

CONTRATOS INTELIGENTES: ANÁLISIS JURÍDICO DESDE EL MARCO LEGAL ESPAÑOL¹

Ihor FETSYAK

GRADUADO EN DERECHO POR LA UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ESTUDIANTE DEL MÁSTER DE ACCESO A LA ABOGACÍA POR LA UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ihfetsyak@unirioja.es

SUMARIO: I. INTRODUCCIÓN. II. EL *BLOCKCHAIN* COMO LA REVOLUCIÓN DEL SIGLO XXI. II.1. DEFINICIÓN Y ORIGEN. II.2. TIPOS DE CADENAS DE BLOQUES. II.3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA CADENA DE BLOQUES. II.4. ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL *BLOCKCHAIN*. II.5. ¿*BLOCKCHAIN* COMO REGISTRO PÚBLICO? III. CONTRATOS INTELIGENTES: ¿HACIA UNA NUEVA ERA DE LA CONTRATACIÓN? III.1. ORIGEN Y CONCEPTO DE LOS CONTRATOS INTELIGENTES. III.2. LOS *SMART CONTRACTS* DESDE UNA PERSPECTIVA JURÍDICA: LOS CONTRATOS LEGALES INTELIGENTES. III.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS *SMART CONTRACTS*. III.4. FUNCIONAMIENTO DE LOS CONTRATOS INTELIGENTES. ESPECIAL ATENCIÓN A LOS ORÁCULOS. IV. ANÁLISIS JURÍDICO DE LOS CONTRATOS LEGALES INTELIGENTES. IV.1. NATURALEZA CONTRACTUAL DE LOS CONTRATOS LEGALES INTELIGENTES. IV.2. FORMACIÓN, PERFECCIONAMIENTO Y CONSUMACIÓN DE LOS CONTRATOS LEGALES INTELIGENTES. IV.3. EL PROBLEMA DE LA MODIFICACIÓN DE LOS CONTRATOS INTELIGENTES. IV.4. INVALIDEZ E INEFICACIA DE LOS CONTRATOS LEGALES INTELIGENTES. IV.5. INCUMPLIMIENTO Y RESPONSABILIDAD EN LOS CONTRATOS LEGALES INTELIGENTES. IV.6. DETERMINACIÓN DE LA LEY APLICABLE Y DE LA COMPETENCIA JURISDICCIONAL EN LOS CONTRATOS LEGALES INTELIGENTES. V. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS CONTRATOS INTELIGENTES EN OTROS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS. VI. APLICACIÓN DE LOS CONTRATOS INTELIGENTES Y PREDICCIÓN SOBRE POSIBLES ESCENARIOS FUTUROS RELATIVOS A SU USO. VII. CONCLUSIONES. VIII. BIBLIOGRAFÍA.

¹ Este trabajo se inserta dentro del marco de las Becas de iniciación a la investigación financiadas por la Universidad de La Rioja mediante la Resolución n.º 692 de 28 de agosto de 2019, del Rector de la Universidad de La Rioja, por la que se publica la convocatoria de becas de iniciación a la investigación para el curso 2019-2020. Concretamente este trabajo está realizado bajo la supervisión de D. Sergio Cámara Lapuente, Doctor y Catedrático de Derecho Civil de la Universidad de La Rioja, al cual le agradezco su predisposición a la hora de ayudar y guiarme en la realización del presente trabajo.

RESUMEN: El aumento del interés alrededor del mercado de las criptomonedas y de la tecnología de cadena de bloques ha supuesto la irrupción de los contratos inteligentes. El presente trabajo tiene como objetivo el análisis jurídico de este tipo de contratos desde el marco jurídico español al fin de observar las cuestiones que plantea su existencia, las oportunidades que otorga y los problemas que pueden derivar de su existencia.

PALABRAS CLAVE: contratos inteligentes, cadena de bloques, inmutabilidad, autoejecución.

SMART CONTRACTS: LEGAL ANALYSIS FROM THE SPANISH LEGAL FRAMEWORK

ABSTRACT: The increase in interest around the cryptocurrency market and blockchain technology has led to the irruption of smart contracts. The goal of this paper is the legal analysis of this type of contracts from the Spanish legal framework in order to observe the issues raised by its existence, the opportunities it provides and the problems that may arise from its existence.

KEY WORDS: smart contracts, blockchain, immutability, self-enforcement.

