

El auge de *blockchain* y sus posibilidades reales de aplicación en los registros de las administraciones públicas

Marina Vega Maza

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

Fecha de presentación: junio de 2018

Fecha de aceptación: enero de 2019

Fecha de publicación: febrero de 2019

Resumen

La tecnología *blockchain* o DLT (*distributed ledger technology*) dota a los objetos de una identidad digital permanente en el tiempo, al margen de su naturaleza, y ha irrumpido con fuerza en diversos campos de la mano de las criptomonedas. Más allá del auge en el ámbito financiero, su aplicación en la Administración pública se antoja amplia y rupturista, especialmente en el registro de distintos tipos de activos, y la Unión Europea se configura como uno de sus principales impulsores. No obstante, esta tecnología se encuentra aún en un estado embrionario y la literatura actual tiende a exaltar sus posibles beneficios, sin analizar de forma sistemática su implementación o limitaciones. Asimismo, resulta costoso encontrar ejemplos de proyectos consolidados en el ámbito gubernamental, en su mayoría debido a la reforma normativa que debe preceder su plena adopción. Este artículo aborda esta deficiencia y recoge un compendio de casos reales de registros de identidades y de la propiedad sobre tecnología *blockchain*, de corte europeo e internacional (países como Estonia, Suecia o Estados Unidos). A partir de dicho análisis y aplicando una doble clasificación funcional y técnica, examina sus diferentes esquemas de funcionamiento y extrae sus principales implicaciones y retos en el marco legal vigente. Se recurre a una perspectiva técnico-jurídica y presta especial atención a aspectos tales como los contratos inteligentes (*smart contracts*).

Palabras clave

blockchain, tecnologías DLT, registro de la propiedad, registro de identidades, contratos inteligentes, administración electrónica

Tema

Ciencia política y de la Administración, gestión pública, tecnologías de la información y las comunicaciones

The blockchain boom and its real possibilities of application in the records of Public Administrations

Abstract

Blockchain or DLT (Distributed Ledger Technology) provides any object with a permanent digital identity over time, regardless of its nature. Beyond its success in the financial sphere, its applications in public administration seem to be extensive and disruptive, especially in terms of the registration of different types of assets - and the European Union may be one of its main drivers. However, this technology is still at a very early stage and the current literature tends to highlight its potential benefits, without analyzing its implementation or limitations in a systematic way. It is also costly to find examples of consolidated projects at a governmental level, mostly due to the regulatory reform that must precede their full adoption.

This article focuses on this issue, gathering a compendium of real-use cases related to identity and property registers, based on blockchain technology, in countries such as Estonia, Sweden and the United States. Based on this analysis, and applying a functional and technical classification, it attempts to infer its different operating schemes and to extract both its benefits and, especially, its main implications and challenges within the current legal framework. It adopts a technical-legal perspective and pays special attention to aspects such as smart contracts.

Keywords

Blockchain, Distributed Ledger Technologies, land registry, identity registry, smart contracts, e-government

Topic

Political Science and Administration, Public Management, information and communication technologies

Introducción

Desde su origen, en el año 2008, *blockchain* y las tecnologías DLT (*distributed ledger technologies*) se han configurado como una innovación que impacta directamente contra los cimientos de los modelos de relación actuales, muy ligados a la intermediación y la existencia de autoridades centralizadoras. La OECD (2016) identifica *blockchain* con una de las diez tendencias tecnológicas clave en el futuro y el World Economic Forum, ya en 2015, estimó que el 10 % del PIB mundial estaría registrado en *blockchain* en el año 2025.

Si bien esta tecnología emergente, o *game changer* (Moubarak et al., 2017), se encuentra aún en una fase embrionaria y no hay garantía de que llegue a consolidarse en los próximos años, su carácter rupturista y sus posibilidades de transformar diversos sectores, especialmente la Administración, lo hacen merecedor de un estudio exploratorio, máxime cuando Europa podría configurarse como uno de sus principales aríetes.¹

Por otra parte, si bien los orígenes de *blockchain* están muy vinculados con las criptomonedas, se prevé que su expansión a corto plazo no se produzca en este ámbito,

1. La Comisión Europea (2017) está realizando diversos esfuerzos en este sentido y, según IBM (2017), Asia y Europa occidental están marcando el ritmo de adopción y aglutinan la mayor parte de los líderes convencidos (*trail blazers*) respecto a otras regiones. Norteamérica presenta un ritmo menor, posiblemente reflejo de la complejidad de coordinación de este tipo de iniciativas entre las distintas jurisdicciones y estados federales.

sino en el registro de otro tipo de activos (Taylor, 2017), muchos de ellos competencia de las administraciones públicas: registros civiles, de la propiedad, derechos intelectuales, cualificaciones académicas e, inclusive, la propia identidad de los ciudadanos. Esta última constituye uno de los instrumentos clave para el despliegue de la administración electrónica y resulta un requisito previo para la implementación de cualquier tipo de registro con plenas garantías.

Si bien las tecnologías DLT pueden aplicarse a diversas transacciones del sector público y representar un avance reseñable en el desarrollo de la administración electrónica, tal y como señala Ubacht *et al.* (2017), la mayor parte de la literatura actual se centra en su dimensión tecnológica, o en exaltar y magnificar sus hipotéticos beneficios, sin tratar realmente de valorarlas de forma sistemática o analizar con rigor su implementación o limitaciones.

En este sentido, resulta costoso encontrar en la actualidad ejemplos reales de implementación de proyectos consolidados en la esfera gubernamental, que vayan más allá de una mera declaración de intenciones por parte de numerosos gobiernos o unos incipientes conatos de evaluar sus procesos internos a la luz de *blockchain*.

El esfuerzo inherente al presente artículo se orienta hacia la aplicación de la cadena de bloques en los registros gestionados por las administraciones públicas, en concreto en los de propiedad e identidad, y se centra en las dos carencias citadas: por una parte, recoge un compendio de casos de uso reales en un estado avanzado, tratando de inferir sus diferentes esquemas de funcionamiento y, por otra, analiza de forma realista tanto sus beneficios como, muy especialmente, sus principales implicaciones y retos en el marco legal actual, desde una perspectiva técnico-jurídica.

Tras esta breve introducción, se abordarán los fundamentos de la tecnología *blockchain* en el ámbito de los registros de propiedad e identidad para después, en el apartado 2, proponer una clasificación basada en la literatura reciente. El apartado 3 recoge un compendio de casos de uso implantados por diferentes administraciones, de ámbito europeo e internacional y, a partir de este análisis, el apartado 4 tratará de extraer las principales implicaciones y retos. Finalmente, se esbozarán diversas conclusiones.

1. Fundamentos de *blockchain* en el ámbito de los registros de identidad y propiedad

Blockchain dota a los objetos de una identidad digital permanente en el tiempo, independientemente de su naturaleza (Hou, 2017). Puede considerarse una base de datos donde los registros introducidos tienen sólidas garantías de inmutabilidad, las cuales se vuelven más fuertes conforme pasa el tiempo. Esto se consigue distribuyendo una misma transacción en un conjunto suficientemente alto de nodos de la red y creando bloques para enlazarla con las anteriores, de forma que se impide su alteración o eliminación. El modo en que los nodos acuerdan cómo añadir una nueva transacción a la cadena se denomina mecanismo de consenso (Dolader *et al.*, 2017).

Blockchain es agnóstico en cuanto al tipo de información que almacena, por lo que, en el caso de la Administración, el rango de datos que puede ser albergado es tan amplio como las actividades que realiza y sus diferentes casuísticas. Según Ubacht *et al.* (2017), la diferencia con el modelo actual es que, en lugar de que estas transacciones sean gestionadas directamente por los gobiernos, estos faciliten plataformas *blockchain* donde dichas transacciones se lleven a cabo sin su intervención.

La implementación de este tipo de registros administrativos arroja, a partes iguales, importantes interrogantes y potenciales beneficios. Con objeto de respetar las dimensiones del artículo, el análisis se ciñe a los registros que dan fe de dos tipos de activos: identidades (*proof of identity*) y propiedades (*proof of ownership*), conforme la clasificación de Drescher (2017), sin contemplar casos del ámbito financiero ni otro tipo de soluciones aplicadas en el marco de la Administración.

Las razones de esta elección se fundamentan en que la gestión de identidades resulta imprescindible para cualquier implantación de servicios de administración electrónica en *blockchain* y, en cuanto a la gestión de la propiedad y el territorio, representa de forma genuina el paradigma de registro administrativo potencialmente beneficiado por su traslación a tecnologías DLT y se encuentra muy

vinculado a la utilización de *smart contracts*,² un elemento de estudio de alto interés para garantizar la viabilidad de estas soluciones, no exento de importantes lagunas jurídicas, expuestas en el apartado 4.

1.1. Características de los registros de identidades

Aproximadamente, 1.500 millones de personas en todo el mundo carecen de un certificado de nacimiento con validez legal, lo cual los inhabilita para realizar acciones tan elementales para la ciudadanía como la apertura de una cuenta bancaria, la posesión de una propiedad o el acceso a los servicios públicos, impidiendo, en definitiva, su participación en la economía o en la creación de riqueza en un país (IBM, 2017).

Muchos sistemas de identificación existentes en la actualidad, además de basarse en la intervención de entidades intermediarias, se encuentran fragmentados y no responden bien a las necesidades reales. Asimismo, una de las principales expectativas de los ciudadanos es conseguir el control de sus datos (Sullivan *et al.*, 2017).

Una solución de identidad digital, gestionada por un Estado o un supraestado, consiste en crear una identidad para cada ciudadano, que almacene sus datos básicos o y otro conjunto variable: seguridad social, vida laboral, datos biométricos, títulos académicos, ayudas concedidas y, en general, cualquier información que genere o necesiten las administraciones públicas. El ciudadano aportaría o confirmaría su identidad en cada servicio electrónico donde se requiriese, autorizando la visibilidad parcial de su información en función de la naturaleza del mismo. Una de las principales ventajas, según Jacobovitz (2016), es la eliminación de la necesidad de utilizar usuarios y contraseñas y de custodiar un número elevado de estas.

Las soluciones de identidad basadas en *blockchain* permiten garantizar la seguridad e inmutabilidad de la información. De hecho, la OCDE (2017), junto con la biometría, considera esta tecnología uno de los instrumentos clave en

el campo de la identidad, aunque también argumenta que dichos programas están todavía en sus primeras fases.³ No obstante, la industria y los gobiernos muestran un interés en esta materia. Rivera *et al.* (2017) y Moubarak *et al.* (2017) exponen cómo países como Reino Unido se plantean extender su infraestructura de identificación actual, restringida al ámbito de la policía, a otros servicios públicos, y federarse con las de otros países para colaborar en áreas tan diversas como el comercio o el control de fronteras.

Por otra parte, existen iniciativas centradas en dar respuesta al problema descrito sobre la ausencia de identidad de gran parte de la población, como el caso de Finlandia analizado o el proyecto ID2020, una asociación mixta (pública/privada) que persigue proporcionar una identidad a través de una plataforma basada en *blockchain* (OECD, 2017). BitNation⁴ ofrece ayuda a refugiados a través de la iniciativa «*Blockchain* Emergency ID» (Zambrano *et al.*, 2017) y, en el caso de los refugiados sirios en Líbano, se desarrolló un proyecto con la compañía AID:Tech, en colaboración con la Federación Internacional de la Cruz Roja.

Según se ha indicado, cualquier registro deberá estar ligado a un sistema de gestión de identidades, en algunos casos a expensas de otros beneficios como la privacidad. Un aspecto analizado por Yaga *et al.* (2018) que suele inducir a confusión, especialmente en el caso de la red Bitcoin, es que el hecho de que *blockchain* está basado en sistemas de claves públicas y privadas no implica que soporte intrínsecamente una gestión de identidades, ya que dichas claves no guardan relación con la identidad del usuario en el mundo real.

1.2. Características de los registros de propiedad

El Banco Mundial estima que un 70 % de la población mundial no tiene un acceso apropiado a los títulos de propiedad inmobiliaria (IEG, 2016). La tecnología *blockchain* se asocia frecuentemente con la gestión del territorio y resulta especialmente útil cuando los títulos no se almacenan de forma sistemática, sobre todo en países que adolecen de instituciones estables o que actualmente presentan registros de la propiedad deficientes.

2. A efectos introductorios, un *smart contract* se puede considerar un programa de ordenador que verifica y ejecuta automáticamente los términos del contrato, ante la ocurrencia de determinados eventos predeterminados (Giancaspro, 2017).
3. Rivera *et al.* (2017) realizan una *systematic mapping process* de los sistemas de identificación vigentes basados en *blockchain* y concluye que aún se encuentra en una etapa muy embrionaria, ya que el número de artículos y publicaciones de alta calidad es escaso.
4. <<https://tse.bitnation.co/>>.

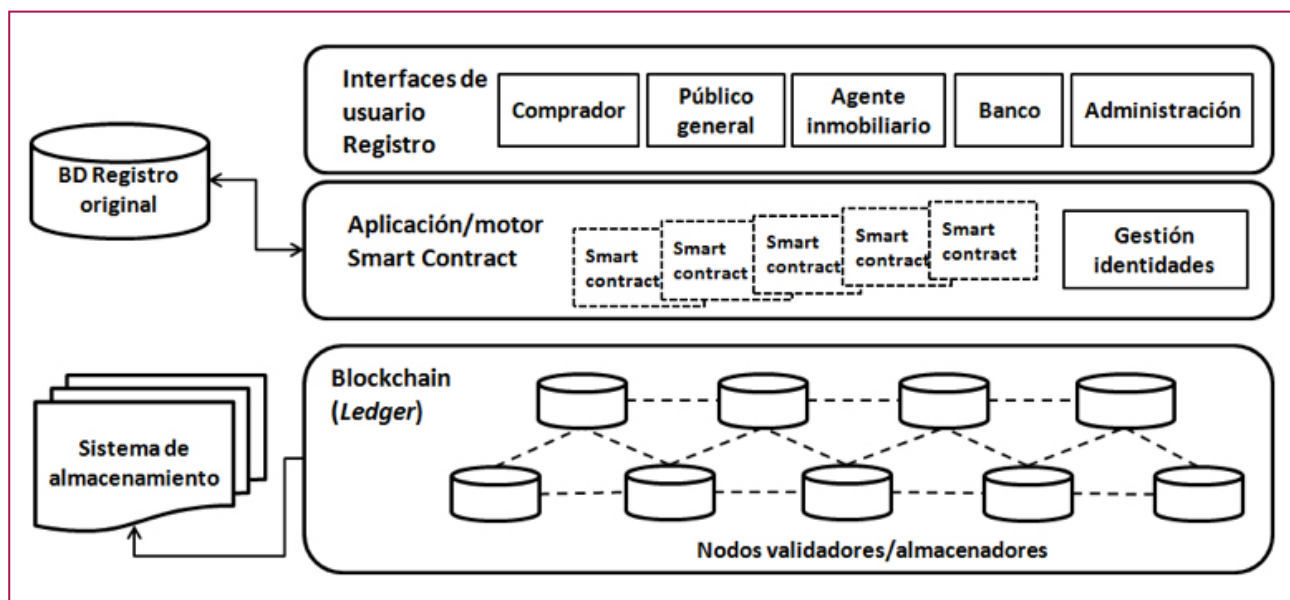
Estudios como el llevado a cabo por Gallego (2018) analizan la posibilidad de que la cadena de bloques otorgue una mayor seguridad jurídica preventiva a los registros de derechos⁵ y Yaga *et al.* (2018) argumentan cómo puede utilizarse para proteger los derechos del propietario, para resolver conflictos y para cerciorarse de que la propiedad se transfiere correctamente, evitando cualquier cambio no autorizado. El mayor beneficio de migrar desde bases de datos centralizadas a este tipo de sistemas es la consecución de mayores niveles de seguridad y transparencia, disminuyendo la vulnerabilidad ante el uso fraudulento por parte de los administradores del sistema o la destrucción de registros por causas naturales o provocadas (Spielman, 2016).

No obstante, la aplicación de la tecnología *blockchain* por sí misma no aumenta la precisión de los títulos de propiedad, si estos no están verificados con anterioridad. Tan solo clarifica la autenticidad de ese título, pero no si este ha sido manipulado previamente a su ingreso en la cadena. Así, *blockchain* puede utilizarse como instrumento de lucha contra la corrupción, si bien debe ir acompañado de otras medidas institucionales que permitan una administración del territorio jurídicamente segura.

En cuanto a la forma de aplicar las tecnologías DLT a la gestión del territorio, suele abordarse creando un registro que sirve como base de datos para todos los derechos de propiedad y las transacciones históricas. En este tipo de aplicaciones, todas las partes involucradas, cuyos sistemas actualmente no están interconectados, interaccionan directamente entre ellas, como se analizará en el caso de Suecia o Georgia. Esto reduce el rol de mediación de las administraciones competentes en la materia, permitiendo que se centren en el desarrollo, mantenimiento y gobernanza del nuevo sistema (Ubacht *et al.*, 2017) y, al mismo tiempo, las involucra desde fases más tempranas del proceso. Asimismo, aunque los registros analizados finalizan en la transferencia de la propiedad en sí, países como Reino Unido plantean la inclusión del pago de impuestos como parte final del proceso, involucrando a la autoridad recaudadora competente (Moubarak *et al.*, 2017).

La figura 1.2.1 sintetiza la arquitectura básica de los registros de propiedad, diseñada a partir de los casos de uso del apartado 3. A grandes rasgos, se compone de las siguientes partes:

Fig. 1.2.1. Estructura de un registro de la propiedad basado en *blockchain*.



Fuente: Elaboración propia.

5. Según la distinción establecida por Gallego (2018), los registros de derechos son aquellos que trascienden la mera publicidad de los documentos vinculados con los contratos, pues acreditan el reconocimiento por el Estado de las titularidades sobre los derechos y los propios derechos.

- Diferentes interfaces de usuario según los actores involucrados.
- Base de datos del registro convencional, generalmente voluminosa y que convive con la solución *blockchain*, como mínimo durante las primeras fases del proyecto.
- Sistema de almacenamiento de los ficheros asociados al proceso, que complementa la información que reside en la *blockchain*, ya que esta debe ser reducida (huellas digitales, ficheros de configuración, etc.).
- Cadena de bloques propiamente dicha (*distributed ledger*).

Asimismo, en el núcleo de estos registros suele figurar la aplicación o motor que permite ejecutar los *smart contracts*, ya que esto no se realiza en la cadena de bloques y dependerá de la tecnología escogida. Finalmente, debe contar con un sistema de identidad, uno de los principales retos de la solución y requisito imprescindible, tal y como se ha analizado.

2. Clasificación de las tipologías de registros

Metodológicamente, y a efectos del presente estudio, se ha diseñado una doble clasificación, funcional y técnica, que trata de aunar las expuestas en Drescher (2017), Grech y Camilleri (2017), Xu *et al.* (2017), Lemieux (2017) y Process *et al.* (2018)⁶ y que se considera suficientemente genérica como para enmarcar las distintas tipologías de registros que pueden ser competencia de la Administración. Resulta de utilidad para el análisis de los casos de uso en el apartado 3 y facilita la extracción de conclusiones.

6. Process *et al.* (2018) describen un *framework* específico para clasificar casos de uso de *blockchain* en el sector público, si bien de mayor complejidad. Está basado en tres dominios (funcional, técnico y legal), cada uno de ellos dividido a su vez en subdominios y categorías.

Tabla 2.1. Propuesta clasificación funcional/tecnológica

Clasificación funcional		Registro propiedad
		Registro identidades
Clasificación tecnológica	Contenido almacenado	Espejo
		Activos digitales
		<i>Tokenized</i>
	Grado apertura	Pública
		Privada
	Privacidad	<i>Permissionless</i>
<i>Permissioned</i>		

En cuanto a la **clasificación funcional**, en el ámbito de este estudio se limita a los dos tipos de activos que se almacenan en los registros escogidos: identidad (*proof of identity*) y propiedad (*proof of ownership*), si bien podría extenderse a otras tipologías si se amplía el alcance del mismo.

La **clasificación tecnológica** atiende a los siguientes aspectos:

a) Contenido almacenado en la blockchain

Parte de la división realizada en Lemieux (2017), a partir de los resultados del proyecto Records in the «Chain» (2017), que clasifica los registros atendiendo a su menor o mayor grado de innovación respecto a los convencionales y al contenido que alberga la cadena de bloques:

- **Espejo (*mirror*)** - El registro actúa como repositorio de huellas digitales o *hashes* de los registros originales, que se almacenan en una base de datos independiente. Su principal utilidad es garantizar la integridad de los registros del repositorio original, que se pueden cotejar en cualquier momento con las huellas almacenadas en la *blockchain*.
- **Registros digitales (*digital records*)** - No almacena simplemente una huella digital, sino que se crean registros digitales propiamente dichos en la cadena, vinculados en la mayor parte de los casos con *smart contracts*.

- **Tokenized** - Resulta el más innovador, ya que no solo captura los registros, sino que *tokeniza* los activos, esto es, almacena una representación de los mismos y los monetiza, generalmente uniéndolos a una criptomoneda subyacente.

b) Privacidad/apertura de la blockchain

Una de las principales decisiones a la hora de diseñar una solución *blockchain* es, por una parte, su naturaleza pública o privada, lo cual determina quién tiene acceso al contenido y, por otra, quién puede gestionar la cadena y qué nodos pueden validar transacciones: bien cualquiera (*permissionless*) o un conjunto de nodos autorizados previamente (*permissioned*). Esta última característica afecta especialmente al mecanismo de consenso adoptado.⁷

En el marco del presente estudio la mayoría de casos de uso son *permissioned*, al resultar más sencillo que convivan con el marco legal actual (Savelyev, 2018). En este tipo, solo unos usuarios determinados, generalmente organizaciones seleccionadas con carácter previo por el propietario de la arquitectura, pueden añadir nuevos bloques y transacciones. En cuanto al grado de apertura, las administraciones podrán optar por el desarrollo de una *blockchain* privada o pública, en la que los ciudadanos puedan visualizar y modificar la información en función de diferentes perfiles.

En general, cuanto más privada y *permissionada* es una red, más se alejará del concepto original de *blockchain*, aunque sigue disfrutando de ventajas como la transparencia o la resistencia a ataques (Xu *et al.*, 2017).

3. Análisis de casos de uso

La mayoría de los Estados miembros de la Unión Europea se encuentran experimentando con tecnologías *blockchain*. Algunos están trabajando en estrategias nacionales, mientras que otros se centran en pruebas de aplicaciones específicas (Grech *et al.*, 2017).

Los proyectos analizados reflejan esta realidad y se han recopilado a partir de investigación documental.⁸ Todos ellos implementan registros basados en *blockchain*, resaltando el país de procedencia de la iniciativa y su tipología. En cuanto a su ordenación, en primer lugar se exponen los registros de la propiedad y seguidamente los de identidad, comenzando en ambos bloques por el espacio europeo.

Este recopilatorio, sin ánimo de exhaustividad, se inscribe en la línea de los esfuerzos que está realizando la Unión Europea a través del reciente Observatorio⁹ y foro sobre *blockchain* lanzado por la Comisión (2017) y las conclusiones del Consejo del 19 de octubre de 2017.¹⁰

7. No se persigue profundizar en los diferentes mecanismos pero, a grandes rasgos, las redes *permissionless* utilizan *proof of work* (Bitcoin) o *proof of stake* (Ethereum) y en las *permissioned*, que no necesitan incentivos económicos, se suele optar por modelos de consorcio entre un número limitado de nodos (Ubacht *et al.*, 2017).
8. Otros estudios, como el llevado a cabo por Killmeyer *et al.* (2017), realiza también un recopilatorio de casos de uso de *blockchain*, remarcando su estado de implantación.
9. Uno de los objetivos de este Observatorio, creado en febrero de 2018, es, precisamente, realizar un compendio de los diferentes proyectos piloto desplegados sobre *blockchain* en la UE (<<https://www.eublockchainforum.eu/initiative-map>>).
10. <<http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14-2017-INIT/en/pdf>>.

Tabla 3.1. Registros de la propiedad

País	Clasificación tecnológica			Aspectos destacados	Referencias
	Contenido	Apertura	Privacidad		
Suecia	Activos digitales	Público	<i>Permissioned</i>	<ul style="list-style-type: none"> Surge en 2016, por parte del Swedish Lantmäteriet y aglutina los principales agentes involucrados en el proceso: compradores, vendedores, bancos, etc. Está basado en <i>smart contracts</i> y almacena los ficheros de verificación y los documentos, con sus firmas asociadas. Utiliza tecnología <i>open source</i> de ChromaWay: Esplix y Postchain. Sus ventajas son la integración de la autoridad en fases más tempranas del proceso, la disminución del tiempo global, de cuatro meses a varios días, y la eliminación de documentación en papel. Clasificación: No <i>tokeniza</i> las propiedades propiamente dichas, sino las transacciones. Tipo <i>permissioned</i>, desplegado en un conjunto de entidades públicas y privadas. Contenido semipúblico, acorde con la legislación actual. Su despliegue está previsto en 2019, tras acometer la reforma normativa y solventar obstáculos como la validez de las firmas digitales. 	Lantmäteriet <i>et al.</i> (2017), Lemieux (2017), Wong (2017)
Georgia	Espejo	Privado	<i>Permissioned</i>	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto piloto desarrollado por la Agencia Nacional de Registro Público de Georgia (NAPR) en 2016, contando en junio de 2017 con 160.000 registros. Encargado a la empresa Bitfury, se integra con el sistema de registro actual. Implementa un servicio de sellado de tiempo que permite que el NAPR verifique y firme documentos que contienen información esencial del ciudadano y su acreditación como propietario. Clasificación: registro tipo espejo, privado y desplegado sobre la red Bitcoin. A futuro, prevé la implementación de <i>smart contract</i>. 	Group Bitfury (2017), <i>The Economist</i> (2017)
Brasil	<i>Tokenized</i>	Público	<i>Permissioned</i>	<ul style="list-style-type: none"> El proyecto sigue un despliegue por etapas, comenzando en un municipio (Pelotas, Rio Grande do Sol). Almacena transacciones sobre la propiedad en nombre de las empresas y agencias gubernamentales involucradas. Clasificación: Registro público de tipo tokenizado, basado en el protocolo Colored Coins para gestionar las representaciones de los activos que almacena. Está basado en la plataforma proporcionada por la compañía Ubitquity. 	Spielman (2016), Lemieux (2017), Lemieux y Lacombe (2018)
Estados Unidos (Illinois)	<i>Tokenized</i>	Público	<i>Permissioned</i>	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto liderado por el Cook County Recorder of Deeds (CCRD). Su principal objetivo es mejorar el proceso de transmisión y registro de transacciones, acometiendo modificaciones legales en los ámbitos local y estatal. Crea «propiedades digitales abstractas» que consolidan registros de diversas oficinas gubernamentales y varios niveles administrativos, para evitar la dispersión y reducir documentación en papel. Inicialmente se trató de tokenizar el registro con tecnología Colored Coins sobre Bitcoin. 	Yarbrough y Mirkovic (2017), IBM Institute (2017)

Tabla 3.2. Registros de identidades

País	Clasificación tecnológica			Descripción	Referencias
	Contenido	Apertura	Privacidad		
Estonia	Activos digitales	Privado	<i>Permissioned</i>	<ul style="list-style-type: none"> Relacionado con el proyecto eResidency, consiste en ofrecer un «pasaporte virtual» a residentes en otras partes del mundo. Utilizan una credencial respaldada por el gobierno para acceder a servicios electrónicos públicos y privados, lo cual supone una puerta hacia el mercado interior de la Unión Europea. Se estiman diez millones de residentes en el año 2025 y existe cuadro de mando de seguimiento en tiempo real. Se encuentra integrado con servicios de notaría electrónica, basados en tecnología <i>blockchain</i>, y con el proyecto XRoad,¹¹ que subyace todos los servicios electrónicos de Estonia. 	Sullivan <i>et al.</i> (2017), Gobierno de Estonia (2018), Korjus (2017)
Finlandia	Activos digitales	Privado	<i>Permissioned</i>	<ul style="list-style-type: none"> Implantación de una tarjeta de prepago para refugiados sirios, ligada a una identidad digital almacenada en <i>blockchain</i>. Evita necesidad de una cuenta bancaria asociada y permite recibir fondos de asistencia para las familias, transferencia de salarios, pago de facturas, etc. Las relaciones familiares también se establecen criptográficamente en la cadena. 	World Economic Forum (2017), Zambrano <i>et al.</i> (2017), OECD (2017)
Países Bajos	Activos digitales	Privado	<i>Permissioned</i>	<ul style="list-style-type: none"> Creación de la Blockchain Dutch Coalition y del proyecto Blockchainpilots.nl, que ha abordado 35 pilotos para probar su validez y utilidad. El Ministerio del Interior está trabajando en dos casos de uso para crear una identidad digital, con marcado carácter internacional. 	Dutch Digital Delta (2017), Bhunia (2018)
China	Activos digitales	Privado	<i>Permissioned</i>	<ul style="list-style-type: none"> Despliegue de una plataforma de identificación basada en <i>blockchain</i> y de un primer conjunto de servicios de gobierno electrónico en la región de Chancheng. El objetivo es solventar la alta fragmentación de registros. Proporciona a cada individuo una identidad digital verificable, distribuyendo tarjetas de identidad digitales. Sus principales ventajas son simplificar el proceso burocrático y reducir la brecha administrativa. El mayor obstáculo es el coste de establecer este tipo de plataformas y justificarlo en las regiones más deprimidas, al implicar un alto número de sistemas y organizaciones. 	Hou (2017), Tian (2016)
Dubái	Activos digitales	Privado	<i>Permissioned</i>	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia lanzada por el Global Blockchain Council en 2016, con objeto de trasladar todos los documentos públicos y los sistemas de Dubái a <i>blockchain</i> en 2020. Proyecto de creación de la primera gate-less border mediante la generación de pasaportes digitales que permitan acceso directo en el aeropuerto internacional de Dubái, combinando tecnología <i>blockchain</i> con verificación biométrica. Desarrollado por el departamento de inmigración y visados de Dubái y la empresa ObjectTech. 	Borrows <i>et al.</i> (2017), CCN (2017)

11. <<https://e-estonia.com/solutions/interoperability-services/x-road/>>.

4. Implicaciones y principales retos

Los casos de uso expuestos plantean diferentes implicaciones y dificultades, extrapolables a este tipo de registros, que se tratan de resumir a continuación, prestando especial atención a las implicaciones jurídicas vinculadas con la gestión de identidades, así como con la aplicación efectiva de los contratos inteligentes. Asimismo, se añaden consideraciones de corte más general sobre el mercado de trabajo y otros aspectos como la seguridad y escalabilidad.

4.1. Sobre la identidad

Tal y como adelanta el apartado 1.1, la creación de una solución de identidad debe adaptarse al país y cultura; a este respecto, destacan proyectos como el eIDAS de la Unión Europea. También arroja un conjunto de cuestiones de tipo legal, político y técnico que deben abordarse para evitar que constituya un vehículo para actividades delictivas, destacando las siguientes:

- **Cumplimiento con la normativa y controles preceptivos** para obtener una identidad en línea. Se debe evitar evadir las instituciones y los procedimientos tradicionales, por ejemplo los procedimientos AML Compliance o los requisitos KYC (*know your customer*),¹² vinculados al sector financiero. Como ejemplo, cabe destacar el proyecto eResidency en el que, para obtener la identidad digital, es preciso comparecer en alguna de las delegaciones del Gobierno estonio, sin necesidad de una entrevista personal. Asimismo, se está planteando (Sullivan et al., 2017) la posibilidad de suprimir la entrevista que sí se requiere actualmente para la apertura de la cuenta bancaria asociada, si bien esto podría incurrir en problemas de seguridad o arriesgar el cumplimiento de los citados estándares.¹³

- **Rigor en el proceso de obtención de la identidad.** Si no se procede adecuadamente, aumentan las posibilidades de que un individuo obtenga una identidad digital a partir de un documento falso, impreciso o robado. Aunque se recogen huellas dactilares y se une la biometría de la persona, si esta no es real se vinculará a una información falsa, creando una identidad digital operativa aparentemente auténtica.
- **Colaboración con entidades sin legitimidad internacional.** Para paliar los problemas anteriores, países como Estonia están colaborando con Bitnation e iniciativas similares, especialmente diseñadas para sustituir los sistemas tradicionales de gobierno. Bitnation¹⁴ trata de eliminar el problema de la entidad intermediaria de confianza, si bien cabe destacar que tal cosa no está reconocida legalmente aún por las naciones, por lo que sus certificados no tienen validez jurídica ni sus transacciones sustento legal (Sullivan et al., 2017).

4.2. Sobre los *smart contracts* y la configuración del mercado de trabajo

Entre las ventajas implícitas a los *smart contracts*¹⁵ figuran el aumento de eficiencia, la eliminación de intermediarios y la consecución de transacciones instantáneas, así como la disminución de costes operacionales, también para la Administración, y el aumento de la transparencia. No obstante, si los equiparamos a contratos propiamente dichos, con aspiraciones a gozar de plena validez jurídica y no meras piezas autoejecutables de código, de estas ventajas se desprenden importantes retos, con el fin último de evitar ulteriores declaraciones de nulidad o anulación ante los tribunales de aquellos negocios jurídicos que no satisfagan los requisitos legalmente exigibles (Tur, 2018).

En general, uno de los **aspectos más críticos** a la hora de plantear una implantación real de los contratos inteli-

12. <<http://www.fatf-gafi.org/publications/fatfrecommendations>>.

13. Los protocolos establecidos en los procedimientos KYC incluyen una entrevista personal inicial, exigen documentos originales no escaneados, etc.

14. El objetivo de Bitnation, fundado en 2014, es conseguir reconocimiento como una entidad soberana, una «nación virtual» existente en una *blockchain* y no ligada a ningún territorio, que proporcione los mismos servicios que el gobierno tradicional (educación, notaría, etc.) (Zambrano et al., 2017).

15. También denominados *smart legal contracts* o «contratos legales inteligentes» por Tur (2018), para distinguir las piezas de código propiamente dichas de los verdaderos contratos autoejecutables.

gentes es discernir cómo las actuales leyes de contratos¹⁶ deberían adaptarse para regular y reforzar esta nueva vertiente. Asimismo, el marcado carácter transfronterizo que frecuentemente conllevan los registros implementados con *blockchain* afectaría también a la armonización de la legislación entre países. En cuanto a los principales puntos de discusión, cabe destacar los siguientes, extraídos de Giancaspro (2017), Sáenz (2017), Corten (2018) y Tur (2018):

- **Determinación de la capacidad para contratar**, esto es, derecho de las partes a realizar el contrato, el cual puede verse limitado, por ejemplo, en el caso de menores.¹⁷ El hecho de que ambas partes no se conozcan impide garantizar que tienen capacidad de obrar.
- **Identidad fraudulenta por una de las partes**, por ejemplo en el caso de un robo de identidad. Tal y como analiza Giancaspro (2017), en función de la legislación el contrato debería ser nulo de pleno derecho (por ejemplo, Australia, Reino Unido) y, en otros (por ejemplo, Francia), dependería de si los errores afectan a la parte sustancial del contrato. El proceso de indemnización también puede resultar complejo, incluso aunque ambas partes, la que ve cumplida su pretensión y la vencida, sean legítimas.
- **Determinación del momento exacto en el que se formaliza el contrato**, esto es, en que se produce la aceptación inequívoca de la oferta, mucho más difícil de identificar que en la contratación tradicional.¹⁸ Los posibles instantes serían: cuando se transmite, cuando se recibe y se identifica a través de los usuarios de la red o bien cuando se codifica y se añade a la cadena de bloques.
- **Certeza de los términos del contrato**, requisito indispensable para que sea aplicable. Al tratarse de piezas de código que desarrollan determinadas funciones, escritos en un lenguaje de programación ininteligible para el público general, surgen un conjunto de cuestiones

respecto a su aplicabilidad, especialmente en el caso de que los tribunales deban examinar si su objeto es suficientemente cierto.

- **Dificultad en la expresión de su contenido**, debiendo eliminar cualquier tipo de concepto (por ejemplo, «razonablemente») o cláusula discrecional, difícil de cuantificar a través de algoritmos lineales. En general, todas las provisiones que requieran juicio humano resultarán muy complicadas de trasladar a un *smart contract*.
- **Dependencia de fuentes externas de información**, como el tiempo o las variaciones de la bolsa, que condicionan la ejecución de ciertas cláusulas del contrato. Estos oráculos permiten introducir hechos incontestados que actúan como condiciones del contrato, tal y como afirma Tur (2018), pero si no funcionan adecuadamente o se encuentran inactivos, el contenido sustancial del contrato podría verse afectado, o incluso fallar.
- **Enmienda de los contratos**, que resulta prácticamente imposible una vez codificados y grabados en la cadena de bloques, dada su inmutabilidad. Por una parte, esto elimina la posibilidad de cualquier error humano en la ejecución, ya que garantiza que los datos son válidos según ciertas reglas predefinidas, pero a la vez presenta el riesgo de la posible comisión de errores formales que pueden ser irreversibles o requerir grandes esfuerzos para corregirlos, e incluso importantes consecuencias económicas.

Finalmente, otra consideración es el efecto de los *smart contracts* en la configuración actual del mercado de trabajo. La cualidad de *blockchain* de registrar transacciones inalterables o de imposible falsificación podría llevar a pensar que estas tecnologías harían redundante la fe pública notarial y mermarían la actividad de las figuras fedatarias, como los notarios y letrados.

No obstante, *blockchain* dista sensiblemente de las funciones que hoy realiza un notario y, en el medio plazo,

16. En el caso español, Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

17. Según la legislación inglesa o australiana, un menor no tiene capacidad suficiente para obrar, mientras que en Estados Unidos y en Francia se introducen ciertas excepciones (Giancaspro, 2017).

18. Generalmente, los *smart contracts* se inician con mensajes enviados sobre una infraestructura de clave pública a través de internet, de forma similar a un correo electrónico.

es probable que exista cierta complementariedad entre dicha profesión y la tecnología. *Blockchain* se centra en el archivo de la información de forma incorruptible, mientras que un notario, como exponen Rosales (2017) y Ubacht *et al.* (2017), garantiza una serie de trabajos previos y posteriores y ostenta una función de mitigación y prevención del fraude que le confiere un valor añadido esencial en la sociedad actual. Existen incluso voces defensoras de las bondades que podría aportar el establecimiento de un *blockchain* privado notarial en este ámbito, como sistema de almacenamiento descentralizado. Esta red modificaría la forma de comunicación del notario con el ciudadano y serviría como depósito notarial de documentos electrónicos (Rosales, 2017).

Idéntica circunstancia acontece en el caso de los profesionales de la abogacía, quienes pueden ver cuestionado su actual papel de elaboración y verificación de la ejecución de los contratos. No obstante, cabe resaltar las oportunidades derivadas de las nuevas circunstancias, como la necesidad de crear plantillas tipo para los contratos inteligentes y que estos se hagan más sofisticados y solventen las actuales dificultades. Ello exigirá la combinación de distintos roles profesionales, técnicos y jurídicos, y la transformación de las competencias actuales desde un enfoque multidisciplinar (Greenbaum y Arnon, 2016).

En definitiva, si bien el mundo del derecho o las finanzas deberán transformar sus funciones tradicionales con vistas a ocupar una posición ventajosa en el devenir de la contratación (Tur, 2018), cabe resaltar que, a día de hoy, la inteligencia artificial dista mucho de poder sustituir a la intuición y la profundidad de la mente humana y, actualmente, los *smart contracts* no pueden gestionar ningún tipo de ambigüedad.

4.3. Otras cuestiones

Existen otros aspectos críticos que resulta imprescindible analizar al abordar una solución *blockchain*. En cuanto a la **seguridad**, arroja cuestiones como las analizadas del posible robo y suplantación de identidades y, en general, las asociadas a cualquier tecnología digital vulnerable a ataques. No obstante, el potencial de *blockchain* reside precisamen-

te en la mayor seguridad que brinda una red distribuida, ya que no existe un único punto vulnerable de fallo y, para ser factible un ciberataque, un atacante debe utilizar más de la mitad de capacidad computacional de la red total (Dolader *et al.*, 2017). Otra problemática es aquella vinculada con las *blockchain* privadas y *permissioned* si son reducidas, ya que la confianza se refuerza conforme aumenta el número de nodos que pueden acceder a los registros de verificación. En general, a mayor apertura, menos razones para cuestionar su autenticidad (Lantmäteriet, 2017).

Asimismo, merece especial atención las implicaciones de *blockchain* en relación con la **protección de datos personales**, a la luz de la legislación vigente.¹⁹ En términos generales, una *blockchain permissioned* donde los nodos se alojen en un país que cumpla la normativa estipulada no debería implicar mayor complejidad que otro tipo de soluciones.

De hecho, la posibilidad de control individual que ofrecen los sistemas analizados resulta positivo, dado que el individuo sería responsable, en cierta medida, de trasladar la información a la cadena y controlar su acceso (Sullivan *et al.*, 2017). Un aspecto que sí resulta complejo es el ejercicio del derecho al borrado de la información, dada su inmutabilidad, si bien es un conflicto inherente a las soluciones electrónicas, vinculado con el llamado derecho al olvido. En general, la protección de datos requiere un análisis detallado y muchas veces obliga a que la *blockchain* sea *permissioned* (Moubarak *et al.*, 2017).

Por otra parte, el reciente y acusado crecimiento de la red Bitcoin ha puesto en duda su **sostenibilidad**, tanto financiera como medioambiental, llegando a ofrecerse cifras muy alarmistas sobre su consumo energético, si bien otros estudios más contrastados, como Vranken (2017), se muestran más optimistas. De nuevo, este problema atañe principalmente a las *blockchain permissionless*; en registros como los analizados, la escalabilidad no resultará un requisito crítico.

Otro aspecto destacable al hablar de *blockchain* es su **gobernanza**, que requiere la cooperación de múltiples instituciones. Antes de establecer el sistema, hay que determinar

19. 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.

aquella que se responsabiliza de su gestión, especialmente en el caso de los servicios públicos, así como clarificar las obligaciones de cada organización participante.

Finalmente, la **estandarización** resulta fundamental; en este sentido, la falta de madurez es uno de los principales escollos en la actualidad (Hou, 2017). Esto se constata en la diversidad de tecnologías utilizadas en los registros analizados en el apartado 3. Para que *blockchain* pueda aumentar sus tasas reales de adopción, Spielman (2016) argumenta que se deben producir y acordar un conjunto de estándares técnicos que garanticen la compatibilidad entre industrias, especialmente en aquellos casos transfronterizos que requieren interoperabilidad.

Conclusiones

Más allá del ámbito financiero, el verdadero valor de *blockchain* es su capacidad para crear y transferir cualquier activo que pueda ser generado digitalmente, característica que despliega un gran abanico de posibilidades de aplicación en la Administración. No obstante, abundan voces convencidas de que existe cierta tendencia a sobrevalorar los beneficios de esta y otras tecnologías emergentes (Ubacht *et al.*, 2017) y a forzar su utilización en proyectos donde realmente no son necesarias (Yaga *et al.*, 2018). En el presente estudio, los esfuerzos para tratar de evaluar esta realidad se han centrado en los registros públicos de propiedad y de identidades, a partir de diversos casos de uso en los ámbitos europeo e internacional.

En el supuesto de los registros de la propiedad, aunque se constata que *blockchain* puede afianzarse como la solución idónea en un futuro, será el transcurso del tiempo el que dictamine si es posible pasar del estado de expectativa inicial a su adopción real, la cual será necesariamente gradual y por etapas.

En cuanto a los riesgos vinculados con la gestión de identidades, estos pasan por la creación de identidades

falsas que faciliten actividades ilícitas, desde el crimen organizado hasta el terrorismo y su financiación. Para evitarlo, entidades como Bitnation podrían paliar este problema, si bien deben contar con la debida legitimidad. Una aproximación realista sería aprovechar los beneficios de *blockchain* pero integrarlo con los estándares legales y procedimentales, especialmente aquellos *framework* nacionales e internacionales establecidos.

En cualquier caso, la confianza *per se* no es creada por la tecnología, y resulta fundamental que la debida adaptación legislativa, sin que sea óbice de la innovación, acompañe el proceso de adopción de *blockchain*. Esto resulta hoy uno de los principales obstáculos a superar y da fe de ello la dificultad para encontrar casos reales que hayan trascendido el ámbito de un proyecto piloto, en su mayoría debido a la reforma normativa que debe acompañar su plena adopción.²⁰

Pese a lo anterior, ciertos países están dando los pasos precisos para impulsar *blockchain*, con proyectos que, o están plenamente operativos, como el caso de Estonia, o cuya implantación se prevé en los próximos meses, como Suecia. Al hilo de esto, cabe destacar la relevancia de seguir enfoques graduales y por fases, por ejemplo circunscribiendo los proyectos al ámbito local como están planteando Brasil o China, para obtener los llamados *quick wins*, que permitan extender posteriormente las posibilidades encontradas y aprender de los aspectos fallidos. También en Reino Unido (Walport, 2015) se aboga por el establecimiento de acuerdos locales y la creación de *city demonstrators* que permitan probar la tecnología y su aplicación. Otra alternativa, por la que han optado países como Canadá (Ducas *et al.*, 2017) o Reino Unido (Moubarak *et al.*, 2017) para favorecer el crecimiento de la industria asociada a las tecnologías DLT y garantizar la seguridad jurídica, es establecer las llamadas *sandboxes*.²¹

Como conclusión general, y atendiendo a la tipología de proyectos analizados en el apartado 3, se podría afirmar que la tecnología *blockchain* resulta especialmente atractiva para aquellos Estados más ágiles, que lo perciben como

20. Según el estudio abordado en IBM (2017), las principales barreras a la adopción de *blockchain* son: limitaciones reglamentarias (60 %), inmadurez de la tecnología (55 %), falta de implicación de los ejecutivos (50 %), falta de habilidades (49 %) o incertidumbre del ROI (48 %).

21. Ducas *et al.* (2017) recoge que el modelo *sandbox* proporciona claridad jurídica, al permitir al regulador una interacción más cercana con el mercado y mejorar así su percepción sobre los riesgos y salvaguardas o mecanismos de cumplimiento que se deben aplicar a los nuevos productos o modelos de negocio.

un medio para lograr avances significativos que extiendan las fronteras y brinden beneficios internacionales. Asimismo, se constata que muchos de los proyectos tienen una dimensión internacional y requieren colaboración a este nivel, ya que numerosos países se encuentran tratando de solucionar los mismos problemas.²²

Plantear este tipo de soluciones invita a reflexionar sobre el papel de los gobiernos a la hora de reforzar la democracia y el bienestar de sus ciudadanos, y solo por este hecho, la irrupción de la cadena de bloques ya puede considerarse un avance positivo.

Referencias bibliográficas

- BHUNIA, P. (2018). «How the Dutch Government is exploring *blockchain* use cases through many concurrent pilot projects». *OpenGov* [en línea]. <<https://www.opengovasia.com/articles/how-the-dutch-government-is-exploring-potential-uses-of-blockchain-through-many-concurrent-pilot-projects>>
- BITFURY GROUP (2017). «The Bitfury Group and Government of Republic of Georgia Expand Historic Blockchain Land-Titling Project». *Medium* [en línea]. <<https://medium.com/@BitFuryGroup/the-bitfury-group-and-government-of-republic-of-georgia-expand-historic-blockchain-land-titling-4c507a073f6b>>
- BORROWS, M.; HARWICH, E.; HESELWOOD, L. (2017). «The future of public service identity: blockchain». Accenture Consulting.
- CCN (2017). «Dubai Set to Achieve Goal of Becoming First Blockchain Government by 2020» [en línea]. <<https://www.ccn.com/dubai-set-achieve-goal-becoming-first-blockchain-government-by-2020/>>
- COMISIÓN EUROPEA (2017). «Blockchain Technologies | Digital Single Market» [en línea]. <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/blockchain-technologies>>
- COMISIÓN EUROPEA (2018). «European Commission launches the EU Blockchain Observatory and Forum» [en línea]. <http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-521_en.htm>
- CORTEN, P. A. (2018). *Implementation of Blockchain Powered Smart Contracts in Governmental Services*. S.I.: Delft University of Technology.
- DOLADER, C.; BEL, J.; MUÑOZ J. (2017). «La blockchain: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas» [en línea]. *Revista Economía industrial*. N.º 405, pág. 33-40.
- DRESCHER, D. (2017). «Using the Blockchain». *Blockchain basics: a non-technical introduction in 25 steps* [en línea]. Berkeley, CA: Apress, págs. 223-233. <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-2604-9_24>
<https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2604-9_24>
- DUCAS, E.; WILNER, A. (2017). «The security and financial implications of blockchain technologies: Regulating emerging technologies in Canada». *International Journal: Canada's Journal of Global Policy Analysis* [en línea]. Vol. 72, n.º 4, págs. 538-562. <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0020702017741909>>
<<https://doi.org/10.1177/0020702017741909>>
- DUTCH DIGITAL DELTA (2017). *Introduction to the Dutch Blockchain Coalition* [en línea]. <<https://www.dutchdigitaldelta.nl/en/blockchain/introduction-to-the-dutch-blockchain-coalition>>

22. Agentes como la Comisión Europea, el Banco Mundial y las Naciones Unidas deberán colaborar estrechamente para aprovechar al máximo las posibilidades de esta tecnología y paliar sus principales obstáculos. Iniciativas como el observatorio europeo de *blockchain* apuntarían en la buena dirección.

- GALLEGO FERNÁNDEZ, L. A. (2018). «Cadenas de bloques y Registros de derechos». *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, n.º 765, págs. 97-141.
- GIANCASPRO, M. (2017). «Is a 'smart contract' really a smart idea? Insights from a legal perspective». *Computer Law and Security Review* [en línea]. Vol. 33, n.º 6, págs. 825-835. <<https://doi.org/10.1016/j.clsr.2017.05.007>>
- GOBIERNO ESTONIA (2018). «Cuadro de mandos sobre la evolución de la iniciativa eResidence» [en línea]. <<https://app.cyfe.com/dashboards/195223/5587fe4e52036102283711615553>>
- GRECH, A.; CAMILLERI, A. F. (2017). «Blockchain in Education». *JCR Science for Policy Report* [en línea]. <[http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education\(1\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education(1).pdf)>
- GREENBAUM, E.; ARNON, Y. (2016). «Smart contracts Blockchain: the power to reinvigorate law firms». *The Lawyer*. Vol. 31, n.º 28.
- HOU, H. (2017). «The application of blockchain technology in E-government in China». 26th International Conference on Computer Communications and Networks, ICCCN 2017. <<https://doi.org/10.1109/ICCCN.2017.8038519>>
- IBM INSTITUTE FOR BUSINESS VALUE (2017). «Building trust in government. Exploring the potential of blockchains» [en línea]. <<https://www-935.ibm.com/services/us/gbs/thoughtleadership/blockchain-for-government/>>
- IEG WORLD BANK GROUP (2016). «Why Land Administration Matters for Development» [en línea]. <<http://ieg.worldbankgroup.org/blog/why-land-administration-matters-development>>
- JACOBOVITZ, O. (2016). «Blockchain for Identity Management». *Technical Report Ben-Gurion University* [en línea]. <<https://www.cs.bgu.ac.il/~frankel/TechnicalReports/2016/16-02.pdf>>
- KILLMEYER, J.; WHITE, M.; CHEW, B. (2017). «Will blockchain transform the public sector?» *Tech Trends 2018* [en línea]. <<https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/industry/public-sector/understanding-basics-of-blockchain-in-government.html>>
- KORJUS, K. (2017). «We're planning to launch estcoin – and that's only the start». *Medium.com* [en línea]. <<https://medium.com/e-residency-blog/were-planning-to-launch-estcoin-and-that-s-only-the-start-310aba7f3790>>
- LANTMÄTERIET; KAIROS FUTURE (2017). «The Land Registry in the blockchain» [en línea] <https://chromaway.com/papers/Blockchain_Landregistry_Report_2017.pdf>
- LEMIEUX, V. (2017). «A Typology of Blockchain Recordkeeping Solutions and Some Reflections on their Implications for the Future of Archival Preservation». IEEE International Conference on Big Data (BIGDATA). N.º 1, págs. 2271-2278.
- LEMIEUX, V.; LACOMBE, C. (2018). «Title and code: Real Estate Transaction Recording in the Blockchain in Brazil (RCPLAC-01)». Case Study 1 Document Control Version history Version Date By Version notes. <<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10569.85606>>
- MOUBARAK, J.; FILIOL, E.; CHAMOUN, M. (2017). «Comparative analysis of blockchain technologies and TOR network: Two faces of the same reality?». 1st Cyber Security in Networking Conference (CS-Net) [en línea], págs. 1-9. <<http://ieeexplore.ieee.org/document/8242004/>> <<https://doi.org/10.1109/CSNET.2017.8242004>>
- OECD (2016). «Chapter 2 Future technology trends Science». *Technology and Innovation* [en línea], pág. 11. ISBN 9789264263055. <http://www.oecd.org/sti/STIOKey_messages_backup.pdf>

- OECD (2017). «Embracing Innovation in Government: Global Trends 2018» [en línea]. <<http://www.oecd.org/innovation/innovative-government/innovation2018.htm>>
- PROCESS, G. A.; FRIDGEN, G.; RIEGER, A.; URBACH, N. (2018). «An Evaluation Framework for Blockchain in the Public Sector: The Example of the German Asylum Process». *Conference: ERCIM Workshop on Blockchain Engineering, At Amsterdam*.
- UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA (2017). «Records in the "Chain"». *Blockchain @UBC* [en línea] <<https://blockchainubc.ca/portfolio/records-in-the-chain/>>
- RIVERA, R.; ROBLEDO, J. G.; LARIOS, V. M.; AVALOS, J. M. (2017). «How digital identity on blockchain can contribute in a smart city environment». 2017 International Smart Cities Conference, ISC2 2017. <<https://doi.org/10.1109/ISC2.2017.8090839>>
- ROSALES, F. (2017). «Blockchain: ¿tecnología útil para el notariado?» [en línea]. <https://www.notario-franciscorosales.com/uso-blockchain-los-notarios/>
- SÁENZ, M. E. (2017). «Contratos electrónicos autoejecutables y pagos con tecnología *blockchain*». *Revista de Estudios Europeos*. N.º 4979, pág. 8. <<https://doi.org/10.1007/s00701-006-0874-6>>
- SAVELYEV, A. (2018). «Copyright in the Blockchain Era: Promises and Challenges». *Computer Law & Security Review*. Vol. 34, n.º 3, págs. 550-561. <<https://doi.org/10.1016/j.clsr.2017.11.008>>
- SPIELMAN, A. (2016). «Blockchain: Digitally Rebuilding the Real Estate Industry» [en línea]. <http://dci.mit.edu/assets/papers/spielman_thesis.pdf>
- SULLIVAN, C.; BURGER, E. (2017). «E-residency and blockchain». *Computer Law & Security Review* [en línea]. Vol. 33, n.º 4, págs. 470-481. ISSN 0267-3649. <<https://doi.org/10.1016/j.clsr.2017.03.016>>
- TAYLOR, T. (2017). «Conversable Economist: Blockchain: New Frontiers». *Newstex Global Business Blogs* [en línea]. <<http://conversableeconomist.blogspot.com/2017/08/blockchain-new-frontiers.html>>
- TIAN, F. (2016). «An Agri-food Supply Chain Traceability System for China Based on RFID & Blockchain Technology». 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM), pág. 1-6. ISSN 2161-1890. <<https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538424>>
- TUR FAÜNDEZ, C. (2018). *Smart contracts: análisis jurídico* [en línea]. Madrid: Editorial Reus. [Consulta: 19 diciembre 2018]. ISBN 9788429020274. <[http://discovery.uoc.edu/iii/encore/record/C__Rb1066064__Smart contracts__Orightresult__U__X7?lang=spi](http://discovery.uoc.edu/iii/encore/record/C__Rb1066064__Smart%20contracts__Orightresult__U__X7?lang=spi)>
- UBACHT, J.; ØLNES, S.; JANSSEN, M. (2017). «Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing». *Government Information Quarterly*. Vol. 34, n.º 3, págs. 355-364.
- VRANKEN, H. (2017). «Sustainability of bitcoin and blockchains». *Current Opinion in Environmental Sustainability* [en línea]. Vol. 28, págs. 1-9. <<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.04.011>>
- WALPORT, M. (2015). «Distributed ledger technology: Beyond block chain». UK Government Office for Science [en línea]. págs. 1-88. <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf>
- WONG, J. I., (2017). «Sweden is turning a blockchain-powered land registry into a reality». *Quartz* [en línea]. <<https://qz.com/947064/sweden-is-turning-a-blockchain-powered-land-registry-into-a-reality>>
- WORLD ECONOMIC FORUM (2017). «Finland has created a digital money system for refugees». *Medium* [en línea]. <<https://medium.com/world-economic-forum/finland-has-created-a-digital-money-system-for-refugees-ba1fe774ee1c>>

- XU, X.; WEBER, I.; STAPLES, M. [et al.] (2017). «A Taxonomy of Blockchain-Based Systems for Architecture Design». Proceedings - 2017 IEEE International Conference on Software Architecture, ICOSA 2017, págs. 243-252. <<https://doi.org/10.1109/ICSA.2017.33>>
- YAGA, D.; MELL, P.; ROBY, N.; SCARFONE, K. (2018). «Blockchain Technology Overview». NIST, U.S. Department of Commerce [en línea]. <<https://csrc.nist.gov/CSRC/media/Publications/nistir/8202/draft/documents/nistir8202-draft.pdf>> <<https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>>
- YARBROUGH, KAREN A.; MIRKOVIC, J. (2017). «Blockchain Pilot Program. Final Report». *Deputy Recorder of Deeds (Communications/IT). Cook County, Illinois* [en línea]. <http://cookrecorder.com/wp-content/uploads/2016/11/Final-Report-CCRD-Blockchain-Pilot-Program-for-web.pdf>
- ZAMBRANO, R.; SEWARD, R. K.; SAYO, P. (2017). «Unpacking the disruptive potential of blockchain technology for human development» [en línea], pág. 85. <<https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/handle/10625/56662>>

Cita recomendada

VEGA MAZA, Marina (2019). «El auge de *blockchain* y sus posibilidades reales de aplicación en los registros de las Administraciones Públicas». *IDP. Revista de Internet, Derecho y Política*. N.º 28, págs. 109-126. UOC [Fecha de consulta: dd/mm/aa] <<http://dx.doi.org/10.7238/idp.v0i28.3154>>



Los textos publicados en esta revista están –si no se indica lo contrario– bajo una licencia Reconocimiento-Sin obras derivadas 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos y comunicarlos públicamente siempre que cite su autor y la revista y la institución que los publica (*IDP. Revista de Internet, Derecho y Política*; UOC); no haga con ellos obras derivadas. La licencia completa se puede consultar en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/es/deed.es>.

Sobre la autora

Marina Vega Maza

mvegama@gmail.com

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

Marina Vega es ingeniera de telecomunicación (2007), diplomada en Estudios Avanzados en el Doctorado de Ciencias y Tecnologías de la Información (2009) por la Universidad de Valladolid y máster en Dirección Pública, Políticas Públicas y Tributación, especialidad en Dirección Pública, por la UNED (2016). Forma parte del Cuerpo Superior de Sistemas y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Administración General del Estado desde el año 2011, obteniendo el número uno de su promoción, y en la actualidad desempeña su actividad profesional como jefa de área de administración electrónica en el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital. Colabora como docente con instituciones como el Instituto Nacional de Administración Pública, desde el año 2014, y se encuentra elaborando su tesis doctoral en el ámbito de las nuevas tecnologías aplicadas a la Administración pública en la UNED.

UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia)

Facultad de Derecho

C/ Obispo Trejo, 2

28040 Madrid