



FACULTAD DE DERECHO

**TECNOLOGÍA CRIPTOGRÁFICA Y
NEGOCIACIÓN ORGANIZADA DE
PRODUCTOS DERIVADOS BAJO LA
LMVSI**

Autora: María Vivas Redondo

5º E3-Analytics

Derecho Mercantil

Tutor: Javier Wenceslao Ibáñez Jiménez

Madrid

Abril 2024

RESUMEN

La implementación del *Blockchain* y otras Tecnologías de Registro Distribuido (DLTs) emerge como un catalizador destinado a encabezar transformaciones significativas en los mercados financieros y la industria financiera en su conjunto.

La gestión de contratos de derivados es un proceso complicado que requiere la coordinación de diversas acciones entre múltiples participantes. La integración de las DLTs en los mercados de derivados implica un avance substancial, mejorando la resistencia, la eficiencia y la reducción de riesgos y costes a través de la automatización y simplificación de los procesos operativos.

Conforme estas nuevas tecnologías evolucionan, es crucial comprender la dinámica legal en constante cambio que regula el comercio de instrumentos financieros en las plataformas DLT con el objeto de proporcionar seguridad jurídica a los inversores en los mercados financieros.

El objetivo fundamental de este Trabajo de Fin de Grado radica en analizar el impacto de las tecnologías criptográficas en la negociación organizada de productos derivados, junto con una evaluación de las últimas medidas regulatorias aprobadas tanto en la Unión Europea como en España. Este análisis integral aporta claridad sobre el panorama actual y futuro de la negociación organizada de derivados en el contexto de la revolución tecnológica que experimenta la industria financiera.

⇨ **Palabras clave:** Derivados, mercados organizados, DLT, *Blockchain*, *tokens*, Régimen Piloto, LMVSI.

ABSTRACT

The adoption of Blockchain and other Distributed Ledger Technologies (DLTs) emerges as a catalyst to lead significant transformations in financial markets and the financial industry as a whole.

Managing derivative contracts is a complicated process that requires coordination of various actions among multiple actors. The integration of DLTs into derivative markets represents a substantial advancement, driving improvements in resilience, efficiency, and risk and cost reduction through the automation and simplification of operational processes.

As these technologies evolve, understanding the constantly changing legal dynamics governing financial instruments trading on DLT platforms is crucial in order to provide legal certainty to investors in financial markets.

The fundamental objective of this study is to analyze the impact of cryptographic technologies on the organized trading of derivative products, along with an evaluation of the latest regulatory measures approved both in the European Union and Spain. This comprehensive analysis seeks to bring clarity on the current and future landscape of derivatives organized trading in the context of the technological revolution that the financial industry is experiencing.

→ **Key words:** *Derivatives, organized markets, DLT, Blockchain, tokens, Pilot Regime, LMVSI.*

LISTADO DE ABREVIATURAS

- AIAF:** Asociación de Intermediarios de Activos Financieros
- BME:** Bolsas y Mercados Españoles
- CASPs:** *Crypto Asset Service Providers*
- CCP:** *Central Counterparty Clearing*
- CeFi:** *Centralized Finance*
- CNMV:** Comisión Nacional del Mercado de Valores
- DCV:** Depositario Central de Valores
- DeFi:** *Decentralized Finance*
- DLT:** *Distributed Ledger Technology*
- ECC:** Entidad de Contrapartida Central
- ERIR:** Entidad Responsable de la Inscripción y el Registro
- ESI:** Empresa de Servicios de Inversión
- ESMA:** European Securities and Markets Authority
- FG:** *Focus Group*
- ITU:** International Telecommunication Union
- LMVSI:** Ley de los Mercados de Valores y de los Servicios de Inversión
- LSSI:** Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico
- MAB:** Mercado Alternativo Bursátil
- MARF:** Mercado Alternativo de Renta Fija
- MEFF:** Mercado Español de Futuros Financieros
- MiCA:** *Markets in Crypto-Assets*
- MiFID II:** *Markets in Financial Instruments Directive II*
- MiFIR:** *Markets in Financial Instruments Regulation*
- MTF:** *Multilateral Trading Facility*

OTC: *Over The Counter*

OTF: *Organised Trading Facility*

P2P: *Peer to Peer*

RGPD: Reglamento General de Protección de Datos

SA: Sociedad Anónima

SAU: Sociedad Anónima Unipersonal

SDX: SIX Digital Exchange

SENAF: Sistema Electrónico de Negociación de Activos Financieros

SIX: SIX Swiss Exchange

SS: *Settlement System*

TSS: *Trading and Settlement System*

UE: Unión Europea

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
2. MERCADOS ORGANIZADOS DE DERIVADOS EN ESPAÑA	9
2.1. DERIVADOS Y MERCADOS ORGANIZADOS.....	9
2.2. FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE MEFF.....	13
3. TECNOLOGÍAS DE REGISTRO DISTRIBUIDO	16
3.1. DLT, <i>BLOCKCHAIN</i> Y CRIPTOGRAFÍA DE DOBLE CLAVE.....	16
3.2. <i>TOKENS</i>	20
3.3. <i>SMART CONTRACTS</i>	22
3.4. SERVICIOS DESCENTRALIZADOS SOBRE UNA RED DLT: EL CASO DEL SERVICIO DE CUSTODIA DE <i>TOKENS</i> Y CLAVES.....	25
4. POST-CONTRATACIÓN EN LOS MERCADOS DE VALORES	27
5. IMPACTO DE LAS DLTS EN LOS MERCADOS ORGANIZADOS DE DERIVADOS	30
5.1. <i>SMART CONTRACTS</i> Y DERIVADOS.....	31
5.2. <i>TOKENS</i> CON ESTRUCTURA DE PRODUCTOS DERIVADOS.....	32
5.3. CRIPTOMONEDAS Y DERIVADOS.....	34
5.4. DLTS Y POST-CONTRATACIÓN DE DERIVADOS COMO CASO PARTICULAR DE POST-CONTRATACIÓN.....	36
6. DESAFÍOS DE LAS DLTS EN LOS MERCADOS ORGANIZADOS DE DERIVADOS	40
7. MARCO REGULATORIO	45
7.1. REGÍMENES ALTERNATIVOS PARA LA TOKENIZACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS: MIFID II / MIFIR VS MICA Y OTROS REGÍMENES.....	45
7.2. RÉGIMEN DE LA LMVSI: ENCUADRE DE LOS <i>TOKENS</i> SOBRE DERIVADOS	46
8. CONCLUSIONES	49
9. BIBLIOGRAFÍA	51
10. ANEXOS	58

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente Trabajo de Fin de Grado radica en examinar la influencia de las tecnologías criptográficas en la negociación organizada de productos derivados, acompañado con una evaluación de las últimas medidas regulatorias adoptadas tanto en la Unión Europea como en España. El fin es proporcionar una comprensión completa de las dinámicas y regulaciones que afectan a este sector. Al profundizar en la interacción entre la innovación tecnológica y las regulaciones, se espera proporcionar una visión completa que sirva como base para comprender y anticipar los cambios que podrían definir las perspectivas futuras de la negociación organizada de derivados.

La implementación del *Blockchain* y otras Tecnologías de Registro Distribuido emerge como un catalizador destinado a encabezar transformaciones significativas en los mercados financieros y la industria financiera en su conjunto. La integración de estas tecnologías en los mercados de derivados implica un gran avance, que no solo implica la modernización, sino que también promueve mejoras fundamentales en la resistencia, eficiencia y reducción de riesgos y costes. La descentralización inherente a estas nuevas tecnologías permite una mayor transparencia y trazabilidad, lo que, a su vez, fortalece la integridad del sistema y ofrece a los participantes una visión más clara y accesible a las transacciones.

Conforme estas nuevas tecnologías evolucionan, es crucial comprender la dinámica legal en constante cambio que regula el comercio de instrumentos financieros en plataformas DLT. Este conocimiento es esencial para proporcionar seguridad jurídica a los inversores en los mercados financieros y garantizar la integridad del mercado junto a la estabilidad financiera.

Es por ello, que, para alcanzar los objetivos, en primer lugar, se realiza una breve introducción a los mercados organizados de derivados en España, a las DLTs y a la post-contratación en los mercados de valores. Posteriormente, se analizan detalladamente las distintas aplicaciones de las DLTs en el ámbito de los derivados, así como los desafíos que plantean. Una vez comprendido el impacto de estas tecnologías, se procede a examinar la regulación vigente tanto a nivel europeo como en España respecto a las DLTs en los mercados financieros y a los *tokens*

derivados. Este análisis abarca un enfoque de las normativas vigentes, proporcionando una visión de cómo se están adaptando las regulaciones para afrontar los cambios introducidos por estas tecnologías en el ámbito financiero. Finalmente, se culmina con la conclusión del presente trabajo, donde se sintetizan los hallazgos obtenidos a lo largo de la investigación y se consolidan las reflexiones y contribuciones del estudio.

A lo largo del trabajo, el método principal empleado para dar respuesta al interrogante planteado ha sido la revisión bibliográfica, legislativa, normativa y jurisprudencial. Adicionalmente, se ha utilizado un método jurídico que incluye aspectos exegéticos en la interpretación de normas, un análisis comparativo al examinar la regulación tanto a nivel europeo como español, y un enfoque económico centrado en estudiar el coste-beneficio de las DLTs y los *tokens* derivados.

2. MERCADOS ORGANIZADOS DE DERIVADOS EN ESPAÑA

2.1. DERIVADOS Y MERCADOS ORGANIZADOS

La CNMV define los derivados como contratos o instrumentos financieros cuyo valor depende de la evolución de los precios del activo o activos subyacentes (valores, tipos de interés, tipos de cambio, índices bursátiles, materias primas, etc.).¹

Hay que tener en cuenta que los derivados no son contratos de financiación. Este adjetivo es usado en sentido genérico por negociarse en mercados "financieros" donde tradicionalmente sí había financiación. Son "financieros" los instrumentos que son valores (renta fija o variable), pero no los derivados. Los derivados no son valores mobiliarios al no servir a la financiación de un emisor, sino a los fines de reparto de riesgo de precio subyacente.² Además, no son

¹ Comisión Nacional del Mercado de Valores (s.f.). *Derivados*. Recuperado el 19/12/2023 de <https://www.cnmv.es/Portal/Inversor/Derivados.aspx?lang=en>

² Ibáñez Jiménez, J. W. (2013). Contratación del mercado de valores (p. 5701). En Bercovitz Rodríguez-Cano, R. (dir.), Moralejo Imbernón, N. y Quicios Molina, S. (coords.), *Tratado de contratos: contratos del mercado de valores, contratación bancaria, contratación de transporte y navegación, contratos de seguro* (2ª ed., tomo V, pp. 5605-5828). Editorial Tirant lo Blanch.

valores negociables conforme al artículo 2 de la LMVSI³ porque, aunque son en serie y de tráfico impersonal, no son emitidos y no tienen mercado primario de oferta pública de suscripción de instrumentos. Los derivados se negocian directamente entre las partes en el mercado secundario, comprobando el ente rector la liquidación de las posiciones. Por otro lado, la presencia de una Entidad de Contrapartida Central (ECC) en los mercados organizados hace que la negociación tenga unas características particulares. No obstante, al ser instrumentos, están dentro del objeto general de contratación en los mercados de valores y, por ello, están supervisados por la CNMV.

Teniendo en cuenta lo anterior, nos referimos a los derivados como contratos a plazo o instrumentos cuyo precio se negocia haciendo referencia a un activo subyacente previamente determinado que sirve de base de cálculo para la liquidación del contrato. En estos contratos, el objeto es el propio instrumento o contrato de derivado y no el activo subyacente.⁴

Con los derivados se pueden perseguir las siguientes finalidades:

- Especulación: Maximizar beneficios con riesgo en el menor tiempo posible y con los mínimos fondos propios o financiados.
- Arbitraje: Obtener beneficios sin asunción teórica de riesgos al llevar a cabo dos operaciones de forma simultánea aprovechando un desajuste temporal del mercado.
- Cobertura: Evitar total o parcialmente riesgos, reduciéndolos o eliminándolos. Se asume una posición opuesta en el mercado para poderse cubrir de cambios futuros en el mismo. Esto puede darse, por ejemplo, en los tipos de interés, divisas y acciones.

³ Ley 6/2023, de 17 de marzo, de los Mercados de Valores y de los Servicios de Inversión (BOE de 18 de marzo de 2023).

⁴ Ibáñez Jiménez, J. W. (2013)., *op. cit.*, pp. 5700-5701.

En cuanto a la naturaleza jurídica de los derivados, en primer lugar, se trata de contratos a plazo, ya que el término es un elemento esencial y cualquier demora o incumplimiento puede llevar a una ruptura definitiva. La causa del contrato reside en el intercambio diferido de variaciones del precio del activo subyacente en el tiempo.⁵ En segundo lugar, son contratos independientes de cualquier otro contrato. Las obligaciones de las partes nacen en exclusiva de él y terminan en él. La relación que pueda haber con otro contrato es circunstancial, puede desaparecer este último y seguir vigente. Además, son contratos definitivos, es decir no son precontratos ni contratos preparatorios y obligan a partir de su celebración. Desde el punto de vista legal, son contratos mercantiles (LMVSI, artículo 2 del Código de Comercio). Pueden ser típicos si se negocian en mercados organizados o atípicos en el caso de los derivados OTC. Los derivados son onerosos, ya que hay interés patrimonial al celebrarse; aleatorios ya que existe incertidumbre sobre quién paga y cuánto; consensuales al perfeccionarse mediante el consentimiento o acuerdo de voluntad de las partes sin que se exija una forma específica (artículos 51 y 52 del Código de Comercio); y bilaterales ya que intervienen dos partes, las cuales quedan recíprocamente obligadas. Para finalizar, asimismo son contratos conmutativos porque las dos partes se obligan de forma equivalente y recíproca. Aunque hay cierta aleatoriedad al depender el pago de un suceso futuro, el valor al que quedan obligados queda fijado desde el principio.⁶

Los mercados organizados se caracterizan por su negociación, contratación, liquidación y compensación de forma estandarizada. Además, una ECC se interpone entre las partes contratantes con la finalidad de subrogarse en las obligaciones contractuales de las partes que negocian, ofreciéndoles garantía del buen fin de la operación. Atendiendo al tipo de derivado, se van a requerir distintos depósitos de garantía y liquidaciones de posiciones.⁷

Mientras que las DLTs y los *smart contracts* están a la vanguardia, los mercados organizados de derivados existen desde hace siglos.

⁵ Ibáñez Jiménez, J. W. (2013). *El contrato de instrumentos derivados* (p. 73). Editorial Civitas.

⁶ Díaz Ruiz, E. (1993). *Contratos sobre tipos de interés a plazo (FRAS) y futuros financieros sobre intereses* (pp. 124-126). Editorial Civitas.

⁷ Larraga López, P. (2000). El uso de instrumentos derivados en los fondos de inversión (p. 128). En Adell Ramón, R. y Cuñat Edo, V. (dirs.), y Díaz Martínez, C. (coord.), *Los mercados de productos derivados en el nuevo escenario europeo: seminario celebrado en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo del 12 al 16 de julio de 1999* (pp. 125-172). Editorial Lex Nova.

Sus inicios radican en el siglo XIX cuando se fundó Chicago Board of Trade centrado en el comercio de productos agrícolas como el trigo y el maíz. Con el tiempo, se fueron aumentando los subyacentes como bonos y letras del tesoro. Posteriormente, fueron surgiendo mercados organizados en otros países.

En España, con la reforma de la LMVSI llevada a cabo en 2023 y para su adaptación a MiFID II⁸, pasan a identificarse como centros de negociación. Este término se refiere a sistemas multilaterales autorizados que consisten en un mecanismo colectivo de oferta y demanda donde muchos vendedores y compradores acuden a hacer transacciones de instrumentos financieros. Para su identificación, ESMA prevé cuatro requisitos: ser un sistema o instalación, haber múltiples intereses de compra y venta de terceros, posibilidad de interacción entre los intereses, y que éstos estén relacionados con instrumentos financieros.⁹ Los centros de negociación están regulados en el artículo 42 de la LMVSI y están autorizados a operar por la CNMV. Engloban los mercados regulados, los sistemas multilaterales de negociación y los sistemas organizados de contratación. Todos estos mercados tienen rango de mercados oficiales.

Los mercados regulados son operados por un organismo rector, que reúne los intereses del mercado según reglas no discrecionales y conforme a normas específicas, fijadas por la autoridad reguladora.¹⁰ Sus tres características básicas son: la presencia de sociedades rectoras propias, la negociación de instrumentos financieros propios y el funcionamiento regular. En España, MEFF y AIAF son ejemplos de mercados regulados.

Los sistemas multilaterales de negociación son operados por una Empresa de Servicios de Inversión (ESI) o por una sociedad rectora de un mercado secundario oficial o una entidad creada por diversas sociedades rectoras. Su objetivo es gestionar sistemas que faciliten la unión

⁸ Directiva 2014/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de mayo de 2014 relativa a los mercados de instrumentos financieros y por la que se modifican la Directiva 2002/92/CE y la Directiva 2011/61/UE (DOUE de 12 de junio de 2014).

⁹ European Securities and Markets Authority (2022). *Consultation Paper on ESMA's Opinion on the trading venue perimeter*. Recuperado el 10/03/2024 de https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/esma70-156-4978_consultation_paper_on_the_opinion_on_trading_venue_perimeter.pdf

¹⁰ Bautista Pérez, F. (2019). *Régimen jurídico de los derivados financieros. Especial referencia a la protección del inversor-consumidor* [Tesis Doctoral, Universidad Internacional de la Rioja]. TESEO. Recuperado el 10/01/2024 de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=x55Xqt7XbRU%3D>

de intereses, tanto de compra como de venta, sobre diversos instrumentos financieros.¹¹ A diferencia de los mercados regulados, no tienen una rectoría propia y puede tener valores que están cotizando en otro sistema. En España, MAB, MARF, Latibex y SENAF son ejemplos de sistemas multilaterales de negociación.

Los sistemas organizados de contratación, introducidos por la Directiva MiFID II, son aquellos donde se lleva a cabo la interacción entre múltiples intereses de compra y venta de una variedad de sujetos, dando lugar a contratos en renta fija, derechos de emisión y derivados. En la LMVSI, se emplea una definición por exclusión al ser aquellos centros que no cumplan los requisitos para ser considerados como mercados regulados o sistemas multilaterales de negociación. Una característica diferencial es la posibilidad de ejecutar órdenes de forma discrecional. En España, Tradition España OTF, CAPI OTF y CIMD OTF son ejemplos de sistemas organizados de contratación.

2.2. FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE MEFF

MEFF es el Mercado Español de Futuros Financieros en el que se pueden encontrar contratos de futuros y de opciones. Tiene una estructura que abarca la función de centro de negociación, y la función de liquidación y compensación. Por un lado, MEFF Exchange SAU, regulado por el Reglamento MEFF, supervisa la negociación y contratación. Por otro lado, BME Clearing SAU, regulado por el Reglamento BME Clearing SAU, lleva a cabo el registro de las operaciones, actúa como ECC en las operaciones que se negocian, y compensa y liquida dichas operaciones.¹² Actualmente, ambas sociedades están integradas en Bolsas y Mercados Españoles SA (BME), que forma parte de SIX Group.

Para analizar el funcionamiento actual de MEFF, se va a proceder a recorrer las distintas etapas de la cadena de valor de los derivados.

¹¹ *Ibid.*

¹² *Ibid.*

En el proceso de negociación, las órdenes concordantes de los compradores y vendedores se entrelazan para llevar a cabo la ejecución de la operación, culminando en la celebración del contrato de derivados y correspondiendo a las ECCs la liquidación y compensación.

Según el Reglamento MEFF, únicamente pueden contratar los miembros de mercado que pueden intervenir por cuenta propia o por cuenta de sus clientes (artículo 4.1 a) del Reglamento MEFF). Es el Consejo de Administración de MEFF Exchange SAU quien concede la condición de miembro de mercado (artículo 3 del Reglamento MEFF). Éstos tienen que ser a su vez miembros de la ECC para poder llevar a cabo la compensación y liquidación de las operaciones que realicen en MEFF Exchange SAU.

Por otro lado, el Reglamento BME Clearing SAU recoge el marco normativo y económico de la ECC. Regula todo lo relativo a miembros, clientes, cuentas, garantías exigibles, información, operaciones, registros, contratos, relaciones jurídicas, supervisión, compensación y liquidación.

En virtud del artículo 13 del Reglamento MEFF, en todo contrato que sea negociado en MEFF Exchange SAU, BME Clearing SAU actuará como ECC. Como consecuencia, el comprador y el vendedor son independientes, sin ningún vínculo jurídico entre sí. BME Clearing SAU pasa a poseer la titularidad de los derechos y obligaciones frente a cada uno de ellos.

Una vez se negocia la operación, se procede a su registro que es necesario para la contrapartida, compensación y liquidación por BME Clearing SAU, que actúa como ECC, como se ha expuesto previamente. El capítulo 6 del Reglamento BME Clearing SAU regula el registro de las operaciones. El sistema de registro contable de anotaciones en cuenta contemplado es de “doble escalón” al haber dos clases de registros: el Registro Central y el Registro de Detalle. BME Clearing SAU está a cargo del Registro Central mientras que los Miembros Registradores son quienes se encargan del Registro de Detalle. En las cuentas se recogen las transacciones, las posiciones, las garantías exigibles y el colateral (artículo 19.3 del Reglamento BME Clearing SAU).

En la actualidad, el Reglamento BME Clearing SAU no contempla el uso de DLTs en el registro de los contratos celebrados, pese a la reciente reforma introducida por la LMVSI, que más adelante se analizará. Esta discrepancia con la LMVSI podría tener varias implicaciones jurídicas significativas. En primer lugar, podría resultar en un vacío normativo que genera incertidumbre legal y operativa. La falta de claridad normativa podría llevar a interpretaciones inconsistentes y dificultades en la aplicación de las regulaciones. Además, la no contemplación de DLTs en el Reglamento BME Clearing SAU podría dar lugar a ineficiencias operativas y mayores riesgos en los procesos de registro, compensación y liquidación, ya que la tecnología subyacente no se aprovecharía completamente. Esto podría afectar a la eficiencia del mercado, aumentar los costes operativos y disminuir la competitividad. Asimismo, esta falta de adopción de DLTs podría limitar las oportunidades de desarrollo y colaboración en el sector financiero, ya que otras instituciones podrían estar adoptando tecnologías más avanzadas. Por último, la discrepancia podría erosionar la confianza de los participantes del mercado en la capacidad del sistema para mantenerse al día con las tendencias tecnológicas, lo que podría tener implicaciones negativas para la reputación y la posición competitiva de la entidad.

Tras realizar las anotaciones en el Registro Central, BME Clearing SAU intervendrá como ECC asegurando que el contrato se ejecute y se cumpla, ofreciendo la liquidez necesaria en todo momento.

La ECC actúa como “comprador de cada vendedor y vendedor de cada comprador” y se inserta entre ambas partes mediante la novación dando lugar a dos contratos. En los mercados de derivados, las ECCs tienen un papel fundamental en la eliminación del riesgo de contrapartida, que hace referencia a la exposición que las partes tienen a que la otra no pague antes de que se completen todos los pagos contractuales debidos en la transacción. Si alguna de las partes no cumple con sus obligaciones, la ECC intervendrá liquidando y ajustando las posiciones, así como actualizando las garantías exigibles. Alcanzado el vencimiento, las garantías se devuelven o se descuentan del saldo pendiente en caso de que el resultado sea desfavorable para el mismo. Por otro lado, la compensación, prevista en el artículo 1156 del Código Civil como forma de extinción de obligaciones, permite disminuir la frecuencia con la que se produce el intercambio de efectivo. Cuando dos partes negocian varios contratos de derivados, algunos tendrán saldo deudor, mientras que otros tendrán saldo acreedor. En lugar de realizar pagos

individuales por cada contrato, la compensación posibilita que una parte reste sus pérdidas de sus ganancias globales, abonando únicamente el saldo neto resultante.

3. TECNOLOGÍAS DE REGISTRO DISTRIBUIDO

3.1. DLT, *BLOCKCHAIN* Y CRIPTOGRAFÍA DE DOBLE CLAVE

La Unión Internacional de Telecomunicaciones define DLT como “un tipo de registro que se comparte, replica y sincroniza de manera distribuida”.¹³ Es una base de datos compartida a la que pueden acceder múltiples usuarios o participantes y se ancla en el concepto de transacción como intercambio de datos encriptados sobre la red, para su registro inmutable.¹⁴

En las DLTs, mediante el empleo de ordenadores inteligentes (nodos), se permite el registro electrónico descentralizado de transacciones en *ledgers*, sin necesidad de una entidad coordinadora central. Estas transacciones son inmutables por su sellado de tiempo y rastreables por los individuos que tienen autorización.¹⁵

Las redes distribuidas pueden ser permissionadas o no, dependiendo de si los participantes de la red necesitan o no permiso de alguna entidad para realizar cambios en el *ledger*. A su vez, pueden ser públicas o privadas, dependiendo de si a los *ledgers* puede acceder cualquiera o solo los nodos participantes en la red.

El *Blockchain*, desarrollado de la mano del *whitepaper* de Bitcoin ideado por Satoshi Nakamoto en 2008, es el tipo más común de red DLT. *Blockchain* se puede traducir

¹³ ITU-T Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology (2019). *Technical Specification FG DLT D1.1. Distributed ledger technology terms and definitions*. Recuperado el 06/03/2024 de <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Documents/d11.pdf>

¹⁴ Ibáñez Jiménez, J. W. (2021). *Tokens valor (security tokens). Régimen de los criptoactivos negociables y sus mercados (MICAs)* (p. 59). Editorial Reus.

¹⁵ *Ibid.*

directamente al castellano como “cadena de bloques” y de ahí que las transacciones se agrupan para formar bloques, los cuales se unen entre sí en orden cronológico para formar una cadena.

Según la definición de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el *Blockchain* es “un tipo de registro distribuido que está compuesto por datos registrados digitalmente dispuestos como una cadena de bloques en crecimiento sucesivo, con cada bloque enlazado criptográficamente y protegido contra manipulación y revisión”.¹⁶

Como señala el director del Observatorio Fintech Everis-Comillas, Javier Wenceslao Ibáñez Jiménez, en su artículo *Blockchain, ¿el nuevo notario?*, “el *Blockchain* se basa en integrar ficheros informáticos, relacionados matricialmente por identificadores o códigos (por ejemplo, alfanuméricos), según combinaciones generadas con algoritmos, en múltiples ordenadores y de forma idéntica en todos. Lo cual, cuando un número suficiente de usuarios participa en el sistema, permite la perfecta, irreversible y sincrónica identificación del contenido incorporado a aquellos ficheros”.¹⁷

La criptografía, según la definición de la Organización Internacional de Normalización, es “una herramienta importante de seguridad informática que se ocupa de técnicas para almacenar y transmitir información de manera que se evite el acceso o la interferencia no autorizados”.¹⁸ En el contexto de las DLTs, la criptografía desempeña un papel fundamental al garantizar la identificación de los participantes, la autenticación, la confirmación de los registros de datos y el consenso seguro sobre las actualizaciones del *ledger*. Al proponer alteraciones, los participantes se autentican a sí mismos mediante firmas digitales criptográficas, y los validadores verifican meticulosamente estas credenciales. Además, las herramientas criptográficas se utilizan para imponer restricciones de acceso a los datos, permitiendo que solo las partes autorizadas vean la información pertinente.

¹⁶ ITU-T Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology, *op. cit.*

¹⁷ Ibáñez Jiménez, J. W. (2016). *Blockchain, ¿el nuevo notario?* Everis NTT Data. Recuperado el 28/11/2023 de https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/14564/Blockchain_el_nuevo_notario.pdf?sequence=1

¹⁸ International Organization for Standardization (s.f). *What is cryptography?* Recuperado el 10/03/2024 de <https://www.iso.org/information-security/what-is-cryptography>

En el empleo del *Blockchain*, un elemento clave es la tecnología de doble clave asimétrica, que es un método de encriptación que garantiza la seguridad de las transacciones mediante claves públicas y privadas vinculadas de forma matemática mediante un algoritmo. Según la definición de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, la criptografía de clave pública implica el uso de una clave pública y una clave privada correspondiente para cifrar y descifrar, donde la clave pública se difunde y la clave privada solo es conocida por el propietario.¹⁹ Las claves públicas encriptan la información y las claves privadas la desencriptan. Todos los nodos de la red tienen acceso a aquello encriptado mediante la clave pública, que a su vez permite confirmar la identidad del remitente e identificar al destinatario. Para realizar transacciones sobre *tokens*, se requiere la clave privada, que garantiza la confidencialidad, integridad y autenticidad. En caso de perderse la clave privada, se dejará de tener el derecho a disponer de los activos ya que equivale a una contraseña. Por esta razón, es de gran importancia la adecuada protección de las claves privadas.

En el *Blockchain*, a cada transacción nueva se le aplica una función *hash* criptográfica. El proceso de *hashing* consiste en la introducción de datos de entrada de longitud indefinida, sometidos a algoritmos específicos y aplicando una huella digital para generar un resultado con una longitud definida, conocido como *hash*. El *hashing* emplea un sellado de tiempo y es unidireccional; esto implica que para una entrada original solo es posible un *hash*, y es improbable que otra entrada tenga el mismo *hash*. A través del *hash*, se pueden detectar alteraciones en los datos de las transacciones, dado que al calcularse de nuevo el *hash*, éste será diferente al que se creó originalmente. Los *hashes* se encuentran en bloques que pueden contener varias transacciones. Los bloques se someten a la aplicación de una firma digital con el objeto de establecer una conexión entre el remitente y el contenido del bloque, garantizando así la veracidad de la información. Estas firmas digitales están legalmente reconocidas como equivalentes a las firmas físicas.²⁰

La seguridad que proporciona la criptografía de doble clave se complementa con los mecanismos de consenso utilizados por los nodos de la red para garantizar la legitimidad de las

¹⁹ ITU-T Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology, *op. cit.*

²⁰ Natarajan, H., Krause, S. y Gradstein, H. (2017). Distributed Ledger Technology (DLT) and Blockchain. *World Bank Group*. Recuperado el 15/01/2024 de <https://documents1.worldbank.org/curated/en/177911513714062215/pdf/122140-WP-PUBLIC-Distributed-Ledger-Technology-and-Blockchain-Fintech-Notes.pdf>

operaciones y la confianza. Estos mecanismos, abordan los conflictos que puedan surgir cuando se produzcan simultáneamente dos operaciones que hacen referencia al mismo instrumento financiero. Por otro lado, eliminan la necesidad de realizar conciliaciones manuales de datos, disminuyen las disputas y fomentan un mayor intercambio de datos.

Como ejemplos de mecanismo de consenso, destacar *Proof-of-Work*, *Proof-of-Stake* y *Proof-of-Authority*. Dependiendo del enfoque que se adopte, el alcance de la red y el consumo de energía van a cambiar considerablemente.

Proof-of-Work es empleado por Bitcoin y se le conoce como *mining*. En este mecanismo, los nodos van a competir por la resolución de puzzles complejos para validar transacciones y posteriormente añadirlas a la cadena de bloques. Esto supone llevar a cabo tareas computacionalmente exigentes y gran consumo de energía, lo que a largo plazo va a suponer grandes impactos medioambientales negativos. Para fomentar la participación, el primer nodo que resuelve el puzzle recibe criptomonedas como recompensa. El proceso es una operación de *hash* inverso donde se busca un número de tal manera que al aplicar el algoritmo criptográfico de *hash* a los datos del bloque se obtenga un valor que sea menor que un umbral predeterminado. El mecanismo *Proof-of-Work* garantiza la seguridad dificultando los ataques maliciosos al necesitarse un ordenador más potente que el 51% de la red para introducir un bloque (ataques del 51%).²¹

Por otro lado, tenemos el mecanismo *Proof-of-Stake*, en el cual se le da más peso a la antigüedad sobre el poder computacional y se exige demostrar la propiedad de un activo como prueba. No hay competición entre los nodos, dado que el creador del bloque es elegido aleatoriamente mediante un algoritmo basado en la participación del usuario en una emisión determinada de *tokens*. Al tener *tokens* en posesión, se otorga el derecho de crédito de recibir *tokens* adicionales en la medida en que se completen y agreguen bloques a la cadena. El mecanismo *Proof-of-Stake* garantiza la seguridad dificultando que se puedan añadir bloques

²¹ Rosic, A. (2023). Proof of Work vs Proof of Stake: Basic Mining Guide. *Blockgeeks*. Recuperado el 13/12/2023 de <https://blockgeeks.com/guides/proof-of-work-vs-proof-of-stake/>

maliciosos, al exigirse que se tenga en propiedad al menos el 51% de todos los *tokens* de la red.²²

Por último, *Proof-of-Authority* permite una mayor eficiencia y velocidad, ya que, a diferencia de los dos mecanismos previamente expuestos, emplea un número limitado de validadores y se basa en la identidad y la autoridad de los participantes, en lugar de depender de la capacidad computacional o la tenencia de activos.²³

Habiéndose realizado con éxito la validación y consenso en la cadena de bloques, la transacción legítima se agrupa con otras transacciones en un bloque, el cual se vincula con otros bloques anteriores usando la firma *hash* del bloque anterior, y se actualiza la cadena. Los mecanismos de validación garantizan la inmutabilidad al no poderse alterar la información contenida en la DLT, pues está recogido el historial de las transacciones en cada bloque. Si alguien intenta cambiar un bloque que ya fue acordado en la cadena de bloques, la relación matemática entre ese bloque y los bloques siguientes se rompe. Esto sucede porque los bloques posteriores están vinculados a la firma *hash* del bloque original. En esta situación, la red detecta la modificación y rechaza el bloque alterado. Para restablecer el vínculo matemático correcto, la red utiliza un mecanismo de consenso para descartar la versión alterada y mantener la integridad de la cadena de bloques. Por ello, si se desea, por ejemplo, llevar a cabo una modificación o alteración de situaciones jurídicas, como la rescisión de contratos, se deberá llevar a cabo mediante la realización de nuevas transacciones.

3.2. TOKENS

La Unión Internacional de Telecomunicaciones define los *tokens* como “representaciones digitales de valor en un *ledger* compartido o distribuido, cuya propiedad y seguridad se

²² *Ibid.*

²³ Cooling, S. (2023). Proof-of-Authority (PoA) o Prueba de autoridad. *Techopedia*. Recuperado el 09/12/2023 de <https://www.techopedia.com/es/definicion/proof-of-authority-poa-o-prueba-de-autoridad>

establecen a través de técnicas criptográficas para garantizar su autenticidad y prevenir su alteración o manipulación sin el consentimiento del propietario”.²⁴

Los *tokens* en una red DLT se mueven de un titular a otro mediante la vinculación de transacciones en orden cronológico. Pese a que no hay transferencia posesoria física de la representación cifrada de la transacción (*hash*), la información sobre la propiedad de los *tokens* queda registrada de manera tangible en la cadena de bloques. Su carácter descentralizado, junto con el empleo de claves criptográficas, representa un cambio significativo en la forma en que se concibe la propiedad y la posesión en comparación con el modelo centralizado tradicional previsto en el ámbito civil. Por ello, no es aplicable la *vindicatio rei* tal y como viene recogida en el artículo 348 del Código Civil.

Existen similitudes entre las anotaciones realizadas en un *token* desplegado en una red DLT y las anotaciones en cuenta realizadas en los mercados financieros. En primer lugar, se documenta un valor patrimonial que económicamente se considera un activo negociable. Por otro lado, el formato es electrónico y digital, y se registra externa y formalmente en un libro-registro, permitiendo el recuento, control y prueba de los activos registrados y su contenido económico.²⁵

La tokenización es el proceso de representar digitalmente un activo real existente en una red distribuida.²⁶ La representación directa se lleva a cabo mediante la vinculación del valor económico y los derechos derivados de estos activos en *tokens* digitales creados en la red DLT. Este proceso difiere considerablemente de los instrumentos derivados en los mercados financieros, donde el activo subyacente es diferente. Además, los derivados cumplen con funciones de especulación, arbitraje o cobertura en operaciones a plazo.²⁷

²⁴ ITU-T Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology, *op. cit.*

²⁵ Ibáñez Jiménez, J. W. (2021), *op. cit.*, pp. 71-73.

²⁶ Hileman, G. y Rauchs, M. (2017). Global Blockchain Benchmarking Study. *Cambridge Centre for Alternative Finance*. Recuperado el 15/12/2023 de <https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/global-blockchain/>

²⁷ Ibáñez Jiménez, J. W. (2021), *op. cit.*, p. 125.

Es de gran importancia llevar a cabo distinciones significativas entre aquellos activos que son nativos y aquellos otros que no lo son. Los nativos son aquellos activos digitales que se crean y existen exclusivamente en el *ledger*, mientras que los no nativos son aquellos que existen fuera del *ledger* y se representan digitalmente en la cadena de bloques reflejando los derechos que llevan asociados. Es clave subrayar que los activos reales que representan los *tokens* no nativos siguen existiendo fuera de la cadena. Por ello, se requerirá su custodia para que los *tokens* estén respaldados en todo momento, siendo de gran importancia una comunicación adecuada entre los ámbitos internos y externos de la cadena.

Los *tokens* se pueden clasificar atendiendo a la función predominante en el sinalagma contractual subyacente. Existen *tokens* financieros (*investment tokens*) que se vinculan a los contratos de inversión; y *tokens* de servicio (*utility tokens*) que otorgan al titular del *token* derechos relacionados con la prestación de un servicio. Además, están los *tokens* mixtos o híbridos (*hybrid tokens*), donde coexisten ambas funciones, y en términos legales, incorporan aspectos de contratos financieros y de prestación de servicios.²⁸

3.3. SMART CONTRACTS

En la actualidad, existe un fuerte impulso hacia la adopción de *smart contracts*, los cuales emplean un lenguaje programado con el objetivo de optimizar la eficiencia y la dinámica en las relaciones contractuales. Este enfoque busca revolucionar el proceso contractual al automatizar la ejecución de las obligaciones, evitando la litigiosidad. Sin embargo, el gran interrogante es saber qué ocurrirá con la interpretación contractual en caso de conflicto, incompletitud, ambigüedades y oscuridades en la redacción de los condicionados.²⁹

Según Christopher Clack, Vikram Bakshi y Lee Braine, los *smart contracts* son “un acuerdo automatizable y exigible. Automatizable por ordenador, aunque algunas partes pueden requerir

²⁸ *Ibid.*, p. 78.

²⁹ Veiga Copo, A.B. (2020). «Smart contract» y contrato de seguro. Una ecuación asimétrica y no sólo algorítmica. *Revista de Derecho del Sistema Financiero*, 0(0), pp. 119-184. Recuperado el 03/03/2024 de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/53117/Smart%20contract.pdf>

intervención y control humanos. Exigible ya sea por la aplicación legal de derechos y obligaciones o mediante la ejecución a prueba de manipulaciones de código informático”.³⁰

Actualmente, se observa una convergencia en la definición de *smart contract*, como se evidencia en ITU-T FG DLT D1.1. En este documento, se define como “un programa escrito en el sistema de registro distribuido que codifica las reglas para tipos específicos de transacciones en el sistema de registro distribuido de manera que puedan ser validadas y activadas por condiciones específicas”.³¹

Sin embargo, aún existen divergencias en cuanto a la definición de *legal smart contract*, aunque este desacuerdo está disminuyendo, como se puede observar en ITU-T FG DLT D4.1. En este último documento, se considera que un *legal smart contract* es “una representación posible de un acuerdo de *smart contract* legalmente vinculante ejecutado en una cadena de bloques”.³² La interpretación legal de un contrato puede diferir de la que se obtiene mediante la ejecución del código; por lo tanto, el código puede ser legalmente vinculante, excepto en los casos en que no lo sea, de acuerdo con la ley aplicable. Es importante que la ejecución del código no infrinja leyes obligatorias. En caso de que esto suceda, los remedios deben estar preestablecidos en la cadena (auto reparación del *smart contract*, arbitraje automatizado integrado o mecanismos de resolución de disputas) o fuera de ella (compensación externa).³³

En España, la ley no prohíbe los *smart contracts*, reconociendo su validez en principio y debiendo éstos cumplir con la regulación existente, como el Código Civil o el Código de Comercio. Tanto el artículo 1278 del Código Civil como el artículo 51 del Código de Comercio establecen que los contratos serán válidos jurídicamente, cualquiera sea la forma que adopten, si se cumplen las condiciones esenciales para su validez. Como consecuencia, la redacción de los *smart contracts* en código informático es válida. Además, dada su naturaleza electrónica,

³⁰ Clack, C.D., Bakshi, V.A. y Braine, L. (2016). Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions. *ArXiv*. Recuperado el 13/12/2023 de <https://arxiv.org/pdf/1608.00771.pdf>

³¹ ITU-T Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology, *op. cit.*

³² ITU-T Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology (2019). *Technical Report FG DLT D4.1. Distributed ledger technology regulatory framework*. Recuperado el 06/03/2024 de <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Documents/d41.pdf>

³³ *Ibid.*

la LSSI³⁴ es aplicable a los *smart contracts* y, según su artículo 23.1, al igual que se prevé en el artículo 1261 del Código Civil, para que un contrato celebrado por vía electrónica sea válido, debe contar con consentimiento, objeto y causa, y cumplir con los requisitos necesarios para la validez.

Los *smart contracts* son de gran utilidad en el contexto de la contratación de *tokens*. Estos contratos pueden recoger una descripción de la transacción como la conexión de los *tokens* y las DLTs. Además, ejecutan automáticamente una acción si se cumplen las condiciones recogidas en él, lo cual tiene implicaciones jurídicas en cuanto al cumplimiento de las prestaciones obligacionales. Por otro lado, sus características inherentes, que se detallan a continuación, los hacen preferibles en este ámbito frente a los contratos tradicionales.

En primer lugar, los *smart contracts* garantizan la seguridad y transparencia en el proceso de contratación de *tokens*. Al ser ejecutados automáticamente una vez que se cumplen las condiciones establecidas, se elimina la posibilidad de manipulación o fraude. Además, se proporciona confianza a todas las partes involucradas en el cumplimiento de los términos del contrato, ya que cada acción queda registrada automáticamente y es verificable en la DLT.

En segundo lugar, la capacidad autoejecutable de los *smart contracts* permite una automatización completa de la contratación de *tokens*. Una vez que se establecen los términos del contrato y se implementa la DLT, el proceso de emisión, transferencia y verificación de *tokens* se realiza de manera eficiente sin necesidad de intervención humana. Esto reduce significativamente los tiempos y costes en la contratación de *tokens*.

En tercer lugar, los *smart contracts* garantizan el cumplimiento de los términos del contrato al ejecutarse directamente las acciones cuando se cumplen las condiciones especificadas. Esto elimina la posibilidad de incumplimiento por parte de cualquiera de las partes y asegura que todas las transacciones de *tokens* se realicen de acuerdo con lo acordado. Además, al ser

³⁴ Ley 34/2002, de 11 de julio, de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico (BOE de 12 de julio de 2002).

inmutables una vez desplegados en la DLT, los *smart contracts* proporcionan un registro transparente y verificable de todas las transacciones.

Por último, la flexibilidad y personalización en la programación de los *smart contracts* permite adaptar el contrato a una amplia variedad de escenarios y requisitos. Desde simples transferencias de *tokens* hasta contratos más complejos, como los *tokens* derivados, que involucran múltiples partes y condiciones variables, los *smart contracts* pueden ser diseñados para satisfacer diversas necesidades y situaciones en el contexto de la contratación de *tokens*.

Pero a su vez, los *smart contracts* pueden generar nuevos desafíos y riesgos en la contratación de *tokens* como el empleo de códigos maliciosos o defectuosos. Además, la ejecución automática simultánea entre diferentes *smart contracts* puede dar lugar a patrones de comportamiento adversos e impredecibles.³⁵ Por ello, para mitigar estos riesgos es esencial implementar controles como auditorías del código y revisiones por expertos informáticos y jurídicos.

3.4. SERVICIOS DESCENTRALIZADOS SOBRE UNA RED DLT: EL CASO DEL SERVICIO DE CUSTODIA DE *TOKENS* Y CLAVES

La custodia es el servicio de salvaguardar los activos por parte de un sujeto, quien además llevará a cabo tareas administrativas relacionadas con los activos que tiene en posesión, como el manejo de las posiciones y la documentación.

Con la evolución constante de las nuevas tecnologías y la presencia cada vez más notable de activos digitales, las prácticas tradicionales de custodia van a necesitar ser actualizadas a través de soluciones técnicas vanguardistas para evitar el riesgo de apropiación indebida de los activos digitales.

³⁵ Löber, K. *et al.* (2017). Distributed ledger technology in payment, clearing and settlement. *Bank for International Settlements*. Recuperado el 17/11/2023 de <https://www.bis.org/cpmi/publ/d157.pdf>

En el ámbito de la custodia de *tokens*, es fundamental distinguir entre dos tipos de billeteras: las custodiales (*custodial wallets*) y las no custodiales (*non-custodial wallets*). Las billeteras custodiales confían en un proveedor de servicios centralizado para almacenar y gestionar claves privadas en nombre de sus usuarios,³⁶ mientras que las no custodiales requieren que los propios usuarios sean responsables de asegurar sus activos digitales y administrar sus claves privadas.³⁷

El Reglamento MiCA³⁸, prevé la custodia y administración de criptoactivos en nombre de terceros por proveedores de servicios de criptoactivos. Este proceso implica la gestión y control de criptoactivos, así como de los medios de acceso a los mismos, que pueden incluir claves criptográficas privadas (artículo 33). Por tanto, es obligatorio la intervención del custodio, no siendo posible las billeteras no custodiales, dadas las preocupaciones sobre la seguridad y la protección de los inversores.

En el contexto de los *tokens* y las DLTs, la custodia se centra en resguardar los *tokens* y las claves privadas que dan acceso a los mismos. Sin embargo, hay debates sobre si las claves privadas son herramientas técnicas o medios de custodia. Por un lado, el Banco Central Europeo sostiene que, un sector considera, que los servicios de custodia implican principalmente resguardar las claves privadas empleadas para llevar a cabo transacciones y acceder a activos digitales. Si se pierde la clave privada, el inversor puede perder el acceso a los instrumentos correspondientes y de ahí, la importancia de su custodia. En esta situación, habría una clave privada empleada por el custodio para gestionar la billetera y otra clave privada para administrar los activos digitales que contiene. Por otro lado, el Banco Central Europeo argumenta que, para otro sector, las claves privadas son herramientas técnicas para generar firmas digitales. Según este punto de vista, las claves privadas no son un medio de custodia, no sirven como prueba de propiedad ni facilitan la validación de transacciones. En

³⁶ Nair, V. y Song, D. (1-3 de mayo, 2023). *Decentralizing Custodial Wallets with MFKDF* [Conferencia]. 2023 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC), Dubai, Emiratos Árabes Unidos. Recuperado el 08/03/2024 de <https://doi.org/10.1109/ICBC56567.2023.10174998>

³⁷ Khade, A. V., Patel, H. R. y Modi, C. (6-8 de octubre, 2023). *Mnemonic Phrase Management and SIM Based Two-Factor Authentication (2FA) for Mobile Wallets in Blockchain* [Conferencia]. 2023 IEEE International Conference on Blockchain and Distributed Systems Security (ICBDS), Nava Raipur, India. Recuperado el 08/03/2024 de <https://doi.org/10.1109/ICBDS58040.2023.10346266>

³⁸ Reglamento (UE) 2023/1114 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de mayo de 2023, relativo a los mercados de criptoactivos y por el que se modifican los Reglamentos (UE) 1093/2010 y (UE) 1095/2010 y las Directivas 2013/36/UE y (UE) 2019/1937 (DOUE de 9 de junio de 2023).

consecuencia, los custodios de claves privadas pueden no tener las mismas capacidades que los custodios de valores tradicionales. Además, las preocupaciones se extienden a si el custodio se limita a respaldar las claves privadas o se garantiza la protección integral tanto de las claves privadas como de los activos que representan. Esta protección puede implicar la transferencia de activos a la dirección de la billetera digital del custodio, otorgando al custodio acceso directo, capacidades de custodia segura y la autoridad para transferir activos a través de diversos tipos de billeteras.³⁹

Javier Wenceslao Ibáñez Jiménez, cofundador de Alastria, en *Tokens Valor (Security Tokens)*, resalta la importancia de distinguir entre la custodia del registro de *tokens*, que se ejerce dentro de la propia red, en el *ledger* descentralizado que replican todos los nodos; su custodia extrarregistral a través de billeteras, implementada por *CASPs* custodios, quienes para proteger los derechos de propiedad de los inversores deben segregar los *tokens* ajenos con medidas preventivas de su insolvencia e impeditivas de transacciones sin consentimiento; y la custodia de las claves privadas de los operadores sobre *tokens*, que puede ser confiada a cualquier entidad custodio que se responsabilice de almacenar y asegurar las claves de encriptación generadas por las autoridades de registro o los sistemas de validación de la red, junto con la capacidad y los sistemas necesarios para recuperar, y en caso de ser necesario, reemplazar o renovar las claves.⁴⁰

4. POST-CONTRATACIÓN EN LOS MERCADOS DE VALORES

La post-contratación es una fase de gran importancia en los mercados de valores, que sucede a la fase de contratación donde se perfecciona el contrato. Esta etapa engloba las actividades de registro-custodia, compensación y liquidación.

El registro-custodia implica mantener un registro seguro y preciso de la titularidad de los instrumentos financieros, así como proporcionar servicios de custodia para garantizar la

³⁹ Rossetti, C. *et al.* (2021). The use of DLT in post-trade processes Advisory Groups on Market Infrastructures for Securities and Collateral and for Payments. *European Central Bank*. Recuperado el 15/01/2024 de https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.20210412_useofdltpostradeprocesses~958e3af1c8.en.pdf

⁴⁰ Ibáñez Jiménez, J. W. (2021), *op. cit.*, pp. 208-209.

seguridad de la transacción. Es crucial para asegurar la propiedad y la integridad de los activos involucrados en la transacción, protegiendo a las partes involucradas contra el riesgo de fraude o pérdida.

La compensación involucra la liquidación por diferencias o neteo de las transacciones sobre instrumentos financieros atendiendo a la posición deudora o acreedora de las partes. Este proceso es fundamental para mitigar el riesgo de contrapartida y garantizar que las obligaciones se cumplan de manera eficiente y efectiva.

La liquidación conlleva la transferencia efectiva de los instrumentos financieros y el pago correspondiente entre las partes. Representa el paso final en el flujo de la transacción y la extinción de las obligaciones, donde se materializan los compromisos financieros establecidos durante las negociaciones.

No obstante, algunos autores, como Alberto Javier Tapia Hermida, han propuesto dividir la post-contratación en dos funciones principales: compensación y liquidación. La compensación estará a cargo de las ECCs, mientras que la liquidación será responsabilidad de los Depositarios Centrales de Valores (DCVs). Este enfoque busca adaptar el proceso al régimen jurídico vigente.⁴¹

A nivel europeo, las funciones de post-contratación vienen reguladas en los Reglamentos (UE) 600/2014, 909/2014 y 2022/858. En España, están reguladas en el Real Decreto 814/2023, el cual ha derogado al Real Decreto 878/2015.

⁴¹ Tapia Hermida, A. J. (2017). La post-contratación en los mercados secundarios de valores: El sistema de compensación y liquidación de valores. *Documentos de trabajo del Departamento de Derecho Mercantil*, art. 107. Recuperado el 07/03/2024 de <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/347535ee-6d11-4ad2-bc44-493e15676e2b/content>

La entrada en vigor el 23 de marzo de 2023 del Régimen Piloto, conforme al Reglamento (UE) 2022/858, ha marcado un cambio substancial en la post-contratación al adaptar MiFIR⁴² al caso de los *tokens*. Este régimen busca explorar y desarrollar regulaciones que cubran emisión, custodia, administración, negociación y liquidación de instrumentos financieros basados en DLTs, reemplazando a las ECCs y los DCVs con mecanismos basados en DLTs.

Las DLTs, al ser descentralizadas, permiten que los inversores accedan directamente (artículos 4.2 y 5.5 del Reglamento (UE) 2022/858), mientras que en los centros de negociación tradicionales los inversores acceden mediante intermediarios financieros. Esto supone un cambio con lo previsto por MiFIR, que en su artículo 29 recoge que las transacciones que se lleven a cabo en mercados regulados de derivados deberán ser compensadas por una ECC. No obstante, el Régimen Piloto prevé que el uso de DLTs no privará a las ECCs y a los DCVs de la prestación de sus servicios respecto a los instrumentos financieros.

El Régimen Piloto introduce tres nuevas figuras: Sistemas Multilaterales de Negociación basados en DLT (DLT MTF), Sistemas de Liquidación basados en DLT (DLT SS) y Sistemas de Negociación y Liquidación basados en DLT (DLT TSS).

En primer lugar, los DLT MTF solo permiten el comercio de instrumentos financieros DLT y son operados por ESIs autorizadas por la Directiva MiFID II. Están sujetos al Reglamento (UE) 600/2014 y a la Directiva MiFID II. Estos sistemas son atractivos para aquellos emisores que desean beneficiarse de la liquidez y la mayor visibilidad al admitir la negociación de sus instrumentos financieros DLT en mercados europeos, así como para los inversores que habitualmente invierten en valores admitidos para negociar en MTF y desean diversificar sus carteras con instrumentos financieros DLT.⁴³

⁴² Reglamento (UE) 600/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de mayo de 2014 relativo a los mercados de instrumentos financieros y por el que se modifica el Reglamento (UE) n° 648/2012 (DOUE de 12 de junio de 2014).

⁴³ Clifford Chance (2022). EU pilot regime: Accelerating the development of a digital capital market in Europe. *European Capital Markets Monthly Briefing Series*. Recuperado el 09/03/2024 de <https://www.cliffordchance.com/content/dam/cliffordchance/briefings/2022/09/eu-pilot-regime-accelerating-the-development-of-a-digital-capital-market-in-europe.pdf>

En segundo lugar, los DLT SS son operados por DCVs autorizados por el Reglamento (UE) 909/2014 y sujetos al mismo. Este sistema se encarga de liquidar transacciones en instrumentos financieros DLT, al mismo tiempo que posibilita su registro inicial o la prestación de servicios de custodia relacionados con ellos.

Por último, los DLT TSS combinan los servicios realizados por los DLT SS y los DLT MTF en una única entidad, y son operados por DCVs y ESIs autorizados. Están sujetos tanto a la Directiva MiFID II como a los Reglamentos (UE) 600/2014 y 909/2014. La realización de estas actividades en una única entidad no está prevista en la normativa existente, buscando la especialización del riesgo y la desagregación para fomentar la competencia. En caso de que se lleven a cabo tanto la negociación como la liquidación en una DLT, el Reglamento prevé que deberá estar gestionado por una ESI o un organismo rector del mercado autorizado, o bien por un DCV legitimado.

Al haber un vacío legal dadas las características jurídicas, tecnológicas y operativas de las DLTs en relación a la regulación de la transparencia, fiabilidad o seguridad, las vigentes normas son restrictivas al empleo de DLTs. Por ello, en el Régimen Piloto se recoge que estos sistemas están exentos de algunos requisitos exigidos por el Reglamento (UE) 909/2014 y MiFID II sobre la prevención y corrección de fallos en la liquidación, requisitos de participación y transparencia. Dichas exenciones deben contar con unas garantías adecuadas y durarán como máximo 6 años, pueden ser revocadas y solo son válidas durante la vida del Régimen Piloto.

5. IMPACTO DE LAS DLTS EN LOS MERCADOS ORGANIZADOS DE DERIVADOS

Numerosos organismos internacionales reconocen el gran impacto positivo transformador que las DLTs pueden provocar en los mercados financieros. A continuación, se procede a analizar el impacto de las DLTs en los mercados organizados de derivados.

5.1. SMART CONTRACTS Y DERIVADOS

Los *smart contracts* son una herramienta propicia para implementar los *tokens* derivados, y las DLTs un soporte idóneo para los *smart contracts*.

En el ámbito de los *tokens* derivados, el proceso de funcionamiento de los *smart contracts* sigue una serie de pasos. En primer lugar, un intermediario puede enviar una orden de ejecución de un contrato de derivados, el cual contiene las claves privadas del vendedor y comprador, así como los detalles del acuerdo, como el activo subyacente, el precio de ejercicio y la fecha de vencimiento. Una vez que se recibe la orden, se ejecuta el *smart contract* correspondiente, el cual se conecta a las DLTs para verificar la disponibilidad del activo subyacente y la cantidad de garantía requerida. El *smart contract* también puede verificar el cumplimiento de otras condiciones, como los límites de exposición o las condiciones de margen. Si todas las condiciones se cumplen, el *smart contract* procede a realizar la transferencia del derivado, ya sea en forma de pago o en la forma acordada en el contrato. Las partes ya no dependen de un intermediario para asegurar la ejecución del contrato, sino que confían en el código del *smart contract* y en la infraestructura de la DLT. Es incluso factible que los *smart contracts* se ejecuten basándose en información externa al sistema DLT. Se podrían incorporar oráculos, que son servidores informáticos diseñados para monitorear datos, como noticias, con la finalidad de verificar la veracidad de las afirmaciones proporcionadas por el usuario. Estos oráculos siguen únicamente las instrucciones programadas, eliminando el riesgo de colusión con una contraparte, dado que no involucran intervención humana.⁴⁴ Estos cambios suponen una disminución de los costes y un aumento de la eficiencia al mejorar la velocidad y la certeza de la ejecución del contrato.

A modo de ejemplo, en un mercado de derivados, un *smart contract* en una DLT puede recoger una opción *call* sobre una acción de Tesla con un *strike* de 50 Euros. Si al vencer el contrato la acción se encontrase por encima de 50 Euros, el *smart contract* ejecutaría automáticamente la opción de compra de las acciones. Esta capacidad de automatización y ejecución basada en la

⁴⁴ Priem, R. (2020). Distributed ledger technology for securities clearing and settlement: benefits, risks, and regulatory implications. *Financial Innovation*, 6, art. 11. Recuperado el 19/12/2023 de <https://doi.org/10.1186/s40854-019-0169-6>

lógica condicional es una de las razones por las cuales los *smart contracts* y las DLTs son herramientas idóneas para la implementación de *tokens* derivados.

En los contratos de derivados, hay que distinguir entre las cláusulas operativas y las que no lo son, dado que éstas últimas en ocasiones van a ser difíciles de automatizar. Las cláusulas operativas suelen incluir instrucciones que dependen de condiciones lógicas. Así, si ocurre un evento específico o se alcanza un momento determinado, se realizará una acción predefinida de manera segura como podría ser el ejercicio de una opción de compra. En cambio, las cláusulas no operativas carecen de instrucciones que sigan tal lógica y van a hacer referencia a aspectos como la posibilidad de insolvencia o la relación legal entre las partes.⁴⁵

Es crucial que los *smart contracts* de derivados que se lleven a cabo cumplan los estándares exigibles tanto a los contratos de derivados como a los *smart contracts*, que pueden ser regulatorios, legales, comerciales y tecnológicos, entre otros. Además, es esencial que los abogados revisen y validen las cláusulas codificadas para garantizar que su efecto legal sea preciso y refleje la intención original de las partes involucradas. Esto es importante porque los contratos de derivados a menudo están interconectados, lo que significa que cualquier error en un contrato podría tener repercusiones en otros. Por ejemplo, un contrato de derivados empleado para hacer la cobertura de la exposición creada por otro derivado.⁴⁶

5.2. TOKENS CON ESTRUCTURA DE PRODUCTOS DERIVADOS

Los *tokens* con estructura de productos derivados son una alternativa descentralizada a la negociación de productos derivados, tanto en mercados organizados como en mercados OTC.

Cumplen las mismas funciones que los derivados tradicionales, pero beneficiándose de la descentralización de las DLTs, evitando así las tareas de registro, compensación y liquidación

⁴⁵ Tredgett, R. *et al.* (2019). ISDA Legal Guidelines for Smart Derivatives Contracts Introduction. ISDA. Recuperado el 17/12/2023 de <https://www.isda.org/a/MhgME/Legal-Guidelines-for-Smart-Derivatives-Contracts-Introduction.pdf>

⁴⁶ *Ibid.*

llevadas a cabo por ECCs, DCVs o miembros del mercado que realizan la liquidación de transacciones⁴⁷ (artículos 142, 143 y 145 del Real Decreto 814/2023). Estos sujetos han sido de gran importancia en los últimos años, tras la crisis financiera de 2008, en la realización de custodia de anotaciones y reducción del riesgo crediticio. Las funciones de registro, compensación y liquidación puede llevarlas a cabo el propio *ledger* en una DLT, ya que las partes involucradas pueden realizar la contrapartida en el propio registro distribuido, siguiendo un modelo de intercambio entre pares (P2P). Pero también puede darse el caso de que la gobernanza fije mecanismos de ECC fuera de la red.⁴⁸ Estas dos alternativas marcan la diferencia substancial entre DeFi (finanzas descentralizadas) y CeFi (finanzas centralizadas), siendo los servicios de plataforma y registro en el primer caso en la cadena de bloques (*on-chain*) y, en CeFi, fuera de ella (*off-chain*).

Los *tokens* con estructura de productos derivados no son en sí una inversión en el sentido de financiación, según el Test Howey⁴⁹, en virtud del cual hay un contrato de inversión cuando se invierte dinero en una empresa común con una expectativa razonable de obtener ganancias del esfuerzo de otros.⁵⁰ La razón es que su función principal no es otorgar financiación directa, sino más bien gestionar riesgos, facilitar la especulación sobre movimientos de precios o permitir la exposición a ciertos activos sin tener que poseerlos directamente. No obstante, sí son considerados una inversión según la LMVSI (artículo 125), y MiFID II (anexo I). Por ello, están sujetos a la normativa MiFID II y MiFIR, requiriendo la supervisión por parte de las autoridades financieras en condiciones similares a las anotaciones en cuenta y otros valores negociables representados por diversos mecanismos. Las DLTs se presentan como una alternativa eficiente que tendrá que ser evaluada en los correspondientes *sandboxes* regulatorios.

⁴⁷ Ibáñez Jiménez, J. W. (2021), *op. cit.*, p. 134.

⁴⁸ *Ibid.*, p. 208.

⁴⁹ “SEC v. W.J. Howey Co.”, Sentencia del Tribunal Supremo de los Estados Unidos 328 U.S. 293, de 27 de mayo de 1946, Justia Law. Recuperado el 10/01/2024 de <https://supreme.justia.com/cases/federal/us/328/293/>

⁵⁰ U.S. Securities and Exchange Commission (2023). *Framework for “Investment Contract” analysis of Digital Assets*. Recuperado el 09/01/2024 de <https://www.sec.gov/corpfin/framework-investment-contract-analysis-digital-assets>

5.3. CRIPTOMONEDAS Y DERIVADOS

Siguiendo lo contemplado por el Banco de España, las criptomonedas, también conocidas como monedas digitales o virtuales, son medios de pago descentralizados que carecen de soporte físico y se fundamentan en un algoritmo matemático llamado *Blockchain*. Estas monedas no cuentan con respaldo por parte de un Banco Central para garantizar su valor, y su precio fluctúa según las variaciones en la oferta y demanda del mercado. No hay una obligación generalizada de aceptarlas como medio de pago, y no se consideran depósitos de valor ni unidades de cuenta estables. En consecuencia, las criptomonedas no compiten directamente con las monedas oficiales, sino que son consideradas activos especulativos de alto riesgo.⁵¹

De manera similar a otros activos, las criptomonedas pueden ser empleadas como activos subyacentes en los derivados, originando así los conocidos derivados ligados a criptomonedas.

Los derivados ligados a criptomonedas enfrentan el desafío de la volatilidad, dado que los precios de las criptomonedas pueden experimentar variaciones en cualquier momento sin notificación previa, generando un riesgo considerable para los inversores en la economía criptográfica. A pesar de esta inestabilidad, las oscilaciones de precios se perciben como oportunidades rentables y los inversores llevan a cabo estrategias especulativas y de cobertura.

La mayor cantidad de derivados ligados a criptomonedas tienen como activo subyacente Bitcoin o Ethereum, siendo las dos criptomonedas con mayor capitalización de mercado.⁵² Específicamente, los principales instrumentos derivados que han surgido a partir de estas criptomonedas son opciones, futuros y *swaps* perpetuos.

⁵¹ Banco de España (s.f.). *¿Qué son las criptomonedas?* Recuperado el 19/11/2023 de <https://www.bde.es/wbe/es/areas-actuacion/politica-monetaria/preguntas-frecuentes/definicion-funciones-del-dinero/que-son-criptomonedas.html>

⁵² CoinMarketCap (s.f.). *Cryptocurrency prices, charts and market capitalizations*. Recuperado el 19/12/2023 de <https://coinmarketcap.com/>

En España, la CNMV, el 7 de septiembre de 2023, autorizó a BME Clearing SAU llevar a cabo servicios de compensación de futuros sobre índices ligados a la evolución de las criptomonedas Bitcoin y Ethereum. Estos futuros van a ser liquidados en dólares dentro de un marco regulado y supervisado.⁵³ Esta nueva función viene recogida en el Reglamento de BME Clearing SAU en el artículo 2.1 que recoge sus servicios y funciones. En ningún momento BME Clearing va a poseer ni custodiar las criptomonedas.

Si bien BME Clearing no será la primera ECC en ofrecer estos servicios, será la primera autorizada en Europa a realizar el proceso de compensación siguiendo los rigurosos procedimientos de verificación exigidos por la regulación europea para este tipo de productos, contando además con la opinión favorable de las autoridades europeas que conforman el Colegio de supervisores de BME Clearing, del CCP Supervisory Committee de ESMA y del Consejo de Supervisores de ESMA.⁵⁴

En las Condiciones Generales del Segmento de Derivados de Activos Digitales⁵⁵ se establece que tanto las garantías como la liquidación de estos futuros van a ser en efectivo. El precio de liquidación a vencimiento va a ser calculado con la media aritmética que el precio del índice de referencia tenía durante los 60 minutos anteriores al vencimiento del contrato. Además, se contempla la posibilidad de que BME Clearing SAU excluya los contratos de la negociación en caso de eventos que causen una ausencia prolongada de precios en los libros de órdenes del centro de negociación. Tales eventos pueden incluir reducciones drásticas en los volúmenes de negociación de criptomonedas, interrupciones prolongadas en la negociación de criptomonedas de referencia o su desaparición, o cualquier otro factor que afecte significativamente la liquidez y no se espere una recuperación a corto plazo.

⁵³ Comisión Nacional del Mercado de Valores. (2023). *La CNMV autoriza a BME Clearing la compensación de futuros ligados a criptodivisas destinados a inversores profesionales*. Recuperado el 20/12/2023 de <https://www.cnmv.es/WebServices/VerDocumento/Ver?t=%7b88086c57-a335-433e-b1b6-b5376953ac1b%7d>

⁵⁴ *Ibid.*

⁵⁵ BME Clearing SAU (2023). *Condiciones Generales del Segmento de Derivados de Activos Digitales*. Recuperado el 10/01/2024 de <https://www.bmeclearing.es/docs/Normativa/esp/cgenerales/2023/231120-CG-Segmento-de-Derivados-Activos-Digitales-Fecha-vigor-5dic23.pdf>

Destacar que, dada su alta volatilidad e incertidumbre, estos contratos van dirigidos exclusivamente a inversores institucionales que poseen herramientas adecuadas para gestionar el riesgo. Por ello, se ha fijado un notional alto, exigiendo una unidad de Bitcoin y diez de Ethereum por cada contrato, sin posibilidad de fracción. Además, los vencimientos van a ser trimestrales, con la posibilidad de introducir mensuales.

Todas estas iniciativas buscan proporcionar un acceso más seguro y estandarizado a estos instrumentos que recaen sobre derivados que son complejos, así como sobre criptomonedas que son de alto riesgo.

5.4. DLTS Y POST-CONTRATACIÓN DE DERIVADOS COMO CASO PARTICULAR DE POST-CONTRATACIÓN

En la actualidad, los procesos de post-contratación de derivados están centralizados y conllevan una gran cantidad de acciones manuales entre las que se encuentran el mantenimiento de registros sobre la propiedad, valoraciones continuas y acuerdos de garantías entre sistemas.⁵⁶ La descentralización inherente de las DLTs, formadas por múltiples *ledgers* interoperables, y los *smart contracts*, pueden optimizar y automatizar el procesamiento de las transacciones, permitiendo reducir costes y riesgos en los mercados de derivados, caracterizados por una marcada presencia de intermediación.⁵⁷

En las DLTs empleadas para la negociación de *tokens* derivados, se deben distinguir las siguientes clases de *ledgers*: el *ledger* de los activos, integrado por activos tokenizados que se emplean como garantías para los derivados; el *ledger* de los derivados, compuesto por

⁵⁶ Priem, R., *op. cit.*

⁵⁷ Según un informe llevado a cabo en 2023 por Global Financial Markets Association junto a Boston Consulting Group, Clifford Chance y Cravath, Swaine & Moore LLP, las DLTs disminuirán 20 billones de dólares anuales en los costes de compensación y liquidación. (Choudhury, R. *et al.* (2023). Impact of Distributed Ledger Technology in Global Capital Markets. *GFMA*. Recuperado el 17/12/2023 de <https://www.gfma.org/wp-content/uploads/2023/05/impact-of-dlt-on-global-capital-markets-full-report.pdf>)

algoritmos de ejecución y *smart contracts* que recogen la intención de las partes; y el *ledger* de efectivo, para realizar los pagos permitiendo la liquidación casi en tiempo real.⁵⁸

Estas tecnologías son relativamente recientes, encontrándose la industria aún en una fase de experimentación y exploración, contemplando varias alternativas.

Dado el alto grado de regulación de los mercados organizados de derivados, actualmente se pueden prever DLTs permitidas, privadas y jerárquicas, en las que únicamente sujetos de confianza tengan la capacidad de leer, iniciar y validar transacciones en el *ledger*, y únicamente algunas partes podrán tener una copia completa del *ledger* o acceder a toda la información registrada en él. Esto implica la imposición de límites a las ventajas del carácter descentralizado de las DLTs, pero garantiza la confianza y el control requerido en los mercados financieros.

MiFIR en su artículo 29 recoge que las transacciones que se lleven a cabo en mercados regulados de derivados deberán ser compensadas por una ECC. Por ello, en la actualidad, ante la presencia de una ECC, dado que la aplicación del Régimen Piloto no está prevista para los *tokens* derivados, una posibilidad sería que ambas partes presenten su oferta y demanda a los intermediarios financieros, quienes luego lo publican en la DLT.⁵⁹ Corresponde a la ECC emparejar las órdenes y mediante novación, entrar en el contrato permitiendo compensar las posiciones.⁶⁰ La novación implica dos contratos y se introduce en el *ledger* de los derivados. Las garantías se depositan bien en el *ledger* de efectivo, o bien en el *ledger* de activos conectado al *ledger* de los derivados mediante nodos. Los *smart contracts* calculan automáticamente las posiciones, recibiendo información sobre los movimientos de precios del *ledger* de los activos a través de oráculos.⁶¹ Al vencimiento o cuando, por ejemplo, un titular desee ejecutar el

⁵⁸ Münch, D. y Swiatkowski, J. (2018). OTC-Derivatives and Distributed Ledger Technology. A scenario on how blockchain could disrupt the prevailing post-trading landscape. *BearingPoint*. Recuperado el 10/11/2023 de https://www.bearingpoint.com/files/OTC_Derivatives.pdf?download=0&itemId=545618

⁵⁹ Patsinaridis, G. (2018). Blockchain revolution: Mitigating systemic risk in OTC derivatives. *SSRN*. Recuperado el 18/11/2023 de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3530443

⁶⁰ Van de Velde, J. *et al.* (2016). Blockchain in Capital Markets. The Prize and the Journey. *Oliver Wyman*. Recuperado el 12/01/2024 de <https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2016/feb/BLOCKCHAIN-IN-CAPITAL-MARKETS.pdf>

⁶¹ Surujnath, R. (2017). Off The Chain! A Guide to Blockchain Derivatives Markets and the Implications on Systemic Risk. *Fordham Journal of Corporate & Financial Law*, 22 (2), art. 3. Recuperado el 03/01/2024 de <https://ir.lawnet.fordham.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1440&context=jcfl>

derivado, el *smart contract* del derivado calcula y cierra automáticamente la obligación compensada y el pago se liberará automáticamente en el *ledger* de efectivo después de la terminación del contrato.⁶² En cuanto al *ledger* de activos, este podría ser una billetera donde cada parte tenga la cantidad de garantías necesarias y el *smart contract* pueda tomar automáticamente las garantías. Las ECCs deberán asegurarse de que siempre haya fondos suficientes para poder proporcionar garantías cuando sea necesario. En el caso de que no se presenten garantías suficientes o ninguna garantía en absoluto, el *smart contract* del derivado podría darlo por terminado automáticamente y proteger a las contrapartes de pérdidas adicionales.⁶³

Otra posibilidad, no contemplada en la actualidad conforme al artículo 29 de MiFIR y el Régimen Piloto para los *tokens* derivados, es la sustitución de la ECC por un nodo notarial que combina los *ledgers* anteriormente mencionados. El nodo va a transferir la información de la transacción y validar que se cumplen los requisitos de compensación, así como verificar que las garantías están disponibles para su liquidación. Todo esto va a reducir el número de procesos manuales llevados a cabo, aumentando la eficiencia.⁶⁴

Por último, otra opción, tampoco prevista actualmente según el artículo 29 de MiFIR y el Régimen Piloto para los *tokens* derivados, sería un sistema descentralizado donde los participantes tendrían la capacidad de llevar a cabo transacciones P2P o entre pares. La DLT actúa como registro descentralizado de la información de la operación y como contraparte para todas las partes que la realizan. Son los mecanismos de validación quienes permiten verificar las transacciones sin depender de un tercero de confianza. Además, no es necesario contar con terceros intermediarios para almacenar, transferir y liquidar los activos respaldados por garantías.⁶⁵

El empleo de DLTs y *smart contracts* en los mercados organizados de derivados hace pensar que las ECCs no son necesarias nunca más. La principal razón es que pueden llevar a cabo

⁶² Van de Velde, J. *et al.*, *op. cit.*

⁶³ Priem, R., *op. cit.*

⁶⁴ Münch, D. y Swiatkowski, J., *op. cit.*

⁶⁵ *Ibid.*

funciones como valorar contratos, realizar la novación, custodiar las garantías, gestionar la liquidación y garantizar que ambas partes sean propietarias del activo antes de la realización de la transacción. Todo esto permite reducir la complejidad y aumentar la eficiencia de la liquidación pudiendo incluso realizarse en tiempo real (T+0).

Por otro lado, las DLTs permiten eliminar el riesgo sistémico vinculado a las ECCs, ya que éstas pueden dar lugar a una inestabilidad significativa o incluso el colapso completo de un sector industrial o de la economía. A las ECCs se las considera “demasiado grandes, interconectadas y apalancadas para fallar”, pero en el caso de que quiebrasen, producirían un gran impacto en la economía al estar vinculadas con diversas instituciones financieras. La descentralización llevada a cabo por las DLTs y la ausencia de un único punto de fallo, al haber múltiples nodos que replican la información, permite reducir los riesgos sistémicos que conlleva la excesiva centralización.⁶⁶

En lo que respecta al riesgo de contrapartida, éste seguirá existiendo, dado que los derivados son contratos a plazo con una fecha de vencimiento en los que la negociación y liquidación no se lleva a cabo de forma simultánea. Por ello, es poco probable que las DLTs eliminen totalmente el riesgo de contrapartida, dado el largo período de tiempo durante el cual las partes pueden incurrir en incumplimiento.

Además, con el carácter secuencial e inmutable del *Blockchain*, el neteo de las posiciones se complica. En ausencia de neteo, las partes no pueden reducir la exposición en caso de insolvencia de la contraparte, consolidando todas las exposiciones económicas relacionadas con sus transacciones en una única suma neta. Como consecuencia, los participantes deberán tener inmediatamente los fondos disponibles para llevar a cabo el pago en tiempo real y por ello, se exigirán mayores garantías.⁶⁷

⁶⁶ Surujnath, R., *op. cit.*

⁶⁷ European Securities and Markets Authority (2016). *Discussion Paper on the Distributed ledger Technology Applied to Securities Markets*. Recuperado el 26/12/2023 de https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/2016-773_dp_dlt.pdf

Como consecuencia de todo lo anterior, la intervención de ECCs y DCVs seguirá siendo necesaria en la actualidad. Además, estas entidades comenzarán a ofrecer nuevos servicios como la validación, la custodia de las claves privadas y la gestión de la introducción o cancelación de *tokens* en el *ledger*.

6. DESAFÍOS DE LAS DLTs EN LOS MERCADOS ORGANIZADOS DE DERIVADOS

El empleo de las DLTs en los mercados organizados de derivados presenta una serie de desafíos significativos.

En primer lugar, el empleo de las DLTs en los mercados organizados de derivados presenta el desafío de la interoperabilidad entre las distintas infraestructuras heterogéneas que deberán ser compatibles entre sí, garantizando la conexión entre los mercados y la realización de transacciones financieras de forma rápida y eficiente. Las principales diferencias girarán en torno al registro y estructura de los datos, los protocolos y los algoritmos de consenso. La interoperabilidad se deberá dar tanto entre las distintas DLTs como entre éstas y las infraestructuras existentes, dado que su implementación será gradual y en un período de tiempo coexistirán ambas. En el mercado se están llevando a cabo varias iniciativas que buscan establecer protocolos y estándares comunes por sujetos como la Fundación HyperLedger Linux, y el Consorcio R3.⁶⁸ El Banco Central Europeo prevé dos modelos para alcanzar la interoperabilidad. Por un lado, un modelo de terceros de confianza, en el cual un tercero elegido por los miembros de la red validará la operación y normalmente se llevará a cabo fuera de la cadena. Por otro lado, un modelo de enlace directo, que garantiza la interoperabilidad mediante acuerdos técnicos como *smart contracts* o *atomic swaps*.⁶⁹

En segundo lugar, las DLTs se caracterizan por su transparencia y confianza. Todos los participantes pueden observar la información contenida en los *ledgers* y duplicarla en sus propios *ledgers*. En los mercados financieros donde la confidencialidad es muy importante, se

⁶⁸ Priem, R., *op. cit.*

⁶⁹ Rossetti, C. *et al.*, *op. cit.*

conocería toda la información de las transacciones incluyendo el valor y volumen de los activos. Esta transparencia, especialmente en DLTs públicas, puede dar lugar a problemas de confidencialidad o competencia en los mercados financieros, violando leyes como el RGPD⁷⁰. La inmutabilidad de las DLTs dificulta el derecho a ser olvidado, contemplado en su artículo 17, y cumplir con los límites temporales en la retención de datos, previstos en su artículo 5. La falta de formatos de exportación estandarizados dificulta el derecho de transferir datos, tal y como prevé su artículo 20. Por otro lado, la transparencia pone en peligro el artículo 7 al exponer información sin consentimiento informado, y el artículo 32 al acceder a la información sin autorización.

En tercer lugar, es necesario establecer criterios de gobernanza en las DLTs. Esta necesidad de gobernanza, por naturaleza humana y en cierta medida centralizada en los poderes públicos, y control público de legalidad en los mercados financieros donde se emplean DLTs puede resultar contradictorio con su carácter descentralizado, pero es de gran importancia para la estabilidad financiera, protección de mercados e inversores y la prevención de actos ilícitos. Este fenómeno es conocido como *decentralisation illusion*.⁷¹ Esto es compartido por distintos organismos internacionales, subrayando ESMA su naturaleza crítica en elementos como disposiciones que describen la responsabilidad de las partes involucradas, procedimientos para aprobar o rechazar a los participantes autorizados, mecanismos de corrección y la determinación de la ley aplicable en caso de disputas.⁷² Desde un punto de vista legal, la gobernanza implica la representación de los intereses de los nodos operativos, el control de la ejecución del código y procesos automatizados, y la dirección de la red. Como señala Javier Wenceslao Ibáñez Jiménez, cofundador de Alastria, en *Cryptoassets, DeFI Regulation and DLT*, la gobernanza se puede llevar a cabo dentro de la cadena o fuera. En primer lugar, la gobernanza interna es automatizada y depende de la ejecución adecuada del protocolo de consenso para la inclusión de nuevos bloques a la cadena. En segundo lugar, la gobernanza

⁷⁰ Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos) (DOUE de 4 de mayo de 2016).

⁷¹ Aramonte, S., Huang, W. y Schrimpf, A. (2021). DeFi risks and the decentralisation illusion. *Bank for International Settlements Quarterly Review*. Recuperado el 15/12/2023 de www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2112b.pdf

⁷² European Securities and Markets Authority (2017). *Report on Distributed Ledger Technology Applied to Securities Markets*. Recuperado el 26/12/2023 de https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/dlt_report_-_esma50-1121423017-285.pdf

externa no es necesariamente automatizada y permite a los nodos y sus gestores y representantes ajustar el código, modificar instrucciones, cumplir con leyes, y establecer políticas y normas para alcanzar los objetivos específicos de una comunidad.⁷³ Estas dos formas de gobernanza deberán integrarse gradualmente para garantizar la eficiencia, el correcto funcionamiento y la resistencia de una red DLT ante cualquier evento adverso, facilitando los cambios de código, la continuidad de las transacciones y la recuperación de la red.

En cuarto lugar, actualmente hay un fragmentado e incompleto panorama regulatorio, lo que da lugar a conflictos de leyes, dado que las DLTs suelen carecer de fronteras y están situadas en varias jurisdicciones. Este desafío tiene gran impacto en los mercados organizados de derivados, dada la naturaleza transfronteriza de las transacciones de derivados y la importancia de conocer la ubicación de los activos entregados o intercambiados para determinar la aplicabilidad de los acuerdos de compensación o garantía. Como consecuencia, en caso de disputas o incumplimientos, va a ser un reto determinar la jurisdicción principal y las leyes aplicables, debiendo recurrir a las normas de Derecho Internacional Privado para resolver la cuestión.

En quinto lugar, la existencia de una brecha significativa entre la velocidad del desarrollo de las DLTs y la capacidad regulatoria para mantenerse al día constituye un desafío en el ámbito legal y jurídico, especialmente en el contexto de los contratos de *tokens* derivados, los cuales en ocasiones pueden estar interconectados con otros. Como consecuencia, se aplican a los instrumentos basados en DLTs leyes que se crearon teniendo en cuenta las características de los activos tradicionales y no las de estas nuevas tecnologías. Esto en ocasiones es efectivo, pero en otras va a limitar y dificultar su empleo. Por ello, es necesario que se desarrollen nuevas normas o se modifiquen las actuales para su aplicación óptima y segura a los derivados basados en DLTs que implican nuevos riesgos. Por otro lado, esta disparidad temporal plantea la posibilidad de que un contrato sea negociado y estructurado de acuerdo con una normativa específica que luego es sustituida o modificada por otra posterior. Desde una perspectiva jurídica, este escenario genera interrogantes sobre la validez y los efectos del contrato en el

⁷³ Ibáñez Jiménez, J. W. (2023). DLT governance and EU investment token supervision policy issues (p. 98). En Ibáñez Jiménez, J. W. (dir.), *Cryptoassets, DeFi regulation and DLT: Proceedings of the II Token World Conference* (pp. 95-117), Editorial Reus.

marco de la nueva regulación. Si el contrato se ajustó a la normativa vigente en el momento de su celebración, podría sostenerse que es válido y ejecutable conforme al principio de seguridad jurídica, el cual protege las legítimas expectativas de las partes al momento de contratar. Sin embargo, la entrada en vigor de una nueva regulación podría introducir disposiciones que afecten retroactivamente la validez o ejecución del contrato. En consecuencia, los tribunales se van a enfrentar al reto de equilibrar la necesidad de adaptarse a la nueva normativa con la protección de los derechos adquiridos por las partes contratantes. Además, la retroactividad de ciertas disposiciones regulatorias podría generar incertidumbre y dificultar la interpretación y aplicación de los contratos de *tokens* derivados.

En sexto lugar, el carácter secuencial e irrevocable de las transacciones llevadas a cabo en DLTs presenta desafíos significativos a los recursos legales de las partes, dificultando la cancelación o revocación de los contratos para abordar los posibles defectos que puedan comprometer la garantía de los pagos en las transacciones de derivados. Una vez que la transacción se ha registrado en la DLT, no hay un mecanismo intrínseco para deshacer o cambiar una transacción de manera unilateral y habría que llevar a cabo una nueva transacción. Este escenario impone la necesidad de explorar alternativas y estrategias para abordar posibles defectos o discrepancias en los contratos, destacando la importancia de establecer procedimientos claros para la resolución de disputas y la mitigación de riesgos. El diseño de cláusulas contractuales específicas y la consideración de mecanismos alternativos de solución de controversias serán aspectos cruciales en el desarrollo de estrategias legales que permitan adaptarse eficazmente a las particularidades de las transacciones en DLTs, garantizando así la seguridad jurídica de las partes involucradas en el ámbito de los derivados.

En séptimo lugar, las DLTs plantean desafíos en el ámbito de la seguridad cibernética debido a su arquitectura descentralizada y la ausencia de una autoridad centralizada que supervise y garantice la integridad de la red. Esta característica intrínseca de las DLTs genera diversas vulnerabilidades que los actores maliciosos pueden explotar para llevar a cabo ciberataques. Entre los posibles riesgos se encuentran la manipulación de datos almacenados en la cadena de bloques, la interrupción del funcionamiento normal de la DLT y la introducción de transacciones fraudulentas en el ámbito de *tokens* derivados. Además, la inmutabilidad de los

registros en las DLTs dificulta la corrección de errores o la eliminación de información maliciosa una vez que ha sido registrada.

En octavo lugar, para poder llevar a cabo la transición a infraestructuras basadas en DLTs en los mercados organizados de derivados se requiere una inversión significativa por parte de los participantes del mercado. Esta afirmación encuentra sustento en la complejidad inherente a la adopción de DLTs en entornos financieros, donde la robustez, seguridad y eficiencia son imperativos clave. La implementación de DLTs demanda recursos tanto tangibles como intangibles, incluyendo la adquisición de hardware y software especializado, la formación del personal y de los inversores, y la integración con los sistemas existentes. Para lograr dicha inversión, es necesario que se evidencien y se puedan cuantificar los beneficios en eficiencia.

En noveno lugar, aunque las DLTs pueden eliminar el riesgo sistémico vinculado a las ECCs en los mercados organizados de derivados, también pueden introducir nuevos riesgos sistémicos. Por ejemplo, en el caso de contratos de *tokens* derivados completamente automatizados, cambios en la situación macroeconómica pueden actualizar automáticamente las posiciones de las partes, creando así una excesiva demanda de liquidez y dando lugar a un riesgo sistémico. Por tanto, es crucial mejorar los modelos de evaluación de riesgos, la diversificación de las fuentes de liquidez y la implementación de mecanismos de contingencia efectivos.

Por último, el importante colapso de FTX en 2022 y otras empresas en el ámbito de los criptoactivos ha demostrado la vulnerabilidad inherente a estos mercados, provocando una creciente inquietud en torno a su liquidez y sus riesgos tanto crediticios como operativos. La interconexión entre estos mercados y los mercados de derivados que pueden tener criptoactivos como activos subyacentes añade una capa adicional de preocupación ante la posibilidad de que estas vulnerabilidades se propaguen a los mercados financieros convencionales.

7. MARCO REGULATORIO

7.1. REGÍMENES ALTERNATIVOS PARA LA TOKENIZACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS: MIFID II / MIFIR VS MICA Y OTROS REGÍMENES

Actualmente, a nivel Europeo existe un dualismo regulatorio en los mercados de criptoactivos introducido por el Reglamento MiCA⁷⁴. Así, los criptoactivos o *investment tokens*, incluidos los *tokens* derivados, que se negocian en mercados de valores regulados que usan DLTs se someten a la regulación MiFID II y MiFIR; y los criptoactivos negociables fuera del mercado de valores que no son instrumentos financieros como *asset-referenced tokens*, *utility tokens* y *e-money tokens* están sujetos a la regulación del Reglamento MiCA.

En consecuencia, a las entidades que realizan actividades que involucran *tokens* que son instrumentos financieros de acuerdo con la Directiva MiFID II se aplican normas de la UE sobre servicios financieros, como los Reglamentos (UE) 236/2012, 596/2014, 600/2014, 909/2014, 2017/1129 y 2022/858, y las Directivas 98/26/CE y 2013/50/UE del Parlamento Europeo y del Consejo.

La entrada en vigor del Régimen Piloto, establecido por el Reglamento (UE) 2022/858, ha supuesto un gran avance en el empleo de las DLTs en los mercados financieros. No obstante, la exclusión de los *tokens* derivados por el Régimen Piloto plantea implicaciones significativas en los mercados organizados de derivados.

⁷⁴ El Reglamento MiCA ha sido publicado en el DOUE del 9 de junio de 2023, y son los Estados miembros quienes tienen que decidir sobre el período de aplicación en su país. Si no se toma una decisión, a partir de julio de 2026, se implementará el reglamento concerniente a los proveedores de servicios de criptoactivos, con un período de transición que podría extenderse hasta 36 meses en total. En España, desde el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital se ha comunicado que el Reglamento MiCA estará en vigor en diciembre de 2025, con el propósito de establecer un marco regulatorio y de supervisión sólido que garantice seguridad jurídica y resguarde a los inversores. (Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2023). *España adelanta la aplicación del primer Reglamento del mundo sobre el mercado de criptoactivos para dar seguridad jurídica y proteger a los inversores con un marco regulatorio y supervisor estable*. Recuperado el 16/11/2023 de https://portal.mineco.gob.es/RecursosNoticia/mineco/prensa/noticias/2023/20231026_ndp_reglamento%20MiCA_adelanto%206%20meses%20aplicacio%CC%81n.pdf)

El Régimen Piloto se enfoca exclusivamente en bonos, acciones y participaciones en organismos de inversión colectiva, estableciendo límites específicos para el valor de estos instrumentos financieros. En su artículo 3, se excluyen específicamente los derivados y todo instrumento que dificulte la comprensión del riesgo que involucra, quedando éstos a la espera de una futura aprobación.

El propósito de esta medida es someter a prueba las infraestructuras basadas en DLTs con instrumentos financieros que son fáciles de comprender por los inversores y detectar posibles propuestas que permitan establecer un marco jurídico apropiado en el futuro para garantizar la protección del inversor, la integridad jurídica y la estabilidad financiera.

Sin embargo, aunque la estrategia regulatoria propuesta demuestra prudencia y cuidado en la implementación de las DLTs en todos los instrumentos financieros, es esencial considerar la vertiginosa velocidad con la que las nuevas tecnologías evolucionan. Esta omisión puede tener consecuencias importantes en el desarrollo y la adopción de DLTs para la tokenización de productos derivados. Dado que los derivados son instrumentos financieros ampliamente utilizados en los mercados tradicionales, su exclusión del Régimen Piloto podría ralentizar la innovación en este ámbito y dificultar la adopción generalizada de las DLTs en la negociación y liquidación de *tokens* derivados. Por otro lado, esta situación puede generar incertidumbre regulatoria para los participantes del mercado que deseen explorar el uso de *tokens* derivados en entornos basados en DLTs. La falta de claridad sobre cómo se regularán estos productos derivados en el futuro podría desalentar la inversión y la innovación en este sector, limitando así el potencial de crecimiento y desarrollo de los mercados de *tokens* en Europa.

7.2. RÉGIMEN DE LA LMVSI: ENCUADRE DE LOS *TOKENS* SOBRE DERIVADOS

La Ley 6/2023, de 17 de marzo, de los Mercados de Valores y de los Servicios de Inversión (LMVSI) ha supuesto un gran avance en la digitalización del mercado de instrumentos financieros en España, permitiendo aplicar el Reglamento (UE) 2022/858. Esta Ley es una norma marco que regula los elementos básicos de los mercados de valores, las obligaciones y

derechos de los sujetos que participan y el régimen de supervisión y sanción de la CNMV. Corresponde a los reglamentos su desarrollo, permitiendo flexibilidad y seguridad jurídica en la adaptación a las futuras modificaciones nacionales y europeas. Recientemente se han publicado los Reales Decretos 813/2023, 814/2023, 815/2023 y 816/2023.

Una de las principales novedades de esta Ley es la introducción, en sus artículos 2 y 6, de la consideración como instrumentos negociables a aquellos valores negociables que se emitan, registren, transfieran o almacenen en sistemas basados en Tecnologías de Registro Distribuido (*Blockchain*). Por tanto, son *investment tokens*, incluyendo los *tokens* derivados, al estar previstos los derivados en el artículo 2 d) y e) de la LMVSI, y en el artículo 3 d) a k) del Real Decreto 814/2023. Como consecuencia, la LMVSI va a quedar sujeta a la regulación MiFID II y MiFIR, en lugar del Reglamento MiCA.

Estos instrumentos financieros se representarán mediante *tokens* y serán considerados CeFi. Es decir, a diferencia de lo que ocurre en DeFi, deberá haber una entidad supervisora responsable en la gestión del sistema que puede realizar servicios de custodia, otorgando una mayor seguridad jurídica y técnica. Javier Wenceslao Ibáñez Jiménez, cofundador de Alastria, en *DeFI Paradox: La necesaria centralización de las finanzas descentralizadas*, señala la necesidad de recentralizar las finanzas descentralizadas desde una perspectiva de seguridad jurídica del inversor, para conseguir los objetivos del derecho del mercado de capitales, entre los cuales se incluye asegurar la transparencia informativa para resguardar el valor de las inversiones, prevenir la manipulación del mercado para lograr su integridad y, desde una perspectiva macroeconómica, controlar el equilibrio de mercados y preservar la política y soberanía monetaria.⁷⁵

El registro de los *tokens* corresponde a la entidad responsable de la inscripción y del registro de valores negociables representados en los sistemas basados en DLTs, previsto en el artículo 8 de la LMVSI y en el artículo 2 b) del Real Decreto 815/2023. No obstante, todavía no está

⁷⁵ Ibáñez Jiménez, J. W. (2022). DeFi paradox: La necesaria centralización de las finanzas descentralizadas. *Blockchain Law Institute (Blockchain Intelligence)*, pp. 1-26. Recuperado el 12/01/2024 de https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/65598/DeFi-paradox_-la-necesaria-centralizacion-e-las-finanzas-descentralizadas_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

constituido dicho registro debido a que actualmente no hay ninguna entidad que tenga la tecnología necesaria para poder llevar a cabo las funciones propias de ERIR.

En el artículo 6, la LMVSI regula los distintos aspectos relativos a la representación de los valores negociables, haciendo una clara remisión reglamentaria en lo que concierne a la regulación de las modificaciones de dichos valores negociables. Es indiscutible que la regulación en este ámbito es compleja, pues la representación digital de un derecho debe implicar una equiparación absoluta en términos legales entre dicha representación y el derecho objeto de la misma. En consecuencia, el apartado quinto del mencionado artículo determina las exigencias y requisitos mínimos que debe ostentar dicha representación estableciendo como elementos esenciales la garantía de la integridad y la inmutabilidad de las emisiones realizadas en dichos sistemas. En todo caso, este medio de representación debe permitir la identificación tanto directa como indirecta de los derechos representados, así como ciertos elementos de los mismos, entre los que se encuentran la naturaleza, número y características. Estas garantías deben cumplirse en la representación de valores negociables mediante sistemas tecnológicos de registro distribuido, en aras de que dicha representación permita una equivalencia total entre la representación y lo representando, salvaguardando así la seguridad jurídica que ello implica y garantizando el efecto de transferencia legítima.

Además, los requisitos de organización y funcionamiento previstos en el artículo 45 de la LMVSI deberán cumplirse para asegurar una gestión integral de los riesgos, una negociación equitativa y una apropiada gestión de posibles problemas técnicos. Para garantizar el cumplimiento de los requisitos exigidos, la mencionada Ley dedica el artículo 279 a tipificar posibles infracciones relativas a la representación de valores negociables, otorgando además potestades supervisoras y sancionadoras a la CNMV.

A pesar de estas previsiones en la LMVSI y la inclusión de los *tokens* derivados como instrumentos negociables, aún no se contempla el uso de DLTs en los reglamentos vigentes en España para futuros y opciones, y tampoco se prevé su aplicación en el Régimen Piloto para los *tokens* derivados. Esta exención puede resultar en un vacío normativo y falta de uniformidad en la aplicación de estándares. Se evidencia la necesidad de una adaptabilidad normativa para abordar la evolución tecnológica, y la ausencia de requisitos específicos para DLTs plantea

desafíos en la supervisión y verificación de la conformidad normativa. Además, el Real Decreto 814/2023, en su artículo 4, limita la representación de los valores negociables mediante anotaciones en cuenta. Aunque inicialmente se contempló su inclusión, la representación de valores negociables mediante DLTs queda fuera de su ámbito de aplicación, debiendo aguardar a que se desarrolle reglamentariamente. Esta exclusión muestra la complejidad y la novedad de esta tecnología en el contexto regulatorio.

Por tanto, en la actualidad, el empleo de DLTs y *tokens* únicamente se podrá contemplar bajo la Ley del Sandbox⁷⁶. El *sandbox* es un espacio de prueba supervisado por la CNMV, el Banco de España y la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones con el objetivo de evaluar la viabilidad de proyectos que emplean DLTs en un espacio controlado para analizar las implicaciones regulatorias.⁷⁷

8. CONCLUSIONES

Primera. La incorporación de *tokens* con estructura de productos derivados, los *smart contracts*, las DLTs y la integración de criptomonedas como subyacentes en los mercados organizados de derivados presentan oportunidades significativas para la eficiencia operativa y la transparencia. Sin embargo, el camino hacia la adopción masiva de estas tecnologías presenta desafíos considerables, desde cuestiones de custodia hasta la necesidad de gobernanza y regulación.

Segunda. Dada la intrincada naturaleza de los derivados y la complejidad inherente a la integración de las DLTs, su adopción en los mercados organizados de derivados aún no está contemplada por la regulación vigente. Se espera una evolución gradual y cautelosa con el objetivo de garantizar la innovación y protección de los inversores, la integridad de los mercados y la estabilidad financiera. La implementación se iniciará en aquellos sectores donde

⁷⁶ Ley 7/2020, de 13 de noviembre, para la transformación digital del sistema financiero (BOE de 14 de noviembre de 2020).

⁷⁷ Martínez, M. (2023). 6th Edition of the Blockchain & Digital Assets Forum. CNMV. Recuperado el 12/01/2024 de <https://www.cnmv.es/webservices/verdocumento/ver?t=%7bf212349f-4ddb-4956-88ec-b6adba79c415%7d>

su aplicación sea más factible y de menor complejidad desde el punto de vista técnico y regulatorio. Hasta que el proceso de adopción regulatoria y tecnológica alcance su pleno desarrollo en los mercados organizados de derivados, es en los mercados OTC y en los *sandboxes* regulatorios donde se podrá analizar el impacto de las DLTs.

Tercera. A medida que la regulación avanza gradualmente para abordar la integración de las DLTs en los mercados organizados de derivados, es necesaria una colaboración estrecha entre los diversos actores de la industria financiera para la construcción de un marco sólido. Tanto las autoridades nacionales como internacionales son conscientes de que los aspectos regulatorios deben adaptarse, armonizarse y evolucionar para garantizar la seguridad, estabilidad y equidad en estos nuevos modelos de mercado. La adopción del Reglamento MiCA y el Régimen Piloto en Europa, así como la reforma de la LMVSI en España a las nuevas tecnologías, reflejan un avance en la implementación de las DLTs en los mercados financieros. Sin embargo, aún queda pendiente la armonización de la regulación vigente para evitar obstáculos en su aplicación efectiva.

Por lo anterior, se concluye que, mientras que las DLTs prometen una revolución en los mercados organizados de derivados, su implementación exitosa requerirá no solo innovación técnica sino también una adaptación regulatoria efectiva. La convergencia de la transformación digital y la regulación se considera como un motor fundamental para el desarrollo de mercados financieros más eficientes, transparentes y resilientes en la era digital. La cooperación y el diálogo continuo entre todas las partes involucradas serán esenciales para garantizar un futuro financiero más sólido y sostenible.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aramonte, S., Huang, W. y Schrimpf, A. (2021). DeFi risks and the decentralisation illusion. *Bank for International Settlements Quarterly Review*. Recuperado el 15/12/2023 de http://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2112b.pdf
- Banco de España (s.f.). *¿Qué son las criptomonedas?* Recuperado el 19/11/2023 de <https://www.bde.es/wbe/es/areas-actuacion/politica-monetaria/preguntas-frecuentes/definicion-funciones-del-dinero/que-son-criptomonedas.html>
- Bautista Pérez, F. (2019). *Régimen jurídico de los derivados financieros. Especial referencia a la protección del inversor-consumidor* [Tesis Doctoral, Universidad Internacional de la Rioja]. TESEO. Recuperado el 10/01/2024 de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=x55Xqt7XbRU%3D>
- Choudhury, R. *et al.* (2023). Impact of Distributed Ledger Technology in Global Capital Markets. *GFMA*. Recuperado el 17/12/2023 de <https://www.gfma.org/wp-content/uploads/2023/05/impact-of-dlt-on-global-capital-markets-full-report.pdf>
- Clack, C.D., Bakshi, V.A. y Braine, L. (2016). Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions. *ArXiv*. Recuperado el 13/12/2023 de <https://arxiv.org/pdf/1608.00771.pdf>
- Clifford Chance (2022) EU pilot regime: Accelerating the development of a digital capital market in Europe. *European Capital Markets Monthly Briefing Series*. Recuperado el 09/03/2024 de <https://www.cliffordchance.com/content/dam/cliffordchance/briefings/2022/09/eu-pilot-regime-accelerating-the-development-of-a-digital-capital-market-in-europe.pdf>

CoinMarketCap (s.f.). *Cryptocurrency prices, charts and market capitalizations*. Recuperado el 19/12/2023 de <https://coinmarketcap.com/>

Comisión Nacional del Mercado de Valores (s.f.). *Derivados*. Recuperado el 19/12/2023 de <https://www.cnmv.es/Portal/Inversor/Derivados.aspx?lang=en>

Comisión Nacional del Mercado de Valores (2023). *La CNMV autoriza a BME Clearing la compensación de futuros ligados a criptodivisas destinados a inversores profesionales*. Recuperado el 20/12/2023 de <https://www.cnmv.es/WebServices/VerDocumento/Ver?t=%7b88086c57-a335-433e-b1b6-b5376953ac1b%7d>

Cooling, S. (2023). Proof-of-Authority (PoA) o Prueba de autoridad. *Techopedia*. Recuperado el 09/12/2023 de <https://www.techopedia.com/es/definicion/proof-of-authority-poa-o-prueba-de-autoridad>

Díaz Ruiz, E. (1993). *Contratos sobre tipos de interés a plazo (FRAS) y futuros financieros sobre intereses*. Editorial Civitas.

European Securities and Markets Authority (2016). *Discussion Paper on the Distributed ledger Technology Applied to Securities Markets*. Recuperado el 26/12/2023 de https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/2016-773_dp_dlt.pdf

European Securities and Markets Authority (2017). *Report on Distributed Ledger Technology Applied to Securities Markets*. Recuperado el 26/12/2023 de https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/dlt_report_-_esma50-1121423017-285.pdf

European Securities and Markets Authority (2022). *Consultation Paper on ESMA's Opinion on the trading venue perimeter*. Recuperado el 10/03/2024 de <https://www.esma.eu>

ropa.eu/sites/default/files/library/esma70-156-4978_consultation_paper_on_the_opinion_on_trading_venue_perimeter.pdf

Hileman, G. y Rauchs, M. (2017). Global Blockchain Benchmarking Study. *Cambridge Centre for Alternative Finance*. Recuperado el 15/12/2023 de <https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/global-blockchain/>

Ibáñez Jiménez, J. W. (2013). Contratación del mercado de valores. En Bercovitz Rodríguez-Cano, R. (dir.), Moralejo Imbernón, N. y Quicios Molina, S. (coords.), *Tratado de contratos: contratos del mercado de valores, contratación bancaria, contratación de transporte y navegación, contratos de seguro* (2ª ed., tomo V, pp. 5605-5828). Editorial Tirant lo Blanch.

Ibáñez Jiménez, J. W. (2013). *El contrato de instrumentos derivados*. Editorial Civitas.

Ibáñez Jiménez, J. W. (2016). Blockchain, ¿el nuevo notario? *Everis NTT Data*. Recuperado el 28/11/2023 de https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/14564/Blockchain_el_nuevo_notario.pdf?sequence=1

Ibáñez Jiménez, J. W. (2021). *Tokens valor (security tokens). Régimen de los criptoactivos negociables y sus mercados (MICAs)*. Editorial Reus.

Ibáñez Jiménez, J. W. (2022). DeFi paradox: La necesaria centralización de las finanzas descentralizadas. *Blockchain Law Institute (Blockchain Intelligence)*, pp. 1-26. Recuperado el 12/01/2024 de https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/65598/DeFi-paradox_la-necesaria-centralizacion-de-las-finanzas-descentralizadas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ibáñez Jiménez, J. W. (2023). DLT governance and EU investment token supervision policy issues. En Ibáñez Jiménez, J. W. (dir.), *Cryptoassets, DeFi regulation and DLT: Proceedings of the II Token World Conference* (pp. 95-117), Editorial Reus.

International Organization for Standardization (s.f). *What is cryptography?* Recuperado el 10/03/2024 de <https://www.iso.org/information-security/what-is-cryptography>

ITU-T Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology (2019). *Technical Specification FG DLT D1.1. Distributed ledger technology terms and definitions*. Recuperado el 06/03/2024 de <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Documents/d11.pdf>

ITU-T Focus Group on Application of Distributed Ledger Technology (2019). *Technical Report FG DLT D4.1. Distributed ledger technology regulatory framework*. Recuperado el 06/03/2024 de <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Documents/d41.pdf>

Khade, A. V., Patel, H. R. y Modi, C. (6-8 de octubre, 2023). *Mnemonic Phrase Management and SIM Based Two-Factor Authentication (2FA) for Mobile Wallets in Blockchain* [Conferencia]. 2023 IEEE International Conference on Blockchain and Distributed Systems Security (ICBDS), Nava Raipur, India. Recuperado el 08/03/2024 de <https://doi.org/10.1109/ICBDS58040.2023.10346266>

Larraga López, P. (2000). El uso de instrumentos derivados en los fondos de inversión. En Adell Ramón, R. y Cuñat Edo, V. (dirs.), y Díaz Martínez, C. (coord), *Los mercados de productos derivados en el nuevo escenario europeo: seminario celebrado en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo del 12 al 16 de julio de 1999* (pp. 125-172). Editorial Lex Nova.

- Löber, K. *et al.* (2017). Distributed ledger technology in payment, clearing and settlement. *Bank for International Settlements*. Recuperado el 17/11/2023 de <https://www.bis.org/cpmi/publ/d157.pdf>
- Martínez, M. (2023). 6th Edition of the Blockchain & Digital Assets Forum. *CNMV*. Recuperado el 12/01/2024 de <https://www.cnmv.es/webservices/verdocumento/ver?t=%7bf212349f-4ddb-4956-88ec-b6adba79c415%7d>
- Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2023). *España adelanta la aplicación del primer Reglamento del mundo sobre el mercado de criptoactivos para dar seguridad jurídica y proteger a los inversores con un marco regulatorio y supervisor estable*. Recuperado el 16/11/2023 de https://portal.mineco.gob.es/Recursos/Noticia/mineco/prensa/noticias/2023/20231026_ndp_reglamento%20MiCA_adelanto%206%20meses%20aplicacio%CC%81n.pdf
- Münch, D. y Swiatkowski, J. (2018). OTC-Derivatives and Distributed Ledger Technology. A scenario on how blockchain could disrupt the prevailing post-trading landscape. *BearingPoint*. Recuperado el 10/11/2023 de https://www.bearingpoint.com/files/OTC_Derivatives.pdf?download=0&itemId=545618
- Nair, V. y Song, D. (1-3 de mayo, 2023). *Decentralizing Custodial Wallets with MFKDF* [Conferencia]. 2023 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC), Dubai, Emiratos Árabes Unidos. Recuperado el 08/03/2024 de <https://doi.org/10.1109/ICBC56567.2023.10174998>
- Natarajan, H., Krause, S. y Gradstein, H. (2017). Distributed Ledger Technology (DLT) and Blockchain. *World Bank Group*. Recuperado el 15/01/2024 de <https://documents1.worldbank.org/curated/en/177911513714062215/pdf/122140-WP-PUBLIC-Distributed-Ledger-Technology-and-Blockchain-Fintech-Notes.pdf>

- Patsinaridis, G. (2018). Blockchain revolution: Mitigating systemic risk in OTC derivatives. *SSRN*. Recuperado el 18/11/2023 de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3530443
- Priem, R. (2020). Distributed ledger technology for securities clearing and settlement: benefits, risks, and regulatory implications. *Financial Innovation*, 6, art. 11. Recuperado el 19/12/2023 de <https://doi.org/10.1186/s40854-019-0169-6>
- Rosic, A. (2023). Proof of Work vs Proof of Stake: Basic Mining Guide. *Blockgeeks*. Recuperado el 13/12/2023 de <https://blockgeeks.com/guides/proof-of-work-vs-proof-of-stake/>
- Rossetti, C. *et al.* (2021). The use of DLT in post-trade processes Advisory Groups on Market Infrastructures for Securities and Collateral and for Payments. *European Central Bank*. Recuperado el 15/01/2024 de https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb.20210412_useofdltposttradeprocesses~958e3af1c8.en.pdf
- Surujnath, R. (2017). Off The Chain! A Guide to Blockchain Derivatives Markets and the Implications on Systemic Risk. *Fordham Journal of Corporate & Financial Law*, 22 (2), art. 3. Recuperado el 03/01/2024 de <https://ir.lawnet.fordham.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1440&context=jcfl>
- Tapia Hermida, A. J. (2017). La post-contratación en los mercados secundarios de valores: El sistema de compensación y liquidación de valores. *Documentos de trabajo del Departamento de Derecho Mercantil*, art. 107. Recuperado el 07/03/2024 de <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/347535ee-6d11-4ad2-bc44-493e15676e2b/content>
- Tredgett, R. *et al.* (2019). ISDA Legal Guidelines for Smart Derivatives Contracts Introduction. *ISDA*. Recuperado el 17/12/2023 de <https://www.isda.org/a/MhgME/Legal-Guidelines-for-Smart-Derivatives-Contracts-Introduction.pdf>

U.S. Securities and Exchange Commission (2023). *Framework for “Investment Contract” analysis of Digital Assets*. Recuperado el 09/01/2024 de <https://www.sec.gov/corpfin/framework-investment-contract-analysis-digital-assets>

Van de Velde, J. *et al.* (2016). Blockchain in Capital Markets. The Prize and the Journey. *Oliver Wyman*. Recuperado el 12/01/2024 de <https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2016/feb/BlockChain-In-Capital-Markets.pdf>

Veiga Copo, A.B. (2020). «Smart contract» y contrato de seguro. Una ecuación asimétrica y no sólo algorítmica. *Revista de Derecho del Sistema Financiero*, 0(0), pp. 119-184. Recuperado el 03/03/2024 de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/53117/Smart%20contract.pdf>

10. ANEXOS

ANEXO JURISPRUDENCIAL

- “SEC v. W.J. Howey Co.”, Sentencia del Tribunal Supremo de los Estados Unidos 328 U.S. 293, de 27 de mayo de 1946, Justia Law. Recuperado el 10/01/2024 de <https://supreme.justia.com/cases/federal/us/328/293/>

ANEXO LEGISLATIVO

- Real Decreto de 22 de agosto de 1885 por el que se publica el Código de Comercio (Gaceta de Madrid de 16 de octubre de 1885).
- Real Decreto de 24 de julio de 1889 por el que se publica el Código Civil (Gaceta de Madrid de 25 de julio de 1889).
- Ley 34/2002, de 11 de julio, de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico (BOE de 12 de julio de 2002).
- Reglamento (UE) 1095/2010 del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010 por el que se crea una Autoridad Europea de Supervisión (Autoridad Europea de Valores y Mercados), se modifica la Decisión 716/2009/CE y se deroga la Decisión 2009/77/CE de la Comisión (DOUE de 15 de diciembre de 2010).
- Directiva 2014/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de mayo de 2014 relativa a los mercados de instrumentos financieros y por la que se modifican la Directiva 2002/92/CE y la Directiva 2011/61/UE (DOUE de 12 de junio de 2014).

- Reglamento (UE) 600/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de mayo de 2014 relativo a los mercados de instrumentos financieros y por el que se modifica el Reglamento (UE) n° 648/2012 (DOUE de 12 de junio de 2014).

- Reglamento (UE) 909/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 2014, sobre la mejora de la liquidación de valores en la Unión Europea y los depositarios centrales de valores y por el que se modifican las Directivas 98/26/CE y 2014/65/UE y el Reglamento (UE) 236/2012 (DOUE de 28 de agosto de 2014).

- Real Decreto 878/2015, de 2 de octubre, sobre compensación, liquidación y registro de valores negociables representados mediante anotaciones en cuenta, sobre el régimen jurídico de los depositarios centrales de valores y de las entidades de contrapartida central y sobre requisitos de transparencia de los emisores de valores admitidos a negociación en un mercado secundario oficial (BOE de 3 de octubre de 2015).

- Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento General de Protección de Datos) (DOUE de 4 de mayo de 2016).

- Reglamento Delegado (UE) 2017/392 de la Comisión, de 11 de noviembre de 2016, por el que se completa el Reglamento (UE) 909/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a las normas técnicas de regulación relativas a los requisitos operativos, de autorización y de supervisión aplicables a los depositarios centrales de valores (DOUE de 10 de marzo de 2017).

- Ley 7/2020, de 13 de noviembre, para la transformación digital del sistema financiero (BOE de 14 de noviembre de 2020).

- Reglamento (UE) 2022/858 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2022 sobre un régimen piloto de infraestructuras del mercado basadas en la tecnología de registro descentralizado y por el que se modifican los Reglamentos (UE) 600/2014 y (UE) 909/2014 y la Directiva 2014/65/UE (DOUE de 2 de junio de 2022).

- Ley 6/2023, de 17 de marzo, de los Mercados de Valores y de los Servicios de Inversión (BOE de 18 de marzo de 2023).

- Reglamento (UE) 2023/1114 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de mayo de 2023, relativo a los mercados de criptoactivos y por el que se modifican los Reglamentos (UE) 1093/2010 y (UE) 1095/2010 y las Directivas 2013/36/UE y (UE) 2019/1937 (DOUE de 9 de junio de 2023).

- Real Decreto 813/2023, de 8 de noviembre, sobre el régimen jurídico de las empresas de servicios de inversión y de las demás entidades que prestan servicios de inversión (BOE de 9 de noviembre de 2023).

- Real Decreto 814/2023, de 8 de noviembre, sobre instrumentos financieros, admisión a negociación, registro de valores negociables e infraestructuras de mercado (BOE de 9 de noviembre de 2023).

- Real Decreto 815/2023, de 8 de noviembre, por el que se desarrolla la Ley 6/2023, de 17 de marzo, de los Mercados de Valores y de los Servicios de Inversión, en relación con los registros oficiales de la Comisión Nacional del Mercado de Valores, la cooperación con otras autoridades y la supervisión de empresas de servicios de inversión (BOE de 9 de noviembre de 2023).

- Real Decreto 816/2023, de 8 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de desarrollo de la Ley 35/2003, de 4 de noviembre, de Instituciones de Inversión

Colectiva, aprobado por el Real Decreto 1082/2012, de 13 de julio (BOE de 9 de noviembre de 2023).

ANEXO NORMATIVO

- MEFF (2021). *Reglamento MEFF*. Recuperado el 10/01/2024 de <https://www.meff.es/docs/esp/normativa/circulares/2021/REGLAMENTO-MEFF-210701.pdf>

- BME Clearing SAU (2023). *Condiciones Generales del Segmento de Derivados de Activos Digitales*. Recuperado el 10/01/2024 de <https://www.bmeclearing.es/docs/Normativa/esp/cgenerales/2023/231120-CG-Segmento-de-Derivados-Activos-Digitales-Fecha-vigor-5dic23.pdf>

- BME Clearing SAU (2023). *Reglamento BME Clearing SAU*. Recuperado el 10/01/2024 de <https://www.bmeclearing.es/docs/Normativa/esp/circulares/2023/231120-Reglamento-BME-CLEARING-Fecha-entrada-vigor-05-DIC-23.pdf>