstante, como indico supra, hay también inconvenientes: Blockchain adolece de ciertas debilidades en cuanto a seguridad y, además, ha sido objeto de contundentes críticas debido a que facilita la financiación de armas terroristas y blanqueo de capitales

Como colofón, dedico especial atención a los efectos de Blockchain en el ámbito registral. En nuestra demarcación territorial no ha habido aun aplicaciones prácticas al respecto, a diferencia de otros lugares - como Honduras - pero sí ha generado debate, confrontación, análisis y rigor jurídico. En consecuencia, este apartado lo dedicaré a plasmar la postura de los Registradores de nuestro país

sobre este asunto, sus aportaciones y formas de concebir esta tecnología, si como un sustituto o más bien un complemento a su profesión.

1. LAS CRIPTOMONEDAS: ORIGEN, CONCEPTO Y TIPOS

a) Origen

El contexto histórico del origen de esta criptomoneda se sitúa en 2008, fecha en la que se

produjo la crisis financiera en EEUU. Dicha crisis financiera devaluó el dólar, y los desafíos económicos afectaron al mundo entero. El pánico inundó el sistema financiero hace justo una década. La quiebra de uno de los cinco principales bancos de Estados Unidos – Lehman Brothers - el [15 de septiembre de 2008 precipitó al mundo a la peor recesión](#) económica desde los años treinta. Ello redundó negativamente en las entidades financieras, y se produjo una crisis de liquidez, de crédito y, sobre todo, de confianza, que es, a mi juicio, la piedra angular para que funcione la economía de un país, la fiabilidad de las transacciones y la fluidez del tráfico mercantil.

En este momento los economistas propusieron diversas teorías para combatir y evitar otra “Gran Depresión”. Economistas reputados, como PARODI¹, entre otros, como PALOMINO², decidieron que se requería una solución que solo un banco centralizado podría ofrecer (en este caso, el Sistema de la Reserva Federal), por lo que, para mitigar el impacto del colapso de los mercados financieros, los gobiernos de todo el mundo decidieron implementar lo que se denomina “flexibilización cuantitativa”, en la cual imprimieron más dinero para inyectar más efectivo en sus economías, de forma que sus ciudadanos tuvieran los fondos necesarios para evitar una profunda crisis económica.

Ambos autores aseveran que implementar esta política económica tuvo importantes efectos sobre los flujos de capitales, los precios de activos (especialmente el de vivienda), el comportamiento del crédito y las tasas de interés de largo plazo en economías emergentes y la economía de EEUU; no obstante, todo ello condujo a tasas bajas de interés y al rescate por los propios contribuyentes, de tal manera que los mismos bancos fueron los que se beneficiaron del “colapso” y fue, en este escenario, donde Satoshi Nakamoto se inspiró y creó la primera criptomoneda: Bitcoin, publicando su artículo sobre la tecnología de Bitcoin detallando el sistema “peer to peer” que ejecuta las transacciones de Bitcoin, y meses después proporcionó el software para realizar estas transacciones.

¹ PARRA BARRIOS, A. (2017).: “Flexibilización cuantitativa: características e impacto en la economía de los Estados Unidos y Colombia”, *Revista Escuela de Administración de Negocios*, núm. 82, pp. 3-4.

² Resulta interesante conocer la postura sobre la política económica de “flexibilización cuantitativa”, Vid. PALOMINO SELEM, C. (2013).: “Efectos de la política monetaria de flexibilización cuantitativa en Estados Unidos de América sobre el empleo”. *Pensamiento crítico*, pp. 81.

b) Concepto y tipos de criptomonedas

A la luz de todo lo expuesto sobre Blockchain, y red p2p, nos centramos en el medio de intercambio de estas transacciones: las criptomonedas. Primero, antes de entrar en materia, me gustaría compartir una definición de criptomoneda acuñada por LEGERÉN- MOLINA³, que ayuda a comprender de que estamos hablando: “Criptomoneda deriva del hecho de que solo la persona que conozca la clave criptográfica que da acceso a ella es quien la puede usar o puede disponer de ella. No tiene un soporte papel ni consistencia material; únicamente informática pues se trata de «mera información digital».

Con este prolegómeno nos vamos haciendo una primera idea de lo que son las criptomonedas. En este apartado interesa profundizar un poco más, adentrarnos en un concepto actual y revisado. Con la información que vamos recopilando, propongo la siguiente definición. Las criptomonedas constituyen un nuevo tipo de divisa digital, p2p, no está bajo el control de ningún gobierno y su ámbito de aplicación es global, extendido gracias a Internet.

Una cuestión muy debatida es si se trata de un medio de pago, o de un medio de intercambio: el matiz es importante, ya que si se considera una cosa u otra podría exigirse o no una autorización previa para operar a aquellas entidades que tengan por actividad la emisión de monedas virtuales. El BCE se manifestó al respecto, y lo conceptualizó, mediante la Autoridad Bancaria Europea, como medio de intercambio⁴. No obstante, el Tribunal de Justicia de la Unión Europea, asimiló bitcoin a medio de pago, al considerar que su finalidad específica era esa⁵. Además, una cuestión que debemos tener en cuenta y que genera cierto debate es si las criptomonedas son análogas al dinero electrónico.

Un sector minoritario se inclina por esta respuesta; mientras que la opinión mayoritaria, como GIL-SORIANO⁶, o el Banco Central Europeo⁷, a la cual me adhiero, advierten no se deben confundir ambos términos.

Fundamento mi postura en que la relación entre dinero tradicional y electrónico tiene una base legal, y los fondos almacenados están expresados en la misma unidad monetaria (euro, dólar), mientras que esto no ocurre con las monedas virtuales, las cuales, aun, no se hallan al amparo de un marco regulatorio.

³ LEGERÉN-MOLINA, A. (2019). “Retos Jurídicos que plantea la tecnología de la cadena de bloques. Aspectos legales de Blockchain”, *Revista de Derecho Civil*. vol. VI, núm. 1, pp. 179

⁴ Para conocer definición exacta acuñada por la Autoridad Banca Europea sobre este medio de intercambio, Vid. NIETO GIMÉNEZ-MONTESINOS, M.A. y HERNÁEZ MOLERA, J. (2017).: “Monedas Virtuales y Locales: Las Paramonedas, ¿Nuevas Formas de Dinero?” *Revista de Estabilidad Financiera, Banco de España*, núm. 35, pp. 110.

⁵ Argumentos jurídicos del TJUE al respecto, Vid., NIETO GIMÉNEZ-MONTESINOS, M.A. y HERNÁEZ MOLERA, J. (2017).: “Monedas Virtuales y Locales...”, op.cit. pp.110.

⁶ Para más exhaustividad sobre idea, Vid. GIL SORIANO, A (2015): “Monedas Virtuales: Aproximación Jurídico-Tributaria y Control Tributario” *Actualidad Jurídica Uría Menéndez*. pp. 73.

⁷ Para conocer debate sobre dinero electrónico y virtual, Vid. NUÑO BARRAU, G (2018): “Implicaciones de política monetaria de la emisión de dinero digital por parte de los bancos centrales” *Boletín Económico 3/2018, Artículos Analíticos, Banco de España*, pp.1.

Respecto a las criptomonedas, se trata, por tanto, de un medio digital, a través del cual se realizan transacciones. Los bloques, encadenados entre ellos, almacenan todas las transacciones realizadas, que son públicamente visibles. La base es un software de código abierto y tecnología p2p, es decir, de intercambio entre iguales. Mediante técnicas de encriptación se garantiza que solo el propietario de los bitcoins pueda efectuar transacciones. Al ser Bitcoin de código abierto, como hemos reiterado en varios puntos de esta investigación, ello ha brindado la posibilidad de que muchos desarrolladores informáticos repliquen el protocolo de esta red para, con algunas modificaciones, desarrollar nuevas plataformas con aplicaciones y usos específicos.

Ejemplo de esto es el caso de los contratos inteligentes desarrollados en Ethereum, estas direcciones de blockchain programadas para actuar de forma automática e inteligente cuando se les transmite un comando están siendo utilizadas por sectores empresariales como el energético, transporte, financiero,

...

Desde entonces, ha surgido varias blockchains con sus propios criptoactivos y diferentes propósitos, como, por ejemplo, ser medios de pago (Bitcoins), ejecutar contratos inteligentes (Ethereum), alternativa al Bitcoin (Litecoin), para crear direcciones de páginas web (Namecoin), para transacciones entre consumidores, similar a PayPal (Dash). Existen, en total, más de 1.500 monedas virtuales en circulación, cada una con su

propia fisonomía, y en total su capitalización de mercado ascendía, en septiembre de 2018, a algo menos de 200.000 millones de dólares⁸

1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES P2P Y MODELOS DE NEGOCIO

Características de las redes p2p: pondremos de relieve las que definen las ejecuciones p2p, según CASTELLÁ MARTÍNEZ⁹, son:

Escalabilidad: con un uso cada vez más extendido de Internet, las redes p2p tienen un alcance mundial, con innumerables de usuarios conectados a la red. Dado que es una red en que los usuarios son servidores y clientes simultáneamente, la suma de usuarios comportará un mejor funcionamiento de la plataforma; no ocurre así en una arquitectura del modo servidor-cliente con un sistema fijo de servidores, en los cuales la adición de clientes podría devenir en una transferencia de datos más lenta para los usuarios. Esta libertad de acceso y lectura no olvidemos que lo proporciona el código abierto de este tipo de redes, como indico también supra.

Inmutabilidad: es decir, dado que se trata de una red p2p, distribuida, con copia del libro contable de transacciones a disposición de cada nodo, hace que cuando se pretenda modificar la información que consta en cada libro deba ser aprobada por el resto de nodos, por consenso, de lo contrario, no se agrega dicha información al bloque.

⁸ NIETO GIMÉNEZ-MONTESINOS, Ma.A y HERNÁEZ MOLERA, J (2017): “Monedas Virtuales y Locales: Las Paramonedas, ¿Nuevas formas de dinero? *Revista de Estabilidad Financiera*, núm. 35, Banco de España, pp. 109.

⁹ Vid., CASTELLÁ MARTÍNEZ, D (2011). *Competencia distribuida en Entornos Peer-to-Peer con calidad de servicio*. pp. 5.

Descentralización: es la cualidad por excelencia de este tipo de redes, y es que son descentralizadas, todos los nodos son iguales. No existen nodos con funciones especial, ergo, ninguno es imprescindible, debido a que están al mismo nivel, sin haber un nodo central, ni supervisor.

Distribución de costes entre los usuarios: se comparten recursos entre los usuarios. Según la aplicación de la red, pueden ser archivos, almacenamiento de disco, etc.

Anonimato: estas redes propugnan el anonimato del autor de un contenido, del editor, del lector, del servidor que lo alberga y del que formula la petición para encontrarlo. De aquí cabe mencionar una peculiaridad, y es que no podemos olvidar que esta red p2p también se puede utilizar para catalogar obras, lo que hace que en ocasiones sea incompatible los derecho de autor con el anonimato, por ello se propone mecanismos como el DRM¹⁰ para limitar ambos.

Seguridad: los objetivos de un p2p seguro serían identificar y evitar los nodos maliciosos, evitar el contenido infectado, evitar el espionaje de las comunicaciones entre nodos... Los mecanismos más prometedores son el cifrado multiclave (que desarrollaremos más adelante) y otros que mencionamos como reputación (permite acceso solo a conocidos), comunicaciones seguras, etc. De estos, nos centraremos en el que más éxito está teniendo a día de hoy como mecanismo de seguridad: el cifrado multiclave.

a) Modelos de negocio: a continuación, enumeraremos una lista de ejemplos cotidianos donde se aprecia que este tipo de red p2p no es algo tan aislado y que, sin ser casi conscientes, estamos operando día a día con ellas con total normalidad.

Algunos ejemplos son:

Para intercambio social p2p: las plataformas crowdfunding, que permiten a personas con ideas concretas, con proyectos, lanzarlos al público, y que una plataforma de inversores apueste por la misma, permitiendo a dicho emprendedor obtener financiación y materializar sus ideas. En 2015 este modelo de captación de dinero movió 34 millones de dólares en el mundo

Para finanzas p2p: plataformas descentralizadas diseñadas para que entre usuarios se presten o se paguen dinero. La plataforma se queda con un pequeño porcentaje del valor transado. Ejemplo: Paypal

Compras p2p: El e-commerce es el mejor ejemplo p2p, la relación que establecen los vendedores con los clientes es directa, al menos, esto sucede en plataformas como: Amazon, eBay.

Intercambio de archivos p2p: plataformas p2p para el intercambio de archivos, como Dropbox.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS CRIPTOMONEDAS Y MÉTODOS DE FINANCIACIÓN

a) Características de las criptomonedas:

Respecto a las características de las criptomonedas, hay cierta unanimidad entre los autores, por ello, tomo partida de la clasificación que aporta

¹⁰ DRM: Siglas en inglés de *Digital Rights Management*, también llamado programas anticopia, es un término que se refiere a las tecnologías de control de acceso usadas por editoriales y titulares de derechos de autor para limitar el uso de medios o dispositivos digitales a personas o equipo no autorizadas.

CASANUEVA CAÑETE y LÓPEZ DE LA CRUZ¹¹, en el VI Encuentro de Derecho Financiero y Tributario sobre “Tendencias y retos del Derecho Financiero y Tributario”, organizado por el Instituto de Estudios Fiscales, celebrado en 2018, y son:

Irreversibilidad: cualquier transacción que incluya criptomonedas es irreversible. Luego de que se haya confirmado la validez de las transacciones no se podrá realizar ningún cambio.

Confidencialidad: el uso de las criptomonedas para fines lícitos se realiza bajo el anonimato, es decir, la cuenta de los usuarios y las transacciones jamás serán vinculadas con su identidad en el mundo real. En el caso de los Bitcoins, se utiliza una cadena que contiene treinta dígitos aproximadamente y que cumple con ser la dirección a donde serán enviados o recibidas las criptomonedas, mejor conocida como billetera o “wallet”.

Rapidez y Alcance Global: solo serán necesarios unos minutos para que la transacción de criptomonedas realizada se confirme y se haga efectiva

Seguridad: la criptografía con la que operan las criptomonedas asegura los fondos que corresponden a cada uno de los usuarios. A su vez, son estos los únicos que pueden acceder haciendo uso de su clave privada. Este sistema de criptografía se considera inquebrantable (en el siguiente apartado detallaré esta cuestión en profundidad).

Suministro controlado: además, el suministro de las criptomonedas es controlado, a diferencia de las monedas convencionales. En el caso de Bitcoin, no se emitirá más de 21 millones, es un suministro controlado, e igual ocurren con otras monedas, como Ripple (permite transferir de una cuenta a otra sin recurrir a terceros, también está basado en blockchain), no habrá más de cien mil millones de esta moneda.

a) Métodos de financiación

ICO, (Initial Coin Offering), es decir, oferta inicial de moneda, es análogo a la oferta pública de venta, término que se utiliza cuando una empresa sale a bolsa y quiere ofrecer las acciones a los posibles inversores a cambio de dinero. Y es que ICO es un nuevo modo de captación de fondos de inversores para financiar futuros negocios¹², una variante de cofinanciación participativa o crowdfunding¹³.

En el caso de una ICO¹⁴ lo que se pretende financiar es el nacimiento de una nueva criptomoneda, al estilo de Bitcoin o Ethereum. Las ICO operan sobre tokens virtuales escasos, protegidos por criptografía, que tienen un valor debido a su escasez y a su demanda. Tokens, que más adelante desarrollaré en detalle,

¹¹ Para profundizar más en las características de las criptomonedas, Vid. Contribución realizada por CASANUEVA CAÑETE, D. Y LÓPEZ DE LA CRUZ, N.: “Características Destacables” *Documentos- Institutos de Estudios Fiscales*, no10, 2018, pp. 80-81.

¹² Para entrar en esta idea con mayor rigor, Vid., PORXAS, N. y CONEJERO, M. (2018): “Tecnología Blockchain: Funcionamiento, Aplicaciones y Retos jurídicos relacionados”, *Actualidad Jurídica Uriá Menéndez* ISSN: 1578-956X/pp. 30.

¹³ Para mayor abundamiento en esta idea, Vid. IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J.W. (2018): *Blockchain: primeras cuestiones en el ordenamiento Español*. Alastria. Editorial: Dykinson S.L. 1ª Edición.

¹⁴ Para profundizar más en este método de financiación – ICO -, Vid., DEL CASTILLO IONOV, R. (2018): *Los Initial Coin Offerings (ICOS) y la Tokenización de la Economía*, Editorial Aranzadi, Colección Estudios, ISBN: 9788491778379

conviene anticipar que representa la una cuota alícuota de cualquier activo, y opera en una red Blockchain (v.gr. BTCB, es un token vinculado a Bitcoin (y puede representar cualquier activo: un proyecto, derechos de autor, participaciones)

¿Qué interés ofrecen las ICO? ¿Cuál es su repercusión? ICO es un método de financiación, es decir, cuando alguien decide crear una nueva criptomoneda, primero hace un diseño de la misma y luego la implementa a través de un software. Por último, pone ese software a disposición de la comunidad para que aparezcan los mineros que soporten la actividad de la misma. Todo el proceso tiene un coste y la forma de financiar el proyecto es una ICO, y así se ofrece a unos inversores iniciales las nuevas monedas a cambio de dinero. De ahí su parecido con una IPO, aunque también podría decirse que es muy parecido a un crowdfunding, ya que es una comunidad de usuarios quienes financian unos proyectos sin que haya intermediarios.

De lo anterior podemos concluir que el objetivo del creador del token cuando realiza una ICO es recaudar dinero. Es decir, es el proceso por el cual se distribuye una criptomoneda (normalmente cobrando) en una fase temprana de desarrollo de algún proyecto, en el cual se usará, con el objetivo de financiar dicho desarrollo. Un ejemplo exitoso es Ethereum, que antes de lanzarse logró recaudar 18 millones de dólares.

3. ANTECEDENTES Y TIPOS DE BLOCKCHAIN

a) Antecedentes

Estamos en presencia de un acontecimiento que puede cambiar nuestro paradigma: es el paso del internet de la información al internet del valor.

Este fenómeno no surge de manera aislada y repentina, su origen se remonta unos años atrás, desde 1991 hasta hoy. El origen de Blockchain data de 1991, cuando los científicos de investigación Stuart Haber y W. Scott Stornetta idearon una solución, de orden informática, que fuese funcional, al objeto de que los documentos digitales, con sello de tiempo, no fueran objeto de artificio informático alguno.

Dicho sistema usó una cadena de bloques¹⁵ con seguridad criptográfica, para almacenar los documentos con sello de tiempo y en 1992 se incorporaron al diseño “los árboles de Merkle”, lo que lo hizo más valioso, al permitir que varios documentos se reunieran en un solo bloque. Con todo, esta tecnología no tuvo viabilidad práctica y la patente caducó en 2004.

En 2004, el informático, especialista en el área criptográfico, gran activista de la privacidad de datos, Hal Finney, introdujo un sistema llamado Reusable Proof Of Work (Prueba de Trabajo reutilizable), para crear una especie de criptomoneda, sistema que resolvió el problema del doble gasto¹⁶. Posterior a

¹⁵ Sobre cadena de bloques, Vid. LEGERÉN-MOLINA, A. (2019). “Retos Jurídicos que plantea la tecnología de la cadena de bloques. Aspectos legales de Blockchain”, Revista de Derecho Civil, ISSN 2341-2216, vol.VI, núm.1, pp.178-183.

¹⁶ El problema del doble gasto genera cierto desasosiego. Sobre esta cuestión, Vid. reflexión inspirada por CONESA, C: Bitcoin: ¿Una solución para los sistemas de pago o una solución en busca de problema? Banco de España. Documentos Ocasionales, nº 1901, 2019, pp. 31.

esto, en 2008, Satoshi Nakamoto, pseudónimo que esconde una identidad hasta hoy desconocida, con Blockchain, acopló dos tecnologías, que claramente perfeccionó: la Red Blockchain y la Prueba de Trabajo. ¿En qué consiste todo esto? Poco a poco se irán resolviendo nuestras preguntas.

Blockchain¹⁷ significa, literalmente, “cadena de bloques”, y se trata de una base de datos, distribuida, formada por cadenas de bloques diseñadas para evitar su modificación usando un sistema de encriptación y enlazando, mediante hash¹⁸, la información con los demás bloques. Viene a descentralizar la confianza depositada en instituciones financieras, algo, a mi parecer, necesario, máxime en los tiempos que corren, en que hemos sido testigo de fraudes millonarios protagonizados por entes bancarios de talla mundial en el mercado bursátil, como el caso Bankia¹⁹. Ofrece un sistema que en principio resulta utópico, pero que ya es puntero en las grandes potencias tecnológicas, como EE. UU y Suecia. Su interés es notorio. En nuestra circunscripción territorial ya ha habido pronunciamientos judiciales al respecto²⁰.

Blockchain, como primer rasgo, se alza como un registro para las transacciones o transferencias de valor que se pueden realizar con Bitcoins dentro de un marco estable, seguro, inmutable, donde no puede tener lugar la falsificación de documentos. Blockchain hace las funciones de un libro de contabilidad.

Segundo distintivo es que funciona como una base de datos descentralizada, que es administrada por computadores pertenecientes a una red peer-to-peer (P2P), de punto a punto. Es decir, cada nodo – cada uno de los ordenadores conectados a la red - mantiene una copia del libro de registros (de esta especie de libro contable) para evitar un único punto de fallo (SPOF)²¹ y todas las copias se actualizan y validan simultáneamente.

Otro distintivo remarcable de Blockchain estriba en su gestión, ésta es realizada por los usuarios de dicha base de datos; soluciona el problema de tener que depender de una gestión de registros hecha por intermediarios, como pueden ser miembros de una entidad bancaria, o de un gobierno. La información sólo puede ser añadida a una cadena de bloques si existe un acuerdo, un consenso entre la mayoría de las partes, y transcurrido cierto tiempo, la información agregada a un bloque ya no podrá ser modificada: se garantiza la inmutabilidad de la información. Bajo mi punto de vista, este mecanismo, para su aceptación y funcionamiento va a requerir, cuando menos, de un riguroso respaldo legislativo, debido a dos razones fundamentales; de un lado, que prevea la regulación de una presunción de autenticidad *iuris tantum* de la identidad del nodo, así como de su diligencia en los procesos de consenso;

¹⁷ Para conocer otro modo de conceptualizar Blockchain, Vid., PREUKSCHAT, A. (2017). *Blockchain: La Revolución Industrial de Internet*, Editorial Gestión 2000, 1ª edición, pp 23.

¹⁸ Para mayor abundamiento sobre Hash, Vid., BRANCÓS, E “Blockchain, función notarial y registro”, *Revista El Notario del Siglo XXII*.

¹⁹ Para ahondar en dicha sentencia, Vid. STS, Sala de lo Civil, 382/2019, de 2 de julio de 2019. *Interpretación del TS sobre la responsabilidad de Bankia por falseamiento de sus cuentas y engaño a inversores que operan en el mercado bursátil*.

²⁰ STS, Sala de lo Penal, 326/2019, de 20 de junio. *Interpretación del Tribunal Supremo sobre los “bitcoins” y su equiparación al dinero a efectos de responsabilidad civil*.

²¹ SPOF: Siglas, en lengua inglesa, de *Single Point of Failure*, es un componente de un sistema que tras un fallo en su funcionamiento ocasiona un fallo global en el sistema completo, dejándolo inoperante.

y, de otro lado, para operar con esta estructura es imperioso la ausencia de canales imperfectos, caídas de participantes, violación de sincronizaciones o incluso la conspiración de uno de ellos para que el consenso no se produzca – lo que también se conoce como comportamiento malicioso-.

Blockchain despunta del panorama convencional por el uso de la criptografía²², técnicas antigua utilizada para proteger información. Consiste en un mensaje cifrado, que en sí está a la vista, pero su significado está oculto. La criptografía es garantía de que una persona puede ocultar un texto o una información, para que sólo el emisor y el receptor puedan interpretarlo. Blockchain se sirve de la técnica criptográfica para salvaguardar la confidencialidad de las transacciones; es decir, para garantizar que nadie externo pueda acceder a los datos, se utiliza la criptografía de clave pública (criptografía asimétrica) que a su vez genera un hash y la criptografía de clave privada, que cifra y descifra la información entre el emisor y receptor. En principio, retenemos esta idea, este apunte sobre la criptografía; para más adelante desarrollarla con más detalle. Esta clasificación de las características no es unánime, autores como PORXAS y CONEJERO²³ hablan de las siguientes (clasificación de la cual no tomo parte, pero conviene conocer, debido a que la anterior es más rigurosa y ofrece un enfoque más explicativo de los caracteres de Blockchain). La sistematización de las características que proponen son: transparencia; debido a que todos los usuarios conectados a Blockchain tienen acceso al libro registro, y además operan en protocolos informáticos de código abierto²⁴; en segundo lugar, hablan de la irrevocabilidad de la información, por cuanto alteración del libro contable requiere del consenso del 51% de los nodos; y, en tercer lugar, inmutabilidad, ya que si un nodo decide variar una transacción, afectaría a la cadena de bloques, y se plasmaría en el libro registro de ese nodo, y deberá someterse a consenso.

b) Tipos de Blockchain

A modo de premisa, conviene puntualizar que el término Blockchain es de gran alcance, previsto para englobar distintas variantes, como; blockchain públicas: accesible por cualquier persona para consultar las transacciones realizadas, abierto al público, con un protocolo de consenso para registrar transacciones en las bases de datos, y garantizar la seguridad contra ataques del 51% - carece, pues, de una entidad reguladora de jerarquía superior- (las principales blockchain de este tipo son, v.gr., Bitcoin, Ethereum, Dash, entre otros); y blockchain privadas: aquellas diseñadas por empresas, y, por tanto, sí dependen de una unidad central, la cual controla todas las acciones que se realizan en esta plataforma, y, como es evidente, también es la que va a especificar el fin que satisface ese tipo concreto de blockchain (su acceso y nivel de anonimato lo define la política de la empresa y, como se puede deducir, a diferencia de las blockchain públicas, se desarrollan software privativas,

²² Para una explicación más exhaustiva sobre criptografía, Vid., MOLINA MATEOS, J.M. (1998). *Aspectos Jurídicos de la protección criptológica de la información y las comunicaciones*. pp. 203.

²³ PORXAS, N. y CONEJERO, M. (2018). “Tecnología Blockchain: Funcionamiento, Aplicación y Retos Jurídicos relacionados”, *Actualidad Jurídica Uría Menéndez*, ISSN 1578-956X, pp. 27-28.

²⁴ Código abierto: cualidad de un software cuyo acceso, edición y lectura es libre, abierto al público, sin copyright.

ejemplo de blockchain privadas son: Hyperledger (proyecto iniciado por la Fundación Linuex y varias empresas del sector tecnológico).

De la clasificación indicada supra, desarrollamos a parte las blockchain híbridas, por el impacto que ha generado en nuestra demarcación territorial. Las de tipo híbrido utilizan lo mejor de ambos mundos; mientras que el acceso a los recursos de la red es controlado por la entidad que lo regula y la participación en la red es similar al tipo privado, lo que es el acceso al libro de transacciones de información generado por blockchain es público. La descentralización es parcial, y no hay minería, el consenso de la red se da por otros medios

– cual es, la blockchain federada- que aseguran que los datos son correctos. Y está protegido frente al ataque del 51%, pues es inmune, ya que los hackers no pueden acceder a la red para llevar a cabo el ataque, si previamente no se lo autoriza blockchain híbrida.

Entre las blockchain híbridas existentes, ponemos de relieve el proyecto lanzado en nuestro país: Alastria²⁵, consorcio multilateral sin ánimo de lucro, promovido por empresas e instituciones, para el establecimiento de una red semipública permitida blockchain, que garantice la identidad de los participantes y el registro inalterable de las operaciones que se realizan sobre ella. Con ello permite a los participantes ofrecer y recibir servicios con eficacia legal en el ámbito español y acorde con la legislación europea. Cerca de 500 miembros figuran en el listado de asociados Alastria: instituciones y empresas de sectores como la banca, la energía, miembros como el Banco Santander, Bankia y Banco Sabadell, Repsol, Endesa, BBVA, , Garrigues y Observatorio Blockchain (lo que ha hecho ganar a Alastria peso en Europa).

Alastria remarca que es "una plataforma abierta", por ello es de código abierto y habilita eventos como hackathons²⁶ y otros más que acercarán la plataforma a la comunidad. Destaca la figura de GUARDIA GÜEL²⁷ – Directora General de Alastria Blockchain Ecosystem – quien lanzó un mensaje sobre la importancia de cooperar y trabajar en equipo para acometer este proyecto y que Europa tenga voz en el panorama mundial.

No obstante, este trabajo se centra en las Blockchain de tipo públicas por el interés que suscita la descentralización y ahorro de intermediarios que propone.

²⁵ Para conocer lista actualizada de miembros asociados a Alastria, Vid. Página web disponible en la siguiente URL: <https://alastria.io/lista-de-socios/>.

²⁶ Hackatons: es un término usado en las comunidades hacker para referirse a un encuentro de programadores cuyo objetivo es el desarrollo colaborativo de software. Estos eventos pueden durar dos días y una semana.

²⁷ GUARDIA GÜEL, M, Directora General de Alastria Blockchain Ecosystem lanza un mensaje de cooperación con la UE en materia de cadena de bloques, según declaración en página oficial Alastria disponible en el siguiente URL: <https://alastria.io/bienvenido-tercerano-de-alastria/>.

3.1. ELEMENTOS DE BLOCKCHAIN Y CARÁCTER DESCENTRALIZADOR

a) Elementos de Blockchain

Para comprender la magnitud de la tecnología blockchain, interesa conocer los elementos²⁸ básicos de que se compone. Son los siguientes:

Un nodo: puede ser, desde un ordenador personal, hasta una megacomputadora, según la complejidad de la red. Cada nodo ha de poseer el mismo software/protocolo para comunicarse entre sí. Recordando lo indicado supra, en una blockchain pública estos nodos no tienen por qué identificarse, mientras que en una blockchain privada los nodos se conocen entre sí.

Un protocolo estándar: en forma de software informático para que los nodos puedan comunicarse entre sí. En este sentido, existen protocolos muy conocidos, como SMTP²⁹, para el intercambio de correos electrónicos. El protocolo estándar de Blockchain funciona de manera similar: otorga un estándar común y define así la comunicación entre los ordenadores participantes en la red.

Una red entre pares o P2P (peer-to-peer): es una red de ordenadores entre iguales, en estas redes no existen ni ordenadores cliente ni ordenadores que hagan de servidor fijos, sino una serie de nodos que se comportan como iguales entre sí, y permiten el intercambio directo de información, en cualquier momento, entre los ordenadores (nodos) interconectados. Ejemplo de programa P2P para la compartición de archivos es Ares Galaxy, creado a mediados de 2002.

Un sistema descentralizado: un sistema, en definitiva, creado para prescindir de una entidad centralizada que pudiera almacenar la información registrada, y con ella manipularla o censurarla. Es por ello que la confianza depositada en un ente central se descentraliza, y ahora recae en el consenso de la mayoría de los nodos, siendo esto la principal característica del protocolo. Tal y como afirma LEGERÉN-MOLINA³⁰: *“la base de datos no está, por tanto, centralizada bajo una sola autoridad o servidor ni se guarda una porción de ella en cada sitio, sino que hay una copia de toda ella en todos y cada uno de los ordenadores que son parte de la cadena”*.

a) Carácter descentralizador

Una cuestión que prima es la relativa a si Blockchain es una tecnología distribuida o descentralizada de nodos³¹. Cuestión más bien teórica que interesa delimitar.

²⁸ PREUKSCHAT, A. (2017). Blockchain: La Revolución Industrial de Internet, Editorial Gestión 2000, 1ª edición, pp. 24.

²⁹ SMTP: Siglas, en lengua inglesa, de *Simple Mail Transfer Protocol*, es decir, un protocolo, en forma de software informático, que define una serie de normas para el envío de correos electrónicos.

³⁰ LEGERÉN-MOLINA, A. (2019). “Retos Jurídicos que plantea la tecnología de la cadena de bloques. Aspectos legales de Blockchain”, *Revista de Derecho Civil*. vol. VI, núm. 1, pp. 181.

³¹ Para conocer análisis interesante sobre la diferencia entre “descentralizado y distribuido”, Vid., NAVARRO CARDOSO, F. (2019). “Criptomonedas (en especial, bitcoin y blanqueo de dinero)” *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología*, núm. 21-14, pp. 3.



Antes de resolver la cuestión, descartamos el primer tipo que figura en el diagrama “le tecnología de nodos centralizada”, debido a que se refiere a aquella que mantiene todos los datos en una única computadora, en una ubicación y que es la única que contiene la base de datos, y es, por tanto, un único punto de falla, de tal manera que este nodo (ordenador- servidor) surte y da respuesta a las peticiones de los ordenadores-cliente, y si este servidor falla, se colapsa, se pierden todas las conexiones.

Aclarado esto, es más sencillo comprender que una base de datos descentralizada consiste en una serie de computadoras y servidores que se encuentran en distintos lugares, los datos no se almacenan en un solo lugar, sino que están almacenados en una serie de servidores distintos que proveen de información a los clientes. Como vemos en el diagrama, en el segundo caso, funcionan como un grupo de bases de datos independientes que no están totalmente interconectadas mediante una red de comunicaciones; de tal manera, que, si falla o se colapsa un servidor, puede afectar a algunos nodos interconectados, no a todos³².

En el tercer caso, es una base de datos distribuida, funciona como una única base de datos que está instalada en una serie de computadoras (nodos) ubicadas en diferentes lugares geográficos y que no están conectadas a una única unidad de procesamiento, pero si están totalmente conectadas entre sí a través de una red de comunicaciones.

En este sistema todos los nodos contienen información y todos los clientes del sistema están en condición de igualdad; y lo que es más importante, dado que todos disponen de una copia de esa base de datos en cada nodo, si falla uno, no colapsa el resto. Un ejemplo podría ser Spanner³³, una base de datos creada por Google, así como también Blockchain.

Los intentos de creación de monedas digitales anteriores fracasaron en gran medida por basarse en modelos centralizados, con un único punto de fallo (SPOF).

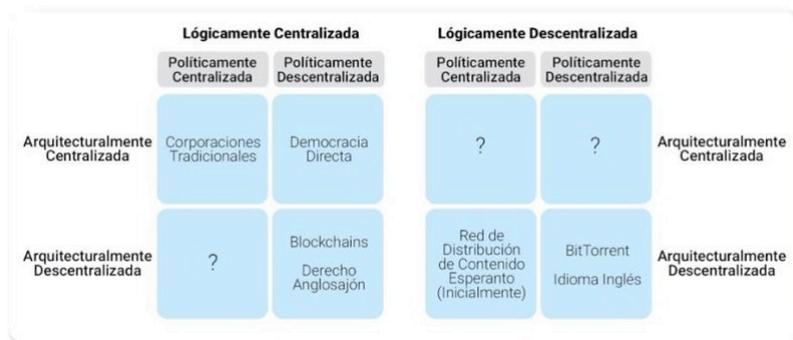
Para que una red pueda ser considerada descentralizada, según BUTERIN³⁴ (fundador de blockchain ethereum), describió que un sistema descentralizado debe serlo a nivel: arquitectónico, lógico y político.

³² Ejemplo de este tipo de base de datos es Informix, el servicio de almacenamiento en la nube de IBM que almacena datos en una variedad de servidores para tener respaldada su información ante cualquier incidente.

³³ Spanner (de Google): es un servicio de bases de datos relacional, escalable y completamente administrado para datos de aplicaciones globales y regionales. Creado específicamente para la nube.

³⁴ Según BUTERIN, V (cofundador de Blockchain Ethereum): *“las blockchains están políticamente descentralizadas (nadie las controla) y arquitectónicamente descentralizadas (no hay un punto de fallo central infraestructural) pero están lógicamente centralizadas*

La descentralización arquitectónica se da en una red P2P. La descentralización lógica se da si cortamos el sistema en dos, ¿las dos mitades seguirían funcionando como unidades independientes? y la descentralización política lleva a preguntarnos cuántos individuos u ordenadores controlan los ordenadores de los que se compone el sistema.



Por tanto, concluimos que Blockchain es una base de datos distribuida en la que la información está almacenada por todos los nodos que soportan esta red, y la descentralización, realmente, recae sobre la faceta política – nadie las controla -y arquitectónica – no hay un punto de falla central, es p2p-; pero es una base de datos distribuida, más segura frente a posibles colapsos, al contar cada nodo con una base de datos independiente del resto, y por tanto, inmunes ante el colapso o la caída de las otras bases de datos.

3.3. REGLAS DE SEGURIDAD DE BLOCKCHAIN.

Una duda que nos asalta a todos es: ¿es Blockchain tan segura como dice ser? ¿Cómo puedo proteger mis datos? ¿Son transacciones seguras y fiables? ¿Es débil el sistema de seguridad que plantea?

Para hablar sobre la seguridad en Blockchain, son de obligada mención dos aspectos ligados a esta cuestión y que ya hemos citado, que son: la inmutabilidad y el consenso.

Lejos de pretender sonar redundante, recordemos que por consenso entendemos la posibilidad atribuida a los nodos que conforman una red blockchain distribuida de convenir el estado de la red, la validez de las transacciones. El mecanismo a través del cual Blockchain alcanza consenso es a través de un algoritmo de consenso, garantizando que las transacciones tienen lugar de una forma fiable, lo que implica que las monedas sólo pueden ser gastadas una vez (evita el doble gasto). La inmutabilidad es otro pilar fundamental de la solidez y seguridad de blockchain, debido a que esta plataforma pretende prevenir la alteración de las transacciones que hayan sido confirmadas (tal y como viene desarrollado en el apartado “características de blockchain” de esta investigación).

Por consiguiente, este binomio – consenso e inmutabilidad-, proporcionan la seguridad de los datos en las redes de blockchain, además de un tercer elemento, relativo a criptografía, esto es, mensaje cifrado, a la vista, pero

(hay un estado comúnmente acordado y el sistema se comporta como una sola computadora)”.

ininteligible. La criptografía se pone de manifiesto en el “hashing”³⁵, proceso conforme al cual un algoritmo denominado “función hash” recibe unos datos de entrada de cualquier tamaño (input), y devuelve un resultado específico (output) que contiene un valor de longitud prefijada.

Por tanto, ya conocemos los argumentos sólidos que aporta Blockchain para justificar su seguridad. No obstante, y he aquí la cuestión polémica, existe una amenaza a la seguridad bastante común, y es el ataque del 51% - en términos coloquiales- si más del 51% de los nodos, por consenso, se asocian y deciden mentir para beneficiarse de esa mentira, ¿qué ocurre? Esta amenaza no es algo aislado, ha habido casos muy sonados: el 21 de mayo el proyecto Bitcoin Gold sufrió un ataque del 51%, ZenCash sufrió un ataque del 51%, Verge también, el 24 de mayo de 2018. Los agresores en estos casos tomaron el control del registro de la cadena de bloques, obtienen cantidades ingentes de dinero a través de transacciones que generan doble gasto a los mineros. Esto, por tanto, contradice toda afirmación acerca de la seguridad que brinda Blockchain.

Además, cuestión polémica es la facilidad con la que las criptomonedas pueden ser empleadas para la actividad delictiva, en el ámbito del blanqueo del dinero³⁶ y de la defraudación tributaria³⁷, por el impulso a cierto anonimato, la rapidez de las transacciones, la no presencialidad y la transnacionalidad.

Este ejemplo anticipa que la seguridad de Blockchain³⁸ es aún una cuestión a pulir. No sólo el ataque del 51% pone en entredicho la seguridad de Blockchain sino también la reciente noticia de la compañía IBM, según la cual han sido creados potentes ordenadores cuánticos que tendrían una potencia de procesamiento tal que podrían utilizarse para descifrar los potentes algoritmos actuales. Por tanto, si Blockchain se erige como red de nodos descentralizada, precursora de eliminar la confianza depositada en las instituciones gubernamentales, primero, a mi parecer, resulta apremiante reforzar su seguridad y pulir estos aspectos, pues estas amenazas informáticas, como el ataque del 51% o los ordenadores cuánticos de la compañía IBM, hacen de esta plataforma un sistema, cuando menos, poco fiable. En esta línea crítica se manifiesta GÜN SIRER³⁹, en su estudio: “Majority is not Enough: Bitcoin Mining is Vulnerable” en el cual advierte que la honestidad de una mayoría de mineros que requiere el protocolo Bitcoin para validar transacciones genera el riesgo de que este sistema, en principio, descentralizado, devenga controlado por la colusión de mineros que logren hacerse con la mayoría de la potencia

³⁵ Vid., sobre la función *hash*, CONESA, C. (2019): “Bitcoin: ¿una solución para los sistemas de pago o una solución en busca de problema?”, *Banco de España. Documentos Ocasionales*, nº 1901, 2019, pp. 9 y ss.

³⁶ Sobre blanqueo de capitales, Vid. ABEL SOUTO, M. (2012): “Blanqueo, innovaciones tecnológicas, amnistía fiscal de 2012 y reforma penal” *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología*, núm. 14- 14, pp. 1-45.

³⁷ CASANUEVA CAÑETE, D. Y LÓPEZ DE LA CRUZ, N.: “El concepto de criptomoneda y breves consideraciones en torno a su tributación”. Vid. Esta Comunicación hecha en el VI Encuentro de Derecho Financiero y Tributario, inserta en la pp. 80 ss de Documentos de Trabajo del Instituto de Estudios Fiscales.

³⁸ Sobre el modo en que se protege el sistema bitcoin de los intentos de fraude, Vid., CONESA, C. (2019): “Bitcoin: ¿una solución para los sistemas de pago o una solución en busca de problema?” op.cit. pp. 18 ss.

minera en aras corromper la red Blockchain y proceder de manera maliciosa, falsificando información y alterando la validez de las transacciones.

4. CONCEPTO TOKEN

Los tokens tienen su origen en el mundo físico, no virtual. Los tokens son lo que todos conocemos como fichas, o vales, que se utilizaban como sustituto de una moneda real. Para comprender cuál es la aportación de los Tokens en Blockchain, citamos un ejemplo cercano, de los tanto que hay, que nos sonará, cual es el caso de las fichas de un casino. Éstas sustituyen al dinero real, pero sólo son válidas dentro del espacio para el que están concebidas, el propio casino, y sólo tienen validez mientras que la empresa esté funcionando. Así pues, históricamente, los tokens han sido fichas que hacen de monedas con valor en un determinado entorno.

Por tanto, con esta información podemos sacar ya una idea en claro, y es que el token⁴⁰ tiene aquel valor que su creador le decide dar.

Pues bien, de forma similar operan los tokens en blockchain. Un token es la representación de un activo o utilidad, que sirven para negociar cualquier cosa objeto de transacción, desde mercancías hasta otra criptomoneda.

Las empresas crean tokens fácilmente porque, a diferencia de una criptomoneda en sentido estricto - como puede ser una Bitcoin o Ether- no es necesario cambiar los códigos de un protocolo en específico o crear una red de blockchain desde el principio. Los tokens se crean sobre el protocolo de una criptomoneda existente en una determinada blockchain.

Hay varias teorías que definen qué es un token. En palabras de MOUGAYAR⁴¹, token es “una unidad de valor que una organización crea para gobernar su modelo de negocio y dar más poder a sus usuarios para interactuar con sus productos, al tiempo que facilita la distribución y reparto de beneficios entre todos sus accionistas”. Esta definición es clara, pero, a efectos de evitar confusión de concepto entre criptomoneda y token, dicha precisión debemos complementarla con el matiz propuesto por PARRONDO⁴² que entiende los criptoactivos se escinden, a su vez, en criptomonedas - que incluye el bitcoin, cuya función es la de medio de pago -, y tokens o criptovalores - que incorporan funciones adicionales -. Y es que, pueden, los tokens, representar, de manera digitalizada, cualquier otro activo.

³⁹ GÜN SIRER, E., EYAL, I. (2013).: *Majority is not enough: Bitcoin Mining is Vulnerable*, Department of Computer Science, Cornell University.

⁴⁰ Sobre Tokens, merece especial atención obra desarrollada por MUÑOZ PÉREZ, A.F. (2019).: *Revolución Digital, Derecho Mercantil y Token Economía*, Capítulo 14: “Las criptomonedas como activo financiero” Editorial Tecnos, 1ª Edición.

⁴¹ Despunta en materia Tokens la obra realizada por MOUGAYAR, W. Prologado por BUTERIN, V (cofundador de Blockchain Ethereum). (2016): *The business Blockchain*, ISBN: 9781119300311, Editorial: John Wiley&Sons Limited.

⁴² PARRONDO, L. (2018).: “Tecnología Blockchain, una nueva era para la empresa”, *Revista de Contabilidad y Dirección*, Vol. 27, pp. 19.

4.1. TOKEN COMO ACTIVO FUNGIBLE Y NEGOCIABLE.

Los tokens, aportan, pues, un valor añadido. Constituyen, según PASCUAL MALDONADO⁴³, un medio de representación de un valor financiero o un activo digital, y, para comprender su funcionamiento, volvemos al ejemplo de las fichas del casino, es decir, los tokens simbolizan dinero fiduciario, solo pueden ser usados en el entorno, los términos y las condiciones definidos por aquel que las emite.

Mientras que las criptomonedas son la forma de dinero digital más reciente y tienen como finalidad ser una unidad de valor o método de pago, los tokens representan un activo o utilidad, son bienes transferibles y pueden representar monedas, puntos de fidelidad, activos en un juego o, básicamente, cualquier activo que sea fungible o negociable: desde participaciones en proyectos empresariales hasta medios de pago⁴⁴.

Hay ejemplos que ayudan a visualizar las propiedades del token, por citar uno: el token ERC-20⁴⁵, un token perteneciente a la plataforma descentralizada de contratos inteligentes Ethereum. Este tipo de token acopla la idea que venimos diciendo: en primer lugar, no posee su propia blockchain, como las criptomonedas, sino que éstos circulan en la cadena de bloques de Ethereum; en segundo lugar, cualquier transacción que involucre el token, será realizada y dependerá de la red Ethereum; y, en tercer lugar, dicho token, además, no representa dinero, sino que, como decía, aporta un valor añadido, representa un activo, que es, en este caso, un tipo estándar, previsto para crear interoperabilidad y compatibilidad entre tokens y fomentar mejoras en el ecosistema de Ethereum, lo que salvaguarda la parte económica y utilitaria de este token.

4.2. TOKENIZACIÓN DE ACTIVOS INMOBILIARIOS.

De todo lo anterior, podemos afirmar que los tokens vienen a representar cualquier activo negociable; luego, también representan activos inmobiliarios, y en función de la naturaleza de los derechos reales que represente, hablamos de un tipo de token o de otro.

Por tanto, hablamos de un nuevo fenómeno: la tokenización de activos inmobiliarios, como mecanismo que pretende la representación de un derecho real de una persona, determinada, sobre un bien inmueble, a través de un archivo digital denominado token en una red de Blockchain. Sobre este asunto, cabe citar a Registradores de la propiedad y mercantil que han abordado esta cuestión, CAMPUZANO GÓMEZ- ACEBO y SIEIRA GIL⁴⁶ quienes señalan, ya en su prefacio, que la tokenización de activos inmobiliarios conlleva la

⁴³ Sobre la naturaleza jurídica de los tokens, Vid. PASCUAL MALDONADO, J. (2019): “Tokenización de activos: naturaleza jurídica del Token y del Activo”, *Revista Jurídica LegalToday*.

⁴⁴ PARRRONGO, L. (2018): “Tecnología Blockchain, una nueva era para la empresa”, op.cit. pp. 20.

⁴⁵ ERC-20: Su nombre significa, “Ethereum Request for Comments” y el número 20 se establece como un identificador estándar para distinguirlo de los demás.

⁴⁶ Sobre tokenización de activos inmobiliarios y Smart Contrates, Vid. CAMPUZANO GÓMEZ- ACEBO, J. y SIEIRA GIL, J. (2019): “Blockchain, tokenización de activos inmobiliarios y su protección registral” *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, nº 775, pp. 2277.

simultánea existencia del activo físico y la representación digital (el token), y han de estar inseparablemente unidos, pues, sin esta vinculación permanente, la tokenización de activos inmobiliarios está condenada a la intrascendencia jurídica.

El proceso de tokenización inmobiliaria, en palabras de CAMPUZANO y SIEIRA, resulta peculiar por razón de su objeto y por las nuevas formas de contratación y transmisión de bienes inmuebles que propone⁴⁷. Nos referimos a derechos reales, distintos de los derechos obligacionales, lo que determina la aplicabilidad de un régimen jurídico distinto en relación a su constitución, transmisión y formalización.

Frente a terceros, la protección, existencia y titularidad de derechos reales se logra mediante la inscripción en el Registro de la Propiedad. Digitalizar activos inmobiliarios conlleva la consecución de la contratación inmobiliaria mediante Blockchain, como una forma digital que acrediten la existencia de los negocios jurídicos inmobiliarios – acogiéndose a libertad de forma contractual prevista en el art. 1278 CC – pero no equiparable a la institución del Registro de la Propiedad, el cual es un registro de derechos que otorga protección registral, no sólo se limita a constatar la existencia de un negocio jurídico inmobiliario sino que realiza un pronunciamiento jurídico erga omnes de su existencia, titularidad y contenido de actos o hechos jurídicos de derechos reales sobre bienes inmuebles, con un control previo de legalidad.

Por tanto, no cabe confundir forma contractual – respecto de lo cual nuestro CC es bastante flexible – con publicidad registral.

Entendido esto, inferimos que la tokenización inmobiliaria no va a suponer alteración de las reglas generales en materia de constitución y transmisión de activos inmobiliarios, es decir, en aplicación del art. 609 CC, los derechos reales sobre bienes – muebles e inmuebles – se adquieren y transmiten por adquisición originaria (ocupación, o transmisión por ley, donación, sucesión testada e intestada o prescripción), y también por adquisición derivativa, es decir, aquella que, según SÁNCHEZ CEBRIÁN⁴⁸ requiere concurren dos elementos; el título, que es el contrato por el que se transmite el bien; y la traditio, que es el desplazamiento posesorio del bien transmitido, con ánimo de transmitir y adquirir el dominio. Estos dos elementos son de suma importancia para que el adquirente del token pueda ser considerado jurídicamente como adquirente del derecho real inmobiliario. Sin entrar en las distintas formas de traditio (que son la real, simbólica y consensual, según arts. 1462-1464 CC), son aplicables a transmisiones tokenizadas. Por tanto, cabe la tokenización de activos inmobiliarios constatables en Blockchain, limitada estrictamente a una modalidad o forma contractual que exterioriza la declaración de voluntad de las partes, no como registro jurídico de derechos, y, además, cabe la tokenización salvaguardando los medios de transmisión de la propiedad, teoría del título y del modo, a efectos de que el adquirente del token pueda ser considerado jurídicamente como adquirente del derecho real inmobiliario.

⁴⁷ CAMPUZANO GÓMEZ-ACEBO, J. y SIEIRA GIL, J. (2019): “Blockchain, tokenización de activos inmobiliarios y su protección registral” op. cit. pp. 2281.

⁴⁸ SÁNCHEZ CEBRIÁN, J.(2008): “La teoría general de la transmisión de bienes y el Registro de la Propiedad en España” *Revista de Derecho*, núm. 30, pp.12.

Comprendido este proceso de tokenización, llegamos a un estadio crucial, y es que el adquirente de dicho real inmobiliario, tokenizado, podrá optar voluntariamente a inscribirlo en el Registro de la Propiedad, pero, en este caso, según nos ilustran CAMPUZANO y SIEIRA, acudir al Registro deviene de máximo importancia en la tokenización debido a que dicha institución se erige como instrumento jurídico que conecta el derecho real (activo físico) con su representación digital (token) y brinda plenas garantías jurídicas, como la representación derecho real inscrito mediante el token, al margen de lo que ocurra extrarregistralmente, protegiendo la figura del tercero protegido por el art. 32 lh, y también por el art. 34 lh. Así, con esta plena vinculación con el Registro, se activa el crédito y la economía, pues si el derecho real tokenizado no está inscrito, poco, o nulo interés económico va a tener la adquisición del derecho real.

5. INFLUENCIA DE BLOCKCHAIN EN LOS PRINCIPIOS HIPOTECARIOS QUE INSPIRAN NUESTRO SISTEMA REGISTRAL

a) PRINCIPIO DE ROGACIÓN

En el procedimiento registral se actúa a instancia de parte, y, de manera excepcional, actúa el Registrador de oficio (art. 6 LH). En el ámbito de la cadena de bloques, hay un matiz, y es que es de acceso imilitado, mientras que en las Blockchain permissionadas cabe esa iniciativa a instancia de parte pero con supervisión o autorización y control de las operaciones o transacciones anotadas por los nodos interconectados.

b) PRINCIPIO DE LEGALIDAD

Para que el documento tenga acceso al registro ha de ser válidos y perfecto, para lo cual despliega el Registrador serios controles jurídicos, mediante calificación registral que examina la validez externa e interna del título, garantizando, en su caso, mediante la práctica del asiento de presentación, una presunción iuris tantum de exactitud a favor del titular actual inscrito y una protección para los terceros que adquieran y sean protegidos por el artículo 34 LH.

Tales controles de legalidad, que examinan el más mínimo detalle, como puede ser, en el ámbito contractual, tanta casuística como el hecho de si las parten prestan consentimiento libre y voluntariamente, si son quienes dicen ser, que no tienen su capacidad modificada judicialmente, que el momento de la prestación los otorgantes estaban en pleno uso de sus facultades, que si actúa por medio de representante, los términos de la delegación sean claros, y un largo etcétera, requieren del análisis detallado de estos operarios jurídicos, labor que, aun, no es asumible por Blockchain.

c) PRINCIPIO DE ESPECIALIDAD

Implica concretar en la inscripción registral del objeto de la publicidad registral; por objeto se refiere tanto a la finca como al derecho real sobre la misma. Principio regulado en el art. 9 LH y 51 RH. Exige la descripción de la finca en el título que pretenda el acceso al Registro como medio indispensable para lograr la claridad y certeza que debe presidir la regulación de los derechos reales y el desenvolvimiento de la institución registral.

En el ámbito de Blockchain, debe recordarse que las exigencias materiales del principio de especialidad pueden cubrirse sin limitaciones, en cuanto que el contenido jurídico y la delimitación de los derechos, facultades o características

de los activos, derechos o personas inscritos pueden especificarse en la medida deseada, encriptando cualesquiera datos que se pretendan fijar. Además, esta exactitud del contenido variará según el contenido de la transacción, ya sea de tipo económico, jurídico, o una mera transmisión de datos.

d) PRINCIPIO DE TRACTO SUCESIVO

En términos claros, el tracto sucesivo consiste en un encadenamiento de las sucesivas transmisiones del dominio, de tal manera que la nueva transmisión se apoye en la anterior (v.gr. si pretendo inscribir la venta de una finca, antes es preciso que el que vende figura en la matrícula como propietario).

Un sistema Blockchain⁴⁹ no puede garantizar la legalidad de cada cambio de titularidad. Volvemos a lo anterior, la labor de los Registradores trasciende más allá de anotar en un libro - que es a lo que se circunscribe Blockchain - realizan una calificación jurídica de todos los documentos, de tal modo que aquel quien pretenda inscribir la venta de una finca, primero deba constar como titular registral, por ejemplo. La constancia del cambio sucesivo de titularidades requiere previos controles de Derecho que, hasta la fecha, no garantiza Blockchain.

Si bien es cierto esta red plasma las sucesivas transacciones y el encadenamiento de titularidades, aun no garantiza la titularidad legítima de todas estas y tampoco ofrece respuesta a figuras como el tracto abreviado, o la reanudación del tracto.

e) PRINCIPIO DE PRIORIDAD

De la lectura del art. 17 LH, podemos inferir que este principio impide dar rango preferente a una situación jurídico real presentada con posterioridad a un derecho real ya inscrito. En este sentido, se considera la fecha del asiento de presentación para todos los efectos que se deban de producir (art. 24 LH).

En este sentido, recordamos Stampery, el cual vela por esa preferencia a través estampación digital de la firma que permite cerrar un bloque. Blockchain también emplea, en cierta manera, un sistema de exclusión, de tal manera que cada cierre de bloque contiene una realidad jurídica inscrita, contra la que no puede oponerse un título extrarregistral que pretenda acceso registral posterior, y ello gracias a esos caracteres de inmutabilidad de la información previamente registrada en la cadena.

f) PRINCIPIO DE INSCRIPCIÓN

Efectuados los controles citados supra, el Registrador procede a la inscripción del acto o contrato. La cuestión que nos afecta es determinar el valor de la inscripción en Blockchain para mutar situaciones jurídicas preexistentes. El Registro en España, en primer lugar, no crea derechos, pero sí cuando lo permite el legislador; y, en segundo lugar, tiene como finalidad garantizar, mediante la publicidad de datos, la oponibilidad de su contenido frente a terceros. Blockchain puede cumplir sendas funciones, en primer lugar, ha de entenderse que los datos encriptados son datos inscritos, y que los datos inscritos son publicables, y garantiza así la oponibilidad frente al resto de nodos

⁴⁹ Respecto al efecto o impacto de Blockchain en cada principio hipotecario, Vid. IBÁÑEZ JIMÉNEZ,

J.W. (2018): *Blockchain: primeras cuestiones en el ordenamiento español*, Alastria, Ed. Dykinson, pp. 49-60.

mientras el legislador le reconozca esa eficacia. En este aspecto, hay un amplio reto jurídico por desarrollar, para pulir aspectos relativos a si la inscripción en Blockchain será opcional, u, obligatorio, así como su alcance y eficacia probatoria.

g) PRINCIPIO DE LEGITIMACIÓN Y FE PÚBLICA REGISTRAL

Practicado el asiento de inscripción, el Registro proporciona una doble protección a través de una doble presunción. En primer lugar, una presunción *iuris tantum*, esto es, se considera, salvo prueba en contrario, la legitimación registral a favor del titular inscrito.

En el ámbito de Blockchain, permissionado bajo control del Registrador, podrá desplegar efectos la presunción de exactitud referida y asociada al principio de legitimación, siempre que los derechos nacidos en la red o inscribibles según la ley en la cadena, queden bajo tutela judicial y produzcan eficacia hasta que se declara su eventual inexactitud, y se establezca formalmente la presunción legal de existencia y pertenencia de los derechos cuyos datos se encriptan a favor de sus titulares.

En segundo lugar, una presunción *iure et de iure* (que no admite prueba en contrario) a favor de los terceros adquirentes que, reuniendo los requisitos del art. 34 LH, les atribuye una posición inatacable. El Registro, a fin de proteger a los terceros adquirentes de buena fe, la ley reputa, por este principio, exacto el contenido de los libros hipotecarios, aun en el caso de que los términos de sus asientos no concuerden con la realidad jurídica extrarregistral; de tal manera que la exactitud que se predica del registro implica que el que adquiere confiado en él, lo hace con la extensión y contenido que aparece en el mismo, siendo mantenido en su adquisición, aun en el caso de que la titularidad de quien le transmitió resulte ineficaz por causas de nulidad o resolución. que consiste en el principio de fe pública registral.

En el ámbito Blockchain, hay varios aspectos a pulir. En primer lugar, cabe la inexactitud del registro en Blockchain, es decir, discordancia entre la realidad extrarregistral y la registrada, de modo que acceda una titularidad irregular o ilegítima, de tal modo que el carácter fraudulento que vicia a los documentos mismos, o afecte a la titularidad, se mantendrá tal cual, subsistiendo el defecto en la red a lo largo de las sucesivas transacciones que posteriormente se realicen en la cadena. Además, para proteger a terceros adquirentes, es preciso que obren de buena fe, es decir, que confíen en la veracidad y exactitud del contenido inscrito, de ahí la íntima relación entre el principio de legitimación y el de fe pública registral.

Por tanto, antes de haber cabida al reconocimiento del principio de fe pública registral en Blockchain, es preciso, primero, se reconozca el efecto mínimo de la inscripción (principio de legitimación), de tal modo que la información que conste en Blockchain se reputa, legalmente, exacta y veraz, y, atado esto, emanará el segundo efecto, que es el de fe pública registral, a fin y efecto de proteger al tercer adquirente que confía en la exactitud del contenido de Blockchain, y del que se derive el efecto de proteger las adquisiciones de terceros aun en el caso de que adquiere del no titular. Por lo tanto, es preciso regulación específica para prever tutela análoga al tercero protegido por el art. 34 LH en el terreno de Blockchain, de tal manera que el que adquiere tokens en Blockchain de persona que no sea titular legítimo, se le mantenga en su adquisición, siempre, claro está, primero regule este sistema el principio de

legitimación, dotando, legalmente, de validez, veracidad y exactitud el contenido de la red.

5.1. IMPACTO EN EL ÁMBITO REGISTRAL

Blockchain presenta otra clara aplicación en el ámbito registral. Si partimos de lo ya expuesto, Blockchain – cadena de bloques – es, esencialmente, un registro, un libro contable que almacena un historial de datos y es compartido por múltiples usuarios – es descentralizado -. No obstante, en este punto, conviene matizar la radical diferencia que traería consigo el impacto de Blockchain según irrumpa en un registro de documentos (como opera en Francia o EEUU) o en un registro de derechos (como es nuestro caso y el de Alemania).

En palabras de PAÑOS PÉREZ⁵⁰ mientras los registros de documentos tan sólo se limitan a certificar la fecha y hora de entrada de un documento en el Registro, los registros de derechos realizan un examen detallado de los documentos que acceden al mismo, documentos que incorporan bienes inmuebles con un historial jurídico-real, provisto de múltiples vicisitudes jurídicas, o cargas, o titularidades reales, que requieren de un examen e interpretación con arreglo a Derecho y a la legislación hipotecaria, a fin de que la calificación registral surta efectos de legalidad, legitimación y fe pública registral, se proteja la figura al tercer hipotecario (que no es más que el sujeto beneficiario de la fe pública, aunque la información registral no sea fiel reflejo de la extrarregistral). Esta función, que asume el Registrador de la propiedad, con responsabilidad, no puede, a mi parecer, automatizarse.

En segundo lugar, otro asunto bastante acusado acerca de la importancia de Blockchain en el ámbito registral estriba en la publicidad que ofrece dicha red. En este punto, traigo a colación Resolución de la Dirección General de los Registros y del Notariado de 28 de abril de 2014, por virtud de la cual define en su Fundamento de Derecho 1º, y resumo, tres requisitos necesarios – entre otros - para dar publicidad a la información que consta en el registro: 1º es necesario identificar a la persona que actúa, o en cuyo nombre se actúa, 2º el interés ha de ser legítimo, no ajeno a la publicidad registral, 3º se debe proteger la Ley Orgánica de Protección de Datos.

Si volvemos a Blockchain, sabemos que a sus usuarios sólo se les conoce mediante su clave pública, sin más datos que desvelen su identidad, pero toda la información almacenada en la cadena de bloques es libremente accesible por cualquier persona – esté operando o no con ella -. Esto no obstante contraviene el funcionamiento de nuestro sistema registral, en el que, según los artículos 221 y 222 de la LH y 332 de su Reglamento, aun partiendo del principio general de publicidad, el contenido del Registro sólo se ha de poner de manifiesto a quienes tengan interés en conocer el estado de los bienes o derechos inscritos, y que dicho interés se ha de justificar ante el registrador, que es a quien corresponde apreciar la legitimación del solicitante de la información, según esta Resolución de la DGRN de 10 de marzo de 2016.

De nuevo, apreciamos la importancia de la función que acomete el Registrador de la Propiedad, y que no podría ser asumido por un sistema computarizado, y es

⁵⁰ PAÑOS PÉREZ, A.(2019).: “Registro de la Propiedad como sistema de garantía en la era de Blockchain”, *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, nº 776, pp. 2926.

la garantía de dar publicidad a la información del Registro a quien acredite interés legítimo, salvaguardando el derecho a la protección de datos de los titulares registrales.

En conclusión, opino Blockchain debe funcionar como una cadena de bloques, de tipo privada, que opere como complemento o medio técnico de la labor del Registrador, y, por tanto, se halle bajo el control de estos profesionales del Derecho— y así, al menos en el Registro de derechos, los documentos que accedan o salgan de Blockchain superen el previo filtro registral en arar de hacer, de nuestro sistema registral, un sistema que legitime las titularidades registrales, proteja a terceros adquirentes y, así, se atesore la máxima del Registro de la Propiedad, que, según JIMÉNEZ PARÍS⁵¹, no es otra que dar seguridad jurídica al tráfico jurídico inmobiliario y al crédito hipotecario.

Dejando aun lado mi parecer, resulta innegable que Blockchain ya presenta interesantes usos en distintos puntos del mundo, ya se lanzan proyectos pioneros al respecto, entre los que cabe mencionar: empresas como Tierion o Proof of Existence ya ofrecen este tipo de servicios.

Sus posibilidades son significativas tanto tanto en el sector empresarial como el público, por ejemplo:

Factom está colaborando con el gobierno de Honduras en el desarrollo de un programa basado en blockchain para gestionar el registro de la propiedad de la tierra⁵²; y la República de Georgia se ha asociado con Bitfury para desarrollar títulos de propiedad basados en tecnología blockchain para la Agencia Nacional de Registro Público del país. El gobierno de Japón ha anunciado también que unificará todos registros en un único registro de la propiedad y bienes raíces basado en blockchain y en Europa, [Suecia ya está probando un sistema de este tipo](#).

En España, el Colegio de Registradores y la asociación Alastria (descrita supra) – la primera red nacional basada en blockchain del mundo, desarrollada supra – están diseñando los métodos para agilizar la gestión, mediante blockchain, de los cuantiosos documentos que tramita dicho colegio.

Además, merece especial mención el proyecto lanzado por el Colegio de Registradores: REGTURI, para registrar propiedad con uso turístico, el cual está basado en blockchain. Con este nuevo sistema, las autoridades pueden identificar cuáles propiedades se encuentran disponibles de forma legal para su alquiler turístico. Asimismo, ofrece la capacidad de organizar y conectar a los distintos organismos encargados de velar sobre el buen funcionamiento de [la industria turística](#) española.

En suma, cabe afirmar que Blockchain, pese a que aun no tenga plena acogida en el ámbito registral como sustitutivo del Registrador de la Propiedad, sí despliega interesantes aplicaciones en el ámbito de la Administración Pública y otras empresas que deseen optimizar sus procesos comerciales aprovechando las bondades que ofrece esta tecnología.

⁵¹ JIMÉNEZ PARIS, T.A.(2016).: La publicidad de los derechos reales y el Registro de la Propiedad en España”, Universidad Complutense de Madrid, pp. 4-5.

⁵² ARRUÑADA, B. (2018).: “Limitaciones de Blockchain en contratos y propiedad” *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, vol. 94, núm. 769, 2018, pp. 2565-93.

6. BREVE REFLEXIÓN SOBRE BLOCKCHAIN Y SU VIABILIDAD EN EL ÁMBITO REGISTRAL

I. Respecto a la irrupción de Blockchain en nuestra sociedad, parece fuera de toda discusión que trae consigo un nuevo paradigma tecnológico, una nueva forma de entender las relaciones sociales en un mundo globalizado y totalmente conectado. Es consabido que esta cadena de bloques ofrece utilidades de interés en ámbitos tan variados como los registros públicos y privados, los sistemas de votación, la gestión de la propiedad intelectual, los contratos, y ello debido a que se instituye como registro compartido, digitalizado, que no puede modificarse una vez que una transacción ha sido registrada, previo consenso entre los participantes (nodos) de dicha red, garantizando la inmutabilidad de la información, su seguridad mediante la criptografía y los algoritmos de consenso y lo que resulta más revolucionario, descentralizando la confianza depositada en “terceros”, ya sean instituciones financieras, gubernamentales o privadas.

II. Blockchain ofrece claras ventajas, pero adolece de regulación que le brinde seguridad jurídica; considero, sin embargo, apremia, con carácter previo, dilucidar, de forma concluyente, la naturaleza y finalidad de esta tecnología y, desenmarañado esto, poner en marcha una regulación en un sentido o en otro, interín ello no se determine, observamos un vacío legal en este aspecto. Por ello, esta laguna fecunda debate entre profesionales de múltiples disciplinas, aportando cada cual una visión distinta acerca de la finalidad de Blockchain; unos lo contemplan como algo halagüeño – pues ofrece seguridad, rapidez y descentralización en las transacciones; otros, destilan más desánimo en sus estudios – debido a que se puede hacer mal uso de Blockchain para fines de financiación de terrorismo o blanqueo de capitales-.

III. Las bondades que ofrece Blockchain resultan incuestionables. No obstante, el trabajo presente ha pretendido abordar las aplicaciones de esta tecnología en el ámbito registral, así como la posibilidad de sustituir a estos operarios jurídicos y reducir costes de intermediación.

En el ámbito registral, este trabajo concluye que Blockchain, como base de datos, digitalizado y descentralizado, es un complemento idóneo para la labor del Registrador en cuanto a registro distribuido con capacidad para almacenar datos, historiales registrales, de manera segura e inmutable, algo de importancia indudable en un registro de documentos, no de derechos, como es el nuestro. No obstante, como decía, Blockchain se limita a complementar la labor del operario jurídico, pues aun carece de los mecanismos eficaces que suplan la función de legalidad, seguridad, y publicidad jurídica que aportan los Registradores de la Propiedad. En segundo lugar, otra intención pretendida en esta investigación ha sido dilucidar si cabe tokenizar activos inmobiliarios, y hemos podido razonar que, aunque todos los derechos reales inmobiliarios sean susceptibles de tokenización, requieren no obstante una perfecta vinculación -, labor que desempeña el Registrador de la Propiedad (con los debidos controles de legalidad), debido a que sin constancia registral del token, el interés económico del mismo y de lo que representa sería mínimo o, incluso, nulo, pues no inspiraría confianza ni potenciaría el crédito inmobiliario, sino que serían meras transmisiones inter partes, sin producir efectos generales erga omnes, ni acogerse a la protección que dimanar de los principios hipotecarios, algo

análogo a las operaciones o documentos no inscritos en el Registro de la Propiedad.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ARRUÑADA, B. (2018). "Limitaciones de blockchain en contratos y propiedad", *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, núm. 769, pp. 2465-93.
- BRANCÓS, E "Blockchain, función notarial y registro", *Revista El Notario del Siglo XXII*. CAMPUZANO GÓMEZ-ACEBO, J. y SIEIRA GIL, J. (2019): "Blockchain, tokenización de activos inmobiliarios y su protección registral" *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, nº 775, pp. 2277.
- CASTELLÁ MARTÍNEZ, D (2011) *Competencia distribuida en Entornos Peer-to-Peer con calidad de servicio*. pp. 5
- CASANUEVA CAÑETE, D. Y LÓPEZ DE LA CRUZ, N.: "Características Destacables" *Documentos-Institutos de Estudios Fiscales*, nº10, 2018, pp. 80-81.
- CONESA, C: Bitcoin: ¿Una solución para los sistemas de pago o una solución en busca de problema? Banco de España. Documentos Ocasionales, op. cit. pp. 9-11.
- GIL SORIANO, A (2015): "Monedas Virtuales: Aproximación Jurídico-Tributaria y Control Tributario" *Actualidad Jurídica Uría Menéndez*. pp. 73.
- GÜN SIRER, E., EYAL, I. (2013): *Majority is not enough: Bitcoin Mining is Vulnerable*, Department of Computer Science, Cornell University.
- IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J.W. (2018): *Blockchain: primeras cuestiones en el ordenamiento Español*. Alastria. Editorial: Dykinson S.L. 1ª Edición.
- JIMÉNEZ PARIS, T.A.(2016): "La publicidad de los derechos reales y el Registro de la Propiedad en España", Universidad Complutense de Madrid.
- LEGERÉN-MOLINA, A. (2019). "Retos Jurídicos que plantea la tecnología de la cadena de bloques. Aspectos legales de Blockchain", *Revista de Derecho Civil*, ISSN 2341-2216, vol.VI, núm.1, pp.177-237.
- MOLINA MATEOS, J.M. (1998). *Aspectos Jurídicos de la protección cristológica de la información y las comunicaciones*. pp. 203.
- MUÑOZ PÉREZ, A.F. (2019): *Revolución Digital, Derecho Mercantil y Token Economía*, Capítulo 14: "Las criptomonedas como activo financiero" Editorial Tecnos, 1ª Edición.
- NAVARRO CARDOSO, F. (2019). "Criptomonedas (en especial, bitcoin y blanqueo de dinero)" *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología*, núm. 21-14, pp. 3.
- NIETO GIMÉNEZ-MONTESINOS, M.A. y HERNÁNDEZ MOLERA, J. (2017): "Monedas Virtuales y Locales: Las Paramonedas, ¿Nuevas Formas de Dinero?" *Revista de Estabilidad Financiera, Banco de España*, núm. 35, pp. 110.
- NUÑO BARRAU, G (2018): "Implicaciones de política monetaria de la emisión de dinero digital por parte de los bancos centrales" *Boletín Económico 3/2018, Artículos Analíticos, Banco de España*, pp.1.
- PAÑOS PÉREZ, A.(2019): "Registro de la Propiedad como sistema de garantía en la era de Blockchain", *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, nº 776, pp. 2926.
- PARRA BARRIOS, A. (2017): "Flexibilización cuantitativa: características e impacto en las economías de los Estados Unidos y Colombia", *Revista Escuela de Administración de Negocios*, núm. 82, pp. 3-4.
- PARRRONDO, L. (2018): "Tecnología Blockchain, una nueva era para la empresa", *Revista de Contabilidad y Dirección*, Vol. 27, pp. 19.
- PALOMINO SELEM, C. (2013): "Efectos de la política monetaria de flexibilización cuantitativa en Estados Unidos de América sobre el empleo". *Pensamiento crítico*, pp. 81.
- PASCUAL MALDONADO, J. (2019): "Tokenización de activos: naturaleza jurídica del Token y del Activo", *Revista Jurídica LegalToday*.
- PORXAS, N. y CONEJERO, M. (2018). "Tecnología Blockchain: Funcionamiento, Aplicación y Retos Jurídicos relacionados", *Actualidad Jurídica Uría Menéndez*, ISSN 1578-956X, pp. 24-36.
- PREUKSCHAT, A. (2017). *Blockchain: La Revolución Industrial de Internet*, Editorial Gestión 2000, 1ª edición, pp.23.
- SÁNCHEZ CEBRIÁN, J.(2008): "La teoría general de la transmisión de bienes y el Registro de la Propiedad en España" *Revista de Derecho*, núm. 30, pp.12.