I. Introducción

El vertiginoso aumento del precio del *Bitcoin* y del mercado de las criptomonedas ha provocado un aumento de interés por parte de la sociedad con relación a la tecnología *blockchain* y los diferentes usos que se pueden dar a la misma. Dicha tecnología, calificada de revolucionaria, supone la base de un concepto que ha ido ganando popularidad dentro del ámbito jurídico, los contratos inteligentes o *smart contracts*², habiendo algunos que han llegado a advertir que la expansión de estos puede originar una era del Derecho de la Contratación³, cuyo estudio será el objeto del siguiente trabajo.

La explicación de estos contratos partirá, a modo de introducción, de un breve e imprescindible estudio de la tecnología *blockchain* en tanto el desarrollo de esta es la que ha permitido llevar a la práctica la idea de los *smart contracts*, nacida en los años 90 del siglo pasado. Posteriormente se explicará el concepto, origen y tipologías de los *smart contracts* como paso previo a un amplio análisis de carácter jurídico relativo a las distintas cuestiones jurídicas concernientes a su naturaleza jurídica, el régimen legal aplicable a los mismos, así como los distintos problemas que plantean. Todo este análisis vendrá a responder si realmente las expectativas puestas en los *smart contracts* tienen fundamento o suponen una sobreestimación de su figura.

Se finalizará repasando brevemente el ámbito práctico de los contratos inteligentes, así como un breve comentario a las normativas reguladoras de los contratos inteligentes existentes en algunos lugares del mundo.

² A lo largo del presente trabajo utilizaremos ambos conceptos indistintamente.

³ Entre otros, CATCHLOVE, P., “Smart Contracts: A New Era of Contract Use”, *Working Paper*, 2017 (Recuperado de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090226; consultada el 21/11/2019).

II. El *blockchain* como la revolución del siglo XXI

II.1. Definición y origen

Aunque pueda parecer novedoso, la idea y el concepto de los contratos inteligentes es más antigua de lo que podemos imaginarnos; así, en 1994 Nick SZABO⁴ ya formulaba dicha idea en los términos que posteriormente veremos. No obstante, en la práctica tal idea se veía frenada por numerosas limitaciones que no hacían sino imposibilitar su implementación⁵.

Toda esta situación cambió en 2008, cuando Satoshi NAKAMOTO⁶ publicó el artículo “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”⁷, materializándose lo dispuesto en el citado artículo al año siguiente con la creación del *Bitcoin*⁸, esto es, la primera red de *blockchain*.

Dicho esto, resulta necesario definir qué es el *blockchain* o la cadena de bloques⁹. Han sido numerosas las definiciones tendentes a definirla, siendo unas más complejas que otras; no obstante, tratándose de un estudio eminentemente jurídico y con ánimo de dar una definición lo más sencilla posible podemos definir al *blockchain* como una base de datos o libro mayor de carácter distribuido (o descentralizado) que posibilita el intercambio de información y transacciones entre iguales (*peer-to-peer* o *P2P*)¹⁰ sin la necesidad de contar con ningún intermediario. Este gran libro se compone en numerosos ordenadores o “nodos” que operan de forma coordinada, haciendo que los datos de dicha red tengan carácter público, accesible y descentralizado entre todos los usuarios; de modo que toda información debe obtener un consenso total entre todos los usuarios para poder entrar formar parte de la cadena de bloques, creándose un nuevo bloque, debidamente identificado mediante el *hash*¹¹,

⁴ SZABO, N., *Smart contracts*, 1994 (Recuperado de: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>; Consultada el 23/11/2019)

⁵ Limitaciones que veremos posteriormente con más detenimiento. Hay que destacar, entre otros a: MORELL RAMOS, J., “Cómo crear un smart contract mediante términos y condiciones”, *Términos y condiciones: Derecho tecnológico y Legaltech*, 21 de septiembre de 2016 (Recuperado de: <https://terminosycondiciones.es/2016/09/21/como-crear-smart-contract-mediante-terminos-condiciones/>; Consultada el 23/11/2019).

⁶ Merece la pena destacar que dicho nombre es un mero pseudónimo, desconociéndose todavía hasta la fecha la(s) verdadera(s) identidad(es) detrás del mismo; lo cual ha provocado la proliferación de toda clase de teorías, llegándose incluso a afirmar que se trata del propio NICK SZABO.

⁷ NAKAMOTO, S., *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008 (Recuperado de: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>; Consultado el 28/11/2019).

⁸ La naturaleza jurídica del *Bitcoin* ha dado lugar a numerosos debates. Cabría destacar, a estos efectos, que la STS (Sala de lo Penal, sección 1ª) de 20 de junio de 2019 (RJ 2019\2925) indica en su F.J. 3º: “Aun cuando el precio de cada bitcoin se fija al costo del intercambio realizado, y no existe por tanto un precio mundial o único del bitcoin, el importe de cada unidad en las diferentes operaciones de compra (por las mismas reglas de la oferta y de la demanda), tiende a equipararse en cada momento. Este coste semejante de las unidades de cuenta en cada momento permite utilizar al bitcoin como un activo inmaterial de contraprestación o de intercambio en cualquier transacción bilateral en la que los contratantes lo acepten, pero en modo alguno es dinero, o puede tener tal consideración legal, dado que la Ley 21/2011, de 26 de julio (RCL 2011, 1462), de dinero electrónico, indica en su artículo 1.2 que por dinero electrónico se entiende solo el “valor monetario almacenado por medios electrónicos o magnéticos que represente un crédito sobre el emisor, que se emita al recibo de fondos con el propósito de efectuar operaciones de pago según se definen en el artículo 2.5 de la Ley 16/2009, de 13 de noviembre (RCL 2009, 2193y RCL 2010, 1119), de servicios de pago, y que sea aceptado por una persona física o jurídica distinta del emisor de dinero electrónico”.

⁹ En el presente trabajo utilizaremos ambos términos indistintamente.

¹⁰ Es decir, de persona-a-persona.

¹¹ El *hash* es el número de identificación del bloque, esto es, se podría decir que es como una especie de huella dactilar del bloque (PLAYGROUND, “Qué es “Blockchain” en 5 minutos”, *YouTube*, 30 de marzo de 2018 (Recuperado de

que recoge tanto la información nueva como los datos ya existentes en bloques anteriores (así como sus respectivos *hash*); creándose, en definitiva, una cadena de bloques cuyo contenido es prácticamente inmodificable.

Que todos los usuarios o nodos tengan una copia de todos los bloques, evita que la información contenida en los mismos esté exclusivamente en manos de una autoridad central que actúe como garante e intermediaria de la verificación de la nueva información, haciendo del *blockchain* un sistema incorruptible y, por ello, seguro (lo cual tiene una serie de ventajas que posteriormente expondremos).

A modo ejemplo, puede servirnos perfectamente la imagen adjunta:

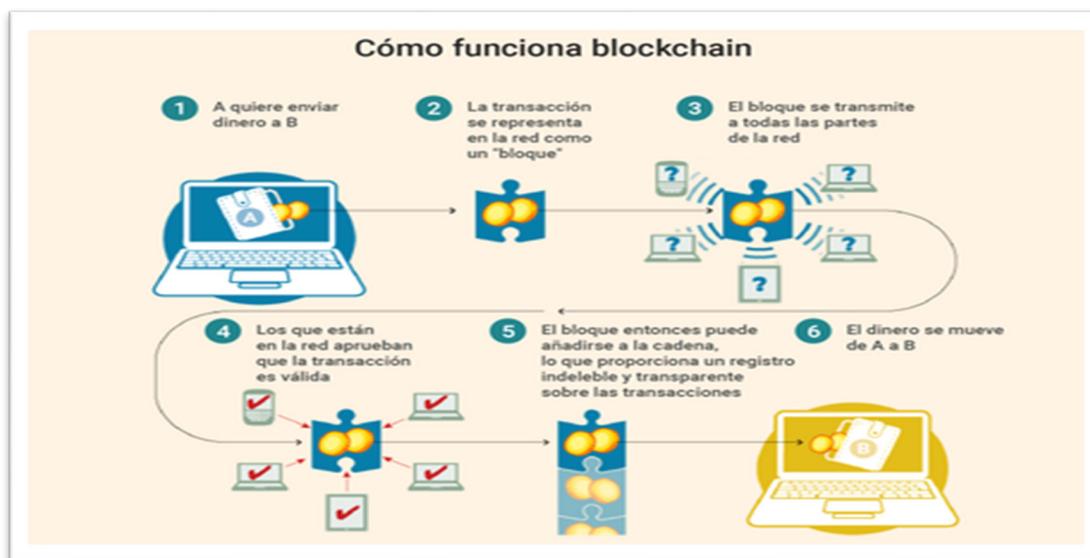


Figura 1. Cómo funciona *blockchain*. Fuente: Financial Times.

II.2. Tipos de cadenas de bloques

El denominador común de toda cadena de bloques reside en la concepción de un registro distribuido compuesto por nodos, el uso de claves criptográficas y del encadenamiento de *hashes* de los distintos bloques¹². No obstante, dependiendo de los distintos requisitos que se exijan para poder formar parte de una cadena de bloques, podemos distinguir entre dos tipos principales de cadenas de bloques¹³:

- *Redes públicas*: son aquellas donde, en la medida que no se exige ningún requisito para poder unirse a ellas, puede entrar cualquier persona que tenga conexión a internet y el *software* adecuado para poder acceder a la cadena de bloques y la información contenida dentro de

https://www.youtube.com/watch?v=Yn8WGaO__ak&list=LLa6H4oOB6GodxXKdMmXX4Ag&index=2&t=89s; Consultado el 30/11/2019).

¹² GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M., "Blockchain o cómo mecanizar la confianza", *Aranzadi digital*, n° 1, 2020, p. 11 (BIB 2020\12382).

¹³ Entre otros, GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M., op. cit., p. 11, TUR FAÚNDEZ, C., *Smart contracts: análisis jurídico*, Editorial Reus, Madrid, 2018, p. 38-40 y PORXAS, N. y CONEJERO, M., "Tecnología blockchain: funcionamiento, aplicaciones y retos jurídicos relacionados", *Actualidad Jurídica Uriá Menéndez*, n° 48, 2018, p. 28 y 29 (Recuperado de: <https://www.uria.com/documentos/publicaciones/5799/documento/art02.pdf?id=7875>; Consultado el 30/11/2019).

esta. Asimismo, no existe jerarquía entre los diferentes usuarios o nodos, de modo que todos ellos son nodos validadores. Este tipo de cadena de bloques se caracteriza por ser totalmente transparente para todos los usuarios y recibe también el nombre de *permissionless*, siendo el ejemplo más claro dentro de tales la cadena de bloques del *Bitcoin*.

- *Redes privadas*: en contraste con las redes públicas, aquí el acceso y consenso es controlado por un grupo limitado de usuarios o nodos, denominados nodos de confianza. En estas redes sí que se exigen una serie de requisitos para poder formar parte de la red (p.ej. *Know your customer* o, abreviadamente, *KYC*). Se califican también como *permissioned* dado que un grupo determinado de usuarios es el que tiene el control sobre la verificación de datos y agregación de estos en la red.

Estos dos tipos de redes son los más predominantes, si bien no suponen un *numerus clausus*¹⁴.

II.3. Principales características de la cadena de bloques

Habiendo explicado el concepto, funcionamiento y tipología de *blockchain*, es necesario hacer referencia a los elementos caracterizadores de esta tecnología que la hace tan revolucionaria¹⁵:

- *Carácter descentralizado o distribuido*: es el elemento esencial de la tecnología *blockchain*, en cuya virtud la información no está únicamente en manos de una persona o autoridad central, sino que tal información es controlada por muchos usuarios o nodos, todos ellos con una copia de los diferentes bloques integrantes de la cadena. Consecuencia de ello es que se elimina la necesidad de un tercero que actúe como garante e intermediario, posición que ocupan en condiciones de igualdad (*P2P*) los distintos nodos.
- *Seguridad*: una consecuencia de que la cadena de bloques sea distribuida es que la confianza no recae únicamente sobre un determinado usuario sino en una pluralidad de usuarios. Esta circunstancia hace que la manipulación resulte muy difícil e incluso imposible.
- *Transparencia*: esta característica es especialmente evidente en las *blockchain* públicas, donde cualquier persona puede entrar a formar parte del *blockchain* y, por tanto, acceder a la información contenida en el mismo. Esta característica puede dar lugar a ciertos problemas en relación con el derecho al olvido o la protección de datos¹⁶, si bien la transparencia no

¹⁴ Así, podemos encontrarnos con redes federadas o de consorcio: “A diferencia de lo que ocurre con las cadenas de bloques públicas no permiten que cualquier persona pueda configurar un nodo en su PC y participar en el proceso de validación de las transacciones. En este caso se requieren determinados permisos de acceso que suelen concederse a los miembros de un determinado colectivo (v.g. entidades financieras). La validación de las transacciones se controla por un grupo preseleccionado de miembros (por ejemplo, se establece una comisión de 15 entidades financieras cada una de las cuales opera un nodo, siendo necesario que al menos diez firmen cada bloque de transacciones para que se considere válido). El derecho de acceso y lectura de los bloques puede ser público, o hallarse restringido a los miembros de la cadena” (TUR FAÜNDEZ, C., *op. cit.*, p. 39).

¹⁵ A este respecto resulta recomendable la lectura de TAPSCOTT, D., & TAPSCOTT, A., *Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world*, Editorial Portfolio, Nueva York, 2016.

¹⁶ Para una lectura profunda sobre este aspecto, es muy recomendable la lectura de HERRERA HERRERA, F., “Son compatibles blockchain y derecho al olvido?”, *A definitivas*, 6 de agosto de 2018 (Recuperado de: <https://adefinitivas.com/arboret-del-derecho/civil/son-compatibles-el-derecho-al-olvido-y-blockchain/>; Consultado el 29/04/2020).

necesariamente conlleva el conocimiento de la identidad de una persona, lo cual ha generado el uso de diversas criptomonedas en el mercado negro¹⁷.

- *Inmutabilidad e irrevocabilidad*: una vez que la información entra a formar parte de la cadena de bloques, su mutabilidad o revocabilidad deviene en inmutable e irrevocable¹⁸ ya que cualquier modificación será identificable por los demás nodos.

II.4. Ámbito de aplicación del *blockchain*

Habiendo visto las características de la cadena de bloques, resulta de interés comprobar qué uso se le puede dar a esta tecnología en los diferentes sectores que nos acompañan en el día a día, incluyendo el ámbito legal.

Son múltiples los usos que se le pueden dar a la tecnología *blockchain*, pudiendo destacar, entre otros, los siguientes:

- *Sector financiero y bancario*: quizá sea el ámbito donde más repercusión pueda tener la cadena de bloques debido a que ésta normalmente suele ir ligada a la transacción de criptomonedas. Así, las principales ventajas que comporta para el sector financiero consisten en la rapidez de las transacciones, especialmente las transferencias internacionales¹⁹. Del mismo modo, se produce una importante reducción de costes al eliminarse la presencia de intermediarios y comprobaciones manuales.
- *Big data*: el *blockchain* es una base de datos o libro mayor donde se contiene numerosa información y que tiene carácter distribuido, lo cual permite dotar de seguridad y transparencia a la información allí contenida.
- *Logística*: la cadena de bloques permitiría acelerar el proceso mediante la eliminación de intermediarios, reducción de numerosos costes y ofreciendo información transparente desde que un producto sale de la fábrica hasta que llega a los consumidores, lo cual permitiría a los consumidores tener seguridad acerca del origen y características de un determinado producto²⁰.
- *Ámbito electoral*: la cadena de bloques puede facilitar enormemente la labor realizada, en el caso español, por la Junta Electoral Central de “*garantizar...la transparencia y objetividad del*

¹⁷ A efectos de ver la relación entre el uso de las criptomonedas y el mercado negro, destacamos la lectura de KETHINENI, S., CAO, Y., y DODGE, C., “Use of bitcoin in darknet markets: Examining facilitative factors on bitcoin-related crimes”, *American Journal of Criminal Justice*, mayo de 2017, p. 141-157 (Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/316655308_Use_of_Bitcoin_in_Darknet_Markets_Examining_Facilitative_Factors_on_Bitcoin-Related_Crimes; Consultado el 1/12/2019).

¹⁸ Esta regla no es del todo absoluta ya que existen excepciones, destacando entre otras, que un mismo usuario tenga control sobre más del 50% de los nodos. Del mismo modo, destacar, que *Accenture* está desarrollando un *blockchain* modificable (<https://www.accenture.com/es-es/insight-editing-uneditable-blockchain>).

¹⁹ Una transferencia internacional SEPA (ámbito de la UE) tarda uno o varios días hábiles para llegar a su destino, mientras que usando las criptomonedas esa transferencia podría materializarse en minutos.

²⁰ En este sentido, CARREFOUR ha creado ya el primer *blockchain* alimentario de Europa, que tiene el fin de hacer transparente la trazabilidad de los alimentos, permitiendo a los consumidores conocer cada etapa de la producción de los alimentos vendidos en sus establecimientos. (Recuperado de: <https://actforfood.carrefour.es/Por-que-actuar/BLOCKCHAIN-ALIMENTARIO>; Consultado el 28/11/2019).

proceso electoral y del principio de igualdad” (art. 8 LOREG)²¹, al no ser posible la manipulación (mutabilidad) de los votos. Ha de destacarse que dicho sistema de votación ya ha sido utilizado en el ámbito privado²².

- *Materia de seguros*: el uso del *blockchain* en este ámbito va íntimamente ligado a los contratos inteligentes, que, como se verá, por su carácter automatizado, permitirán que, una vez verificado el daño, se haga automáticamente el pago del seguro.
- *Sanidad*: la función del *blockchain* podría servir para proteger el historial médico de los pacientes o para conocer la trazabilidad de los distintos medicamentos²³.
- *Sector público*²⁴: además del ámbito sanitario y electoral, el sector público podría utilizar la tecnología proporcionada por el *blockchain* para dotar de seguridad a los datos digitales relativos a los ciudadanos, certificación de títulos académicos, contratación pública²⁵, etc.
- *Tokenización de activos y smart contracts*: desde el punto de vista jurídico, en palabras de GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, las dos principales aportaciones del *blockchain* son: por un lado, los contratos inteligentes, cuyo estudio se hará posteriormente y, por otro lado, la “tokenización” de activos²⁶, esto es, en la conversión de activos²⁷ en *tokens* o fichas digitales susceptibles de tráfico en un entorno digital mediante una técnica que evita tanto su generación o multiplicación discrecional como la posibilidad del doble gasto, y ello sin necesidad de un intermediario (*v.gr.* banquero, autoridad o cualquier otro tercero de confianza) que controle la emisión y nos lleve una contabilidad centralizada. Este paso ya se ha dado en Liechtenstein, que en octubre de 2019 aprobó la “Ley de proveedores de servicios de tecnología confiable y de token”, entrando en vigor el 1 de enero de 2020, siendo el primer Estado que ha instaurado la “tokenización” de activos²⁸.

²¹ Ley Orgánica 5/1985, de 19 de junio, del Régimen Electoral General.

²² “Santander utiliza por primera vez el “*blockchain*” para votar en una junta”, *La Vanguardia*, 17 de mayo de 2018 (Recuperado de: <https://www.lavanguardia.com/vida/20180517/443636366467/santander-utiliza-por-primer-vez-el-blockchain-para-votar-en-una-junta.html>; Consultado el 28/11/2019).

²³ Entre otros, “What are the use cases for blockchain tech in healthcare?”, *IBM*, 17 de diciembre de 2018 (Recuperado de: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/12/what-are-the-use-cases-for-blockchain-tech-in-healthcare/>; Consultado el 30/05/2020).

Un caso pionero en este sentido es el de Estonia, que ya está utilizando el *blockchain* en el ámbito sanitario para la protección de los datos de los pacientes a través de la tecnología KSI Blockchain. (Recuperado de: <https://e-estonia.com/solutions/healthcare/>; Consultado el 28/11/2019).

²⁴ Es muy importante hacer referencia Real Decreto-ley 14/2019, de 31 de octubre, por el que se adoptan medidas urgentes por razones de seguridad pública en materia de administración digital, contratación del sector público y telecomunicaciones, que es la primera norma legal del ordenamiento jurídico español que se refiere expresamente a la tecnología *blockchain* (o, como aparece en el propio texto normativo, tecnologías de registro distribuido), centrando la atención del uso de la misma en el sector público, en concreto, prohibiendo provisionalmente su uso como sistema de identificación y firma de los interesados a la hora de relacionarse con la Administración en tanto no se regule legalmente.

²⁵ “El Gobierno de Aragón utilizará la tecnología *blockchain* para recibir las ofertas de sus contratos públicos”, *Aragón Hoy*, 9 de enero de 2019 (Recuperado de: <http://www.aragonhoy.net/index.php/mod.noticias/mem.detalle/area.1020/id.236390>; Consultada el 28/11/2019).

²⁶ GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M., *op. cit.*, p. 8 y ss.

²⁷ Incluimos bienes, derechos, dinero, acciones, metales preciosos, etc.

²⁸ SANDNER, P., “Liechtenstein Blockchain Act: How can nearly any right and therefore any asset be tokenized based on the Token Container Model?”, *Medium*, 7 de octubre de 2019 (Recuperado de: <https://medium.com/@philippsandner/liechtenstein-blockchain-act-how-can-nearly-any-right-and-therefore->

II.5. ¿Blockchain como Registro público?

De forma separada, cabe plantearse la siguiente cuestión: ¿Podría la cadena de bloques desempeñar las funciones que tiene asignadas un Registro de carácter público? La definición de cadena de bloques se refiere a ésta como un gran libro o registro caracterizado por su carácter distribuido, inmutable, transparente y que favorece a la trazabilidad; por lo que, en principio, parece lógico plantearse la cuestión relativa a su capacidad de desempeñar la función propia de los Registros, especialmente el de Propiedad.

Responder a dicha cuestión requiere primero hacer una importante precisión: la función que cumple un Registro varía de un país a otro, es decir, no todos los Registros tienen la misma función²⁹; pudiendo distinguir entre:

- *Registro de documentos*: su función consiste en almacenar y dotar publicidad a las escrituras o contratos que acrediten transmisiones de los bienes. Realmente aquí no concurre un control de legalidad, sino que simplemente se transcriben y se recogen unos datos en el Registro, sin que ello suponga un reconocimiento *erga omnes* por parte de los poderes públicos de los derechos que deriven de tales negocios.
- *Registro de derechos*: en contraste con el anterior, no solo recoge y almacena datos relativos a un negocio jurídico, sino que otorga publicidad y protección a los derechos constituidos en virtud de tales negocios. La gran particularidad que tiene es la existencia de un doble filtro de legalidad derivado de la exigencia de escritura pública³⁰ y la calificación registral³¹.

Así, en relación con el primer tipo de registros, parece no haber dudas de que el *blockchain* podría proporcionar una serie de notables mejoras en términos de publicidad, transparencia, integridad, inmutabilidad y, consecuentemente, seguridad.

Cuestión distinta es si hablamos de registros de derechos. La necesaria protección de terceros y el principio de titulación pública obliga a disponer de título público para realizar la correspondiente inscripción, lo cual precisa *ex lege* de la intervención de unos funcionarios que tienen atribuida legalmente la función de control de legalidad formal y material. Dicho lo cual, se observa que el hecho de que en el seno de una red *blockchain* “haya muchos ojos que vigilen”, no le otorga los mismos efectos jurídicos que un Registro público, es decir, no añade ningún valor adicional al documento en

any-asset-be-tokenized-based-389fc9f039b1; Consultado el 29/05/2020) indica que la legislación civil del microestado se vio modificada para permitir que el token y el activo y/o derecho que representa tuviera prioridad respecto del mundo físico. Al fin de asegurar una perfecta sincronización entre el mundo físico y el mundo digital, la mencionada Ley regula también la figura del validador físico, que necesitará de una licencia para operar como tal.

²⁹ LÓPEZ DEL MORAL, I., “Blockchain en el ámbito registral”, *Law and Trends*, 9 de enero de 2019 (Recuperado de: <https://www.lawandtrends.com/noticias/tic/blockchain-en-el-ambito-registral-1.html>; Consultado el 29/11/2019).

³⁰ Entre otros, el art. 3 de la Ley Hipotecaria o el art. 5 del Reglamento del Registro Mercantil.

³¹ Entre otros, art. 18 de la Ley Hipotecaria o el art. 6 del Reglamento del Registro Mercantil.

cuestión³², con las consecuencias que ello conlleva en términos de veracidad, integridad, legalidad y protección de terceros³³.

Si bien, dicho lo anterior, nada impide que la tecnología de cadena de bloques sea configurada por el legislador como un mecanismo auxiliar del sistema de registración³⁴ en cuanto que está perfectamente capacitada para cumplir las funciones de un gran almacén de datos donde vengan fijados hechos y negocios jurídicos, dotados, por las propias características de la cadena de bloques, de transparencia, inmutabilidad y publicidad³⁵, pudiendo suponer una fuente de prueba extremadamente útil.

III. Contratos inteligentes: ¿hacia una nueva era de la contratación?

III.1. Origen y concepto de los contratos inteligentes

Tal y como adelantábamos, la idea de los contratos inteligentes es más antigua de lo que podría pensarse. Ya a lo largo de la década de los 90, el jurista, informático y criptógrafo NICK SZABO trató ampliamente la tesis de los contratos inteligentes³⁶, definiéndolos como un protocolo

³² GONZÁLEZ GRANADO, J., “¿Enviaré blockchain de vacaciones a los notarios?”, *Notaría Abierta*, 4 de abril de 2016 (Recuperado de: <https://notariabierta.es/enviara-blockchain-vacaciones-los-notarios/>; Consultado el 1/12/2019) y BRANCÓS, E., “Blockchain, función notarial y registro”, *El Notario del siglo XXI*, 7 de febrero de 2017 (Recuperado de: <http://www.elnotario.es/academia-matritense-del-notariado/7325-blockchain-funcion-notarial-y-registro>; Consultado el 31/05/2020). Indica este último: “Un registro con eficacia jurídica, ya sea constitutiva o de protección al tercero, tendría poco sentido asociado al blockchain. El blockchain es un sistema abierto a todos y no todos están en situación de elaborar documentos válidos y viables que permitan generar efectos jurídicos no sólo entre partes sino de protección de los posteriores adquirentes y en relación a los terceros en general. El blockchain de registro sólo podría ser operado por personas especialmente facultadas (que acabarían siendo los notarios o los notarios junto con los especiales encargados -registradores- del blockchain) lo que, en sí, constituye un contrasentido. Un blockchain no abierto a todos ya no es un blockchain.”

³³ Resulta de interés mencionar lo indicado por IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J.W., *Blockchain: Primeras cuestiones en el ordenamiento español*, Editorial Dykinson, Madrid, 2018, el cual analiza la compatibilidad de los diferentes principios registrales con el *blockchain* y cree que, en las cadenas de bloques privadas o permissionadas, en tanto caracterizadas por la existencia de un grupo determinado de usuarios con función de nodos validadores, sería idóneo que los registradores puedan asumir las funciones de dichos nodos validadores con el fin de cumplir las funciones específicas de control de legalidad.

³⁴ IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J. W., *op. cit.*, p. 48 y LÓPEZ DEL MORAL, I., *op. cit.*

³⁵ Merece la pena destacar que en algunos países ya se ha ido implementando a modo de prueba el *blockchain* en Registros públicos, destacando los ejemplos de Georgia y Suecia. Así, en el país caucásico, la iniciativa tomada por el propio Gobierno del país obtuvo una serie de resultados muy favorables, destacando las siguientes conclusiones finales del proyecto piloto: mejora en la eficiencia por parte de los poderes públicos, la restauración de la confianza de la gente respecto de los poderes públicos tras numerosos escándalos de corrupción y una reducción de costes de alrededor del 90% (SHANG, Q. y PRICE, A., “A Blockchain-based Land Titling Project for the Republic of Georgia: : Rebuilding Public Trust and Lessons for Future Pilot Projects”, *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, vol. 12, Winter-Spring, 2019, p.77-78 (Recuperado de: https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/inov_a_00276 ; Consultado el 30/11/2019).

³⁶ Podemos destacar varias obras: SZABO, N., *Smart contracts*, 1994 (Recuperado de: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>; Consultado el 2/12/2019), *Smart contracts: Building blocks for digital markets*, 1996 (Recuperado de: http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html ; Consultado el 2/12/2019) y *The idea of smart contracts*, 1997 (Recuperado de: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html> ; Consultado el 2/12/2019).

de transacción computarizado que ejecuta los términos de un contrato³⁷, que sirviera para dar lugar a unas relaciones contractuales donde el incumplimiento contractual fuera costoso para quien lo incumpliera. Se observa como la idea básica que reside detrás de esta tesis es la de aportar seguridad al cumplimiento de un contrato, evitando así conflictos y, consecuentemente, la necesidad de acudir a los tribunales³⁸; ello permite concluir que los *smart contracts* cumplen una especie de autoayuda (*self-help*)³⁹.

A primera vista, llama la atención que una idea nacida a mediados de los años 90 no tuviera repercusión hasta hace bien poco. La razón de ello es que, desde su concepción, existieron una serie de problemas que impedían llevar a la práctica su implementación, tales como⁴⁰:

- Imposibilidad del código informático de poder controlar los activos reales a efectos de hacer cumplir los acuerdos. Acudiendo al ejemplo de una máquina expendedora o *vending*, concebida por SZABO como una suerte de ancestro de los contratos inteligentes, observamos que existe control sobre los productos que se hallan dentro de la máquina; pero y ¿cómo conseguir que un código informático tenga control sobre cosas que no se encuentran bajo su control físico?
- La estricta regulación legal relativa al movimiento de activos.
- Dificultad de encontrar un código informático sobre el que recaiga la confianza de las partes contratantes, en tanto ejecute lo acordado por ellas y que no pueda ser manipulado.

Será ya con la aparición de la cadena de bloques⁴¹ y de plataformas centradas en la creación de contratos inteligentes⁴² cuando tales circunstancias dejen de suponer un impedimento de cara a poner en práctica los contratos inteligentes.

³⁷ “A smart contract is a computerized transaction protocol that executes the terms of a contract” (SZABO, N., *Smart contracts*, 1994). En palabras más sencillas, se trata de un protocolo o código informático que ejecuta los términos de un contrato.

³⁸ MORA ASTABURUAGA, A., “¿Qué son los smart contracts? ¿Son realