

LA PRIMERA *BLOCKCHAIN* ESPAÑOLA Y SU IMPACTO EN LA EFICIENCIA DE LAS EMPRESAS (*)

Javier Ibáñez Jiménez

Director del Observatorio Fintech, Universidad Pontificia Comillas. Vocal de la Junta Directiva de Alastria

Álex Puig

Presidente de Digital Currency Summit. Fundador de Alastria

RESUMEN

La primera parte de este estudio describe la creación de la primera cadena de bloques de datos (*blockchain*) semipública española a cargo del consorcio Alastria, asociación que aglutina a más de un centenar de empresas, desde *startups* hasta los grandes bancos del IBEX-35 y bolsas y mercados de España, pasando por el notariado español y universidades. Se explica la doble naturaleza de Alastria como consorcio de colaboración *cooperativo* que desarrolla una infraestructura de identidad digital y un registro de datos compartido entre los asociados con tecnología criptográfica DLT.

En la segunda parte se explica la incidencia potencial de esta *blockchain* sobre el tejido productivo y empresarial español. La mejora se basa en el carácter seguro, compartido e inmutable de los datos encadenados, y se traduce en una notable reducción de costes de documentación, agencia y transacción, y en una superior velocidad de procesamiento de las transacciones de contratos operados sobre la red.

PALABRAS CLAVE

Cadena de bloques, Registro distribuido, Eficiencia empresarial, Cooperación, Contratación inteligente.

1. La red Alastria como consorcio creador de la primera *blockchain* española

1.1. Alastria como consorcio empresarial

Bajo la denominación de Alastria (antes, Lyra), se ha constituido el primer consorcio económico interempresarial e interinstitucional español dedicado a crear una *blockchain* privada o de acceso limitado (en argot, *permisionada* o autorizada), donde pueden operar los miembros asociados para ensayar, definir, desarrollar y actualizar sus propios modelos de negocio, sobre una plataforma registral común o infraestructura DLT (*distributed-ledger technology*) (1).

La finalidad de Alastria es facilitar que en esa plataforma o registro se celebren y anoten las operaciones comerciales, industriales o de servicios de aquellas empresas e instituciones que utilicen la infraestructura, garantizando tanto la identidad de los operadores como el archivo o registro indeleble y perenne de cada una de las transacciones; identidad segura y permanente que se logra merced a la tecnología criptográfica que permite enlazar y guardar todas y cada una de ellas sucesivamente a modo de cadena de bloques de datos (un bloque, una transacción).

Puesto que cualquier empresa o institución puede asociarse a la red o consorcio, se dice que este es *semipúblico*, en el sentido de que, por una parte, cualquiera que cumpla los requisitos mínimos (capacidad legal, entre otros, y domicilio en España) establecidos por el propio consorcio puede entrar en él, lo que da carácter público a la red; y por otra parte, a diferencia de las *blockchains* públicas de intercambio de moneda virtual como *bitcoin*, la anotación de datos en el registro

(*) Este escrito es parte del trabajo preparatorio de la línea de investigación *Blockchain y eficiencia económica* del Laboratorio Fintech (Observatorio Fintech Icade-Everis) del Centro de Innovación del Derecho (U. P. Comillas).

creado solo es posible previa autorización del propio consorcio, de modo que no cualquier persona o *minero* puede anotar transacciones, sino solo quienes vengan autorizados por la mayoría de los asociados al consorcio, y de ahí que en lugar de tratarse de una *blockchain* pública se hable de *blockchain semipública* o *permisionada* en este contexto (2).

El consorcio intercorporativo creado, junto a esta característica señalada, cuenta como rasgos definitorios con los siguientes:

a) Español

Solo pueden pertenecer al consorcio las entidades con capacidad jurídica y de obrar conforme al derecho español constituidas y domiciliadas en España. Aunque la tecnología subyacente a la infraestructura, conocida como tecnología de registros distribuidos o DLT (*distributed-ledger technology*), facilita una completa operatividad global, el consorcio ha sido diseñado para potenciar y fortalecer el tejido empresarial e institucional español exclusivamente, sin perjuicio de las relaciones que esta *blockchain* mantendrá en el futuro con otras en el ámbito transfronterizo, en particular europeo e iberoamericano.

b) Multisectorial

El consorcio pone a disposición de empresas de todos los sectores económicos una plataforma colaborativa común o red, la *blockchain* semipública o permisionada denominada Alastria. En el consorcio pueden participar empresas de todos los sectores, y entidades sin ánimo de lucro (instituciones públicas, universidades y centros de investigación, entre otros) que quieran prestar servicios utilizando la *blockchain*. También pueden participar como asociados y como operadores pymes, *startups*, no solo empresas de gran tamaño, como los bancos y otras sociedades del IBEX-35 ya integradas en el consorcio.

c) Asociativo

Formalmente, Alastria se ha constituido como asociación de derecho privado, por un doble motivo: en primer lugar, no tiene ánimo de lucro, sino interés común en desarrollar la infraestructura para posteriormente usarse por cada asociado para desarrollar sus propios

modelos de negocio. Y en segundo lugar, porque los asociados carecen de interés económico directo en el desarrollo de la plataforma, de modo que la red no está destinada a proporcionar ingresos a los asociados, ni a crear *tokens* o activos digitales con valor económico, como sucede en las *blockchains* públicas que crean criptomonedas (3).

d) Reglado internamente

La *blockchain* creada permite a las empresas del consorcio registrar operaciones jurídicamente válidas y eficaces conforme al derecho europeo comunitario y, naturalmente, al derecho español. El consorcio cuenta con reglas jurídica válidas para disciplinar las relaciones que se establecen entre los empresarios (sociedades o entes sin ánimo de lucro) que son miembros del consorcio y que operen con punto de conexión o nodo. También existen reglas internas relativas a las relaciones entre los empresarios que son miembros y la asociación, y entre ellos y los terceros que contraten con ellos operando en la red: clientes, proveedores o *stakeholders* que se relacionen con las empresas y quieran operar o contratar con ellas a través de la red.

e) Abierto

No existen restricciones estatutarias para que las empresas e instituciones españolas pertenezcan a la plataforma. Basta con querer participar en esta, ingresar una cuota de entrada conforme a su naturaleza y tamaño (los asociados *non-profit* solo aportan disponibilidad y espíritu colaborativo) y cumplir los estatutos y políticas operativas aprobadas por la junta directiva de la asociación. El principio de apertura supone un derecho de acogida en la red por los miembros, pero también la obligación, en el caso de los nodos, de estar operativos en la *blockchain*, aceptando participar en la infraestructura conforme a la finalidad colaborativa del consorcio, que es de interés general y, a su vez, fomenta la competitividad empresarial a escala nacional. Los nodos están alojados en diversos participantes de la red, y los servicios de registro distribuido e identidad digital prestados desde la infraestructura se proporcionan de forma abierta a todos los participantes. Del mismo modo, todos los servicios y productos ajenos a la infraestructura (operaciones de comercialización con clientes, relaciones con proveedores, sistemas

de logística o distribución, operaciones industriales o de producción, venta directa, e incluso relaciones con redes sociales), que pueden desarrollar los asociados, se pueden prestar en la *blockchain* de forma libre, implementando contratos inteligentes, conforme a acuerdos que establezca cada uno de los asociados con sus clientes.

f) Flexible

Los miembros asociados al consorcio eligen su propio rol al participar en el sistema, aunque pueden cambiar dicho rol con el tiempo. Más de un centenar de ellos han iniciado su andadura como participantes en el consorcio, formalizando su posición como asociados; pero, posteriormente, cada uno decide, en primer término, si desea o no operar en la *blockchain*, (puede haber socios que utilicen la plataforma a título de ensayo o experimentación, sin realizar transacciones económicas reales), y, en caso afirmativo, si desean operar por sí o a través de otro miembro que disponga de un punto operativo o nodo. A su vez, los nodos pueden ser de ejecución o *validadores*, que introduzcan o inscriban datos válidamente en la cadena de bloques aumentando su longitud y por tanto el tamaño del registro; o bien tratarse de nodos *observadores* o verificadores que controlan las transacciones y tengan capacidad de acceso o lectura de datos, y además distribuyan la carga de lectura, garantizando la privacidad y confidencialidad de la información. Incluso se ha previsto un rol de nodos *reguladores* para control de legalidad.

g) Coopetitivo

Las empresas e instituciones asociadas, a la vez que compiten en el mercado desarrollando las operaciones propias de su objeto social, cooperan entre sí para desarrollar, actualizar y perfeccionar la infraestructura y el sistema de identidad digital previsto en los estatutos de la asociación. Así, su posición es simultáneamente de colaboración o cooperación y de competencia, o, dicho sintéticamente, de *coopetición*. Alastria dispone de reglas estatutarias y políticas normativas internas que aseguran en todo momento la efectividad de este principio de competencia colaborativa. En concreto, se han establecido como anexos estatutarios de la asociación diversas políticas normativas, que inicialmente

son: una política antitrust o antimonopolio, unas políticas de protección de la propiedad intelectual desarrolladas en el consorcio, una política de confidencialidad o protección del secreto interno del consorcio, y una política de prevención y combate contra los conflictos de intereses padecidos por los miembros de la asociación. Diversos documentos normativos internos complementan las anteriores políticas, y en concreto un exigente reglamento interno de conducta, especialmente tendente a salvaguardar la funcionalidad del principio de cooperación.

1.2. *Alastria como infraestructura DLT, como registro y como cadena de transacciones permitida semipública*

La tecnología subyacente a esta infraestructura es, como se ha avanzado, tipo DLT (*distributed-ledger technology*), arquetípica de la denominada *cadena de bloques* o *blockchain*. Consiste en la anotación de datos en un registro, por los miembros autorizados para hacerlo, de series bloques de datos encriptados (por un sistema de criptografía). Los bloques se encuentran encadenados por orden temporal, de ahí la designación de *blockchain*. Y además tales bloques se encuentran anotados o contabilizados y guardados permanentemente en el registro de forma simultánea en todos los puntos, servidores o nodos asociados al sistema. Sin perjuicio de lo cual, la autorización para acceder a los datos encriptados en cada bloque corresponde a determinados puntos o nodos autorizados, de ahí la designación de la red como autorizada o con permisos para operar (*permissioned blockchain*). La introducción o anotación de datos corresponde a los nodos igualmente autorizados para hacerlo, y la comprobación o chequeo de la validez y corrección de las anotaciones practicadas corresponde a los denominados nodos validadores designados por el consorcio.

En cuanto registro, lugar de anotación de operaciones o *libro contable*, la *blockchain* de Alastria es un espacio de datos inalterables (lo cual viene garantizado mediante criptografía), repetidos o replicados en las máquinas de todos los participantes –mediante un protocolo de comunicaciones estándar– y accesible a

todos los participantes —o, como se verá, eliminando la necesidad de acuses de recibo y conciliaciones—.

Además, la red garantiza la seguridad y privacidad de los datos. La distribución de estos entre los participantes es por sí sola un factor de disponibilidad y escalabilidad. Permite la supervisión directa y enlazar información externa asegurando, asimismo, la inalterabilidad de dicha información. Estas características habilitan un escenario de absoluta innovación social y económica, que internacionalmente se conoce como Internet del valor.

Pensando en la escalabilidad y resiliencia de la red, hemos segmentado el sistema en dos subredes interconectadas, según la funcionalidad de los nodos (servidores) que la integran:

- Los llamados *nodos validadores* son los encargados de, por un lado, comprobar la validez técnica, y, por otro, escribir o anotar las transacciones en la base de datos de la DLT. Conforman el corazón de la plataforma y se conectan en una red interna monitorizada muy segura. Por su rol equivalen a los mineros en *bitcoin* (4), pero, al estar en un entorno vigilado por la asociación y sus comités, a la vez que permiten una alta capacidad de anotación de transacciones, autorizan estas de modo seguro, con capacidad de crecimiento controlado y con incentivos (*gas*, equivalente conceptual de *bitcoin* en esta *blockchain*) limitados o regulados, suprimibles si fuera necesario al no cumplirse las políticas y reglas internas de la asociación. Las exigencias estándar de seguridad para disponer de un nodo validador son extremadamente altas, a fin de que las instituciones y empresas miembros Alastria colaboren en crear, mantener y operar en un entorno seguro.

- Los *nodos de aplicación* (la mayoría) son los encargados de proponer anotaciones de bloques, es decir, de lanzar transacciones al sistema, creando *software* para su ejecución automática a través de *smart contracts*, o bien encriptando activos negociables (*asset tokenization*), o actualizando estados o condiciones y términos en contratos previos a través de nuevas anotaciones, entre otras posibilidades. Requieren del precitado *gas* —y su correspondiente emisión y liberación por los validadores— para operar. *Gas* que no consiste en cripto-

monedas, ya que las transacciones son gratuitas, no habiendo comisiones para operar, y tampoco incentivos económicos como el *bitcoin* para hacerlo; el incentivo es la propia posibilidad de operar en la plataforma, y el *gas* representa tan solo un valor técnico representativo de la autorización para operar en la red y una prueba de realización de las operaciones. Un *banco de gas* en la plataforma, supervisado por el comité técnico de la asociación y por sus directivos, será el encargado de que todas las empresas (y sus aplicaciones) que así lo requieran puedan operar con el sistema, pero siempre dentro de las capacidades de la red. Para quienes deseen operar, el *gas* se regula o limita previamente según las necesidades de funcionamiento diario o habitual de los nodos, lo que no permite a ningún operador abusar del sistema monopolizando o desviando las operaciones o la capacidad operativa conforme a intereses particulares.

1.3. *Alastria como baluarte de la cultura open source en España*

Tras muchos años de debate, *Blockchain* ha abierto definitivamente a las grandes empresas las puertas de la adaptación y uso del conocido como *programario libre y abierto*. Históricamente, el *open source software* no se ha utilizado en transacciones de valor, especialmente en el *core* de grandes empresas e instituciones. Ha sido recientemente, y gracias a *blockchain*, que grandes instituciones, como JP Morgan, IBM o Microsoft, han empezado a abrazar decididamente la filosofía del *software* abierto y colaborativo, con los grandes beneficios que esto comporta, tanto para el mundo empresarial, como para la comunidad de desarrolladores independientes de todo el mundo.

Todo el *software* desarrollado desde Alastria será de código abierto, de modo que pueda ser conocido, consultado, desenvuelto, editado, auditado incluso, y, finalmente, perfeccionado y mejorado por la comunidad *blockchain* o DLT de todo el mundo.

Partiendo del sistema de colaboración nacional recién puesto en marcha a través de la asociación, Alastria está llamada a contribuir significativamente en el arranque de una comunidad DLT y en el impulso definitivo a la

colaboración digital entre las empresas, sea cual sea su tamaño, y además a crear vínculos permanentes entre estas y la comunidad independiente de especialistas en criptografía, seguridad, escalabilidad, macrodatos o *big data*, inteligencia artificial, Internet de las cosas (IoT), entornos *blockchain* e innovación informática y digital en general (5).

2. La potencialidad de Alastria como instrumento eficiente al servicio del tejido empresarial español

2.1. Reducción de costes de documentación

Cada miembro asociado a Alastria dispone de un entorno tecnológico que le permite no solo la organización óptima de su sistema de comercialización de productos y servicios, sino incluso modificar su sistema de producción o de oferta de servicios, y, a la postre, la reconfiguración de su propio modelo de negocio y sus relaciones con los principales grupos de interés.

Una de las principales ventajas que permite operar en la cadena de bloques es la eficiencia que proporciona la reducción, y en algunos casos eliminación, de costes de documentación en todos los procesos de gestión, formalización, monitorización, supervisión y control de cumplimiento normativo, que tienen proyección o reflejo documental.

Las empresas pueden participar en el diseño de la DLT específica que se va a implementar en Alastria, proponiendo soluciones al operar desde nodos validadores u observadores. En esa propuesta, se incluye la selección de procesos que requieren documentación (precontratación, contratación, poscontratación; servicios de difusión, *marketing* y comercialización; contratación auxiliar con intermediarios, entre otros).

En este terreno, la innovación se plasma en estrategias individuales que suponen la minimización de gestiones y procesos de verificación y contraste, facilitados por la completitud, disponibilidad inmediata y transparencia de los datos encriptados en la cadena de bloques, de fácil e inmediato acceso a quienes, previa autorización de los nodos validadores, disponen del correspondiente acceso a las claves criptográficas que permiten su lectura.

2.2. Eliminación de mediadores y minimización de costes de agencia

Blockchain reduce el número de mediadores en la confección y ejecución de las transacciones. La razón es simple: incrustar los datos en la red permite su disponibilidad simultánea por todos los nodos, y la posibilidad de traspasarlos con seguridad y de forma selectiva o segmentada a cualesquiera miembros de la red y, convenientemente descifrados, decodificados o descriptados, a terceros, y sin necesidad de intervención de agentes. Por otra parte, la seguridad de la red que proporcionan los sistemas de identidad digital hacen superfluo que intermediario alguno (por ejemplo, registrador) verifique la exactitud, autenticidad, autoría o proveniencia de los datos que constan en la red, y también la certificación de que los datos no han sido alterados o manipulados de cualquier forma.

Por otra parte, la DLT es una tecnología que reduce los costes de agencia en la medida en que, operando en la cadena de bloques se ejecutan las operaciones de forma automática a través de *smart contracts* o contratos inteligentes asociados (y sus correspondientes mecanismos de verificación de circunstancias del mundo externo a la *blockchain*, llamados *oráculos*), y así, los pagos, entregas, provisiones de fondos, atención de servicios, desplazamientos de posesión, traslados de mercancía, cumplimiento de prestaciones contractuales, y cualesquiera hechos que incidan en el cumplimiento de los contratos, son fácilmente verificables una vez instalados los programas Smart que disparan las órdenes de ejecución automática que facilitan ese cumplimiento, reduciendo las tareas de otros mediadores o interventores materiales que tradicionalmente ayudan al cumplimiento y lo verifican (por ejemplo, comisionistas, agentes, porteadores, *brokers*, gestores, gerentes, apoderados, factores, delegados). Además, la verificación de los pagos y de las prestaciones queda consignada fehacientemente y registrada también de forma inalterable, merced a la criptografía, en la propia cadena de bloques.

2.3. Incremento de la velocidad de las transacciones

A) Proceso de negociación

Negociar un contrato es fácil y ágil en *Blockchain*. Las ofertas se pueden difundir en la infraestructura de

forma inmediata entre los miembros o nodos, y estos pueden también hacer llegar a clientes o proveedores información de modo muy ágil y barato. Estas ventajas son apreciables asimismo en los procesos precontractuales de confección o redacción de contratos, declaraciones de intenciones, documentación precontractual principal y anexa, elaboración de términos y condiciones generales por grandes empresas, e intercambio de información entre empresarios relativa a la fijación de las condiciones de las operaciones, entre otros campos donde resulta evidente la ventaja que proporciona la cadena de bloques para el tratamiento de la información asociada.

B) Ejecución o cumplimiento

Como ya se ha advertido, la velocidad de procesamiento de *blockchain* y su seguridad permiten ejecutar los negocios automática e inmediatamente a través de *Smart contracts* y otros sistemas de programación.

En materia de pagos y transferencias, en concreto, pocos desarrollos *fintech* hoy superan la velocidad de ejecución realizable con tarjetas de plástico, en torno a diez segundos; la velocidad aún no parece incentivar al pago con móviles a clientes acostumbrados a pagar con sus tarjetas, aunque puede haber otros incentivos (usabilidad, manejo fácil de claves, etc.). En el caso de quienes envían dinero o realizan transferencias manualmente, y en especial a personas desfavorecidas, incorporar *apps* para agilizar los pagos sí supone un claro incentivo, que el Internet de las cosas (IoT) facilita identificando al usuario de forma segura. Cuando la DLT se combina con IoT, se suprimen trámites como el ingreso de claves, contraseñas y otros ralentizadores de los pagos o transferencias, pues cada dispositivo del cliente se conecta y valida con otro, usando datos biométricos u otros parámetros de identidad inscritos en la *blockchain*, de manejo personal inmediato. Los dispositivos de la oficina o sucursal se pueden conectar y leer con los que lleva el cliente, identificando su perfil e incluso el tipo de atención que necesita, analizando su historial inmediatamente.

En el caso de los mercados de capitales (bolsas, mercados de derivados), *blockchain* incrementa notablemente la velocidad de los complejos procesos de compensación y liquidación de operaciones en masa. La cadena

de bloques de datos es capaz de reproducir instantáneamente un proceso de compensación y liquidación de valores e instrumentos y, a su turno, dispone de la infraestructura necesaria para la prestación de servicios de custodia o depósito de dichos valores. La velocidad de procesamiento es muy superior, y el coste mucho menor, que los habituales en la industria bursátil cuando se registran o anotan y compensan y liquidan los pagos y entregas de valores.

2.4. Mejora de las condiciones de competitividad en los mercados

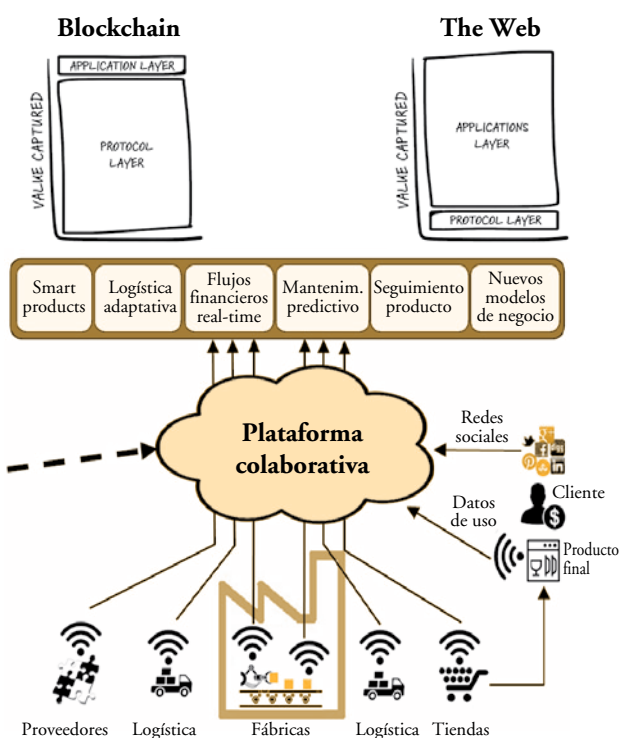
Del mismo modo que Internet ha universalizado las comunicaciones con la tecnología única TCP/IP, *blockchain* universaliza las transacciones económicas también con una tecnología universal, que es la llamada DLT o de registro distribuido. Su expresión en la infraestructura de la cadena de bloques permite aplicar eficazmente el concepto de Internet del valor.

Esa nota de universalidad crea valor incrementando la competitividad en los mercados porque, de una parte, permite a las empresas competir de forma segura y rápida en la red eliminando costes de recopilación, distribución y almacenaje de información en todos los puntos de la cadena de valor; y, de otra parte, atrae a más empresas hacia la red, desplazando eventualmente del mercado a las competidoras que no se integran en ella y haciendo así sobrecompetir a las integradas. En síntesis: de un lado, la competitividad se refuerza al aliviar *blockchain* los costes de transacción y agencia y, de otro, al incrementar la competencia entre las empresas que acuden a la red.

Actualmente, las transacciones se basan en conexiones definidas de modo independiente por cada agente económico que interviene en la cadena de valor. Tales conexiones se denominan en el argot tecnológico *extranet propietarias*. La DLT viene a simplificar la relación entre todos los que participan en la red, logrando su conexión homogénea a través de una llamada *extranet común*, que fomenta la colaboración económica entre los miembros, pero sin perder de vista la competencia interempresarial (modelo competitivo). Si en Internet en general, el protocolo informático empleado y la infraestructura tecnológica

Gráfico 1

Cooperación intersectorial en la plataforma DLT (abajo) e importancia relativa de la capa de protocolo DLT en *Blockchain* en comparación con internet en general (arriba) —



Fuente: Comités Alastria.

son poco conocidas por los operadores y además poseen escaso valor para las empresas que negocian en la red en comparación con el valor que suponen las aplicaciones, en la DLT sucede todo lo contrario. La infraestructura o *capa* tecnológica, aún pendiente de desarrollo, es lo que aporta valor a los asociados en términos de seguridad y velocidad operativa, como puede apreciarse de forma muy escueta en el esquema que muestra el gráfico 1, que además explica la utilidad de la red como plataforma colaborativa (y *cooperativa*) interempresarial e interinstitucional.

2.5. Seguridad jurídica, identidad digital y eficiencia económica

La *blockchain* de Alastria otorga a las partes confianza en las transacciones y seguridad jurídica por una tri-

ple razón: primero, porque las operaciones se realizan en la red con plena validez legal, conforme al ordenamiento jurídico y a las reglas internas de la asociación, debidamente registrada e inscrita; en segundo lugar, porque el comité legal de la asociación vela permanentemente para que se cumplan las políticas de Alastria en materia de conflicto de interés, información sensible y antimonopolio, entre otros; y en tercer lugar, porque los socios validan sus transacciones en la red con la seguridad material que brinda la criptografía, y las operaciones se inscriben bajo protocolo de consenso por un sistema que utiliza la tecnología Quorum, debidamente testado por el comité técnico de Alastria.

El uso de identidades digitales de tipo autónomo o *sobrano* (6), y el control de todas las operaciones bajo firmas electrónicas avanzadas, permite a los operadores en la *blockchain* no solo confiar recíprocamente en la identidad y procedencia de las transacciones, además certificable notarialmente, sino además seleccionar la información disponible en la red para utilizarla en sus negocios de manera transparente e instantánea, contribuyendo notablemente a incrementar la eficiencia y la competitividad de las empresas asociadas. A medida que se incorporen más sociedades a Alastria, el sistema se traducirá en una mejora macroeconómicamente perceptible.

NOTAS

- (1) Para una aproximación a su funcionamiento técnico, Vukolić, M. (2015:112).
- (2) Swanson, T. (2015), *Consensus-as-a-service: a brief report on the emergence of permissioned, distributed ledger systems*, abril.
- (3) En puridad, el *token* no es más que la representación digital encriptada de los datos que son apuntados en un bloque de la cadena *blockchain*; ese bloque puede contener datos en forma de derechos, activos, bienes digitales o cualquier otra forma de representación de riqueza, aunque Srinivasan, B (2017), «Thoughts on Tokens», *News 21*, mayo, 27, <https://news.21.co/thoughts-on-tokens-436109aabcbe>; Surga, J. (2017), «¿Qué son los Tokens ERC20 de Ethereum y cómo funcionan?», *Criptonoticias*, 8 de junio, <https://criptonoticias.com/colecciones/tokens-erc20-ethereum-como-funcionan/#axzz4vNZNOLWB>.
- (4) Cf. Toral, J. (2015). *El Bitcoin*. En Pérez-Llorca, P. (coord.) *Manual jurídico del mercado bancario. Las operaciones de pasivo y las operaciones neutras*, 217-233, Wolters Kluwer; Watts, J.; D'souza, D.; Khandelwal, R.; Pande, K. (2015), *Bitcoin at the crossroads. There is a race to regulate Bitcoin. Is it too soon?* De-Loitte Center for Regulatory Strategies.

- (5) Sobre el modo de lograr la escalabilidad mediante pruebas de trabajo y su confrontación con modelos alternativos de acumulación de datos en DLT, Vukolić, M. (2015:114-117).
- (6) Axon, L. (2015), «Privacy-awareness in Blockchain-based PKI», (*CDT Technical Paper*), Universidad de Oxford, acceso 2.11.2017, <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:f8377b69-599b-4cae-8df0f0cded53e63b/datastreams/ATTACHMENT01>; Berke, A. (2017), «How Safe Are Blockchains? It Depends», *Harvard Business Review Digital Articles*, 2-6; Jin Ho, P.; Jong Hyuk, P. (2017), «Blockchain Security in Cloud Computing: Use Cases, Challenges and Solutions», *Symmetry* (20738994), 9(8), 1-13. doi:10.3390/sym9080164; Mainelli, M. (2017), «Blockchain Will Help Us Prove Our Identities in a Digital World», *Harvard Business Review*, <https://hbr.org/2017/03/blockchain-will-help-us-prove-our-identities-in-a-digital-world>.
- BIBLIOGRAFÍA**
- Arnold, M. (2016), «Accenture to unveil *blockchain* editing technique», *Financial Times*, acceso 21.10.2017, <https://www.ft.com/content/f5cd6754-7e83-11e6-8e50-8ec15fb462f4>.
- Baars, D. (2016), «Towards Self-Sovereign Identity using *Blockchain* Technology», *University of Twente*, documento de trabajo, 1-81
- Cachin, C. (2016), «Architecture of the Hyperledger *blockchain* fabric», julio, *Workshop on Distributed Cryptocurrencies and Consensus Ledgers*.
- Díaz Bartolomé, R. (2017), «Pymes: eficientes y optimizadas», en Preukschat, Á. (coord.), *Blockchain: la revolución industrial de internet*, Gestión 2000, Barcelona, 72-76.
- González-Páramo, J. M. (2017), «Financial innovation in the digital age: challenges for regulation and supervisión», *Revista de Estabilidad Financiera*, núm. 32, 9-38.
- Gabison, G. (2016), «Policy Considerations for the *Blockchain* Technology Public and Private Applications», *SMU Science & Technology Law Review*, vol., 19, 327.
- Ibáñez, J. (2016), «*Blockchain*: ¿el nuevo notario?», documento de trabajo Everis NTT Data, 1-11.
- «El *bitcoin* deberá dejar de ser opaco para triunfar. Las monedas clásicas coexistirán con las virtuales como instrumento especulativo», *Diario Cinco Días*, 13.11.2017.
- Murck, P. (2017), «Who controls the *Blockchain*?», *Harvard Business Review*, <https://hbr.org/2017/04/who-controls-the-blockchain>.
- Peters, G. W.; Panayi, E. (2016), «Understanding modern banking ledgers through *blockchain* technologies: Future of transaction processing and smart contracts on the internet of money», *Banking Beyond Banks and Money*, 239-278. Springer International Publishing.
- Pérez, I. (2017), «*Blockchain* y derecho al olvido: eliminando datos de la cadena», en *Criptonoticias*, <https://criptonoticias.com/regulacion/blockchain-derecho-olvido-eliminando-datoscadena/#axzz4vNY0KwQ1>.
- Preukschat, Á. (2017), «Las ventajas de *Blockchain* para el comercio online, método que ha cambiado la forma de comprar», *El Economista*, <http://www.economista.es/empresas-finanzas/noticias/8296264/04/17/Las-ventajas-del-Blockchain-para-el-comercio-online-el-metodo-que-ha-cambiado-la-forma-de-comprar.html>.
- «Las ventajas de la *Blockchain* para las ONG y el tercer sector», *El Economista*, <http://www.economista.es/tecnologia/noticias/8284892/04/17/Las-ventajas-de-la-tecnologia-Blockchain-para-las-ONG-y-el-tercer-sector.html>.
- Puigvert, M. (2016), «Accenture patent *Blockchain* flexible», *Criptonoticias*, <https://criptonoticias.com/sucesos/accenture-patenta-blockchainflexible/#axzz4vNY0KwQ1>.
- Yeoh, P. (2017), «Regulatory issues in *blockchain* technology», *Journal of Financial Regulation & Compliance*, vol. 25, Issue 2, 196-208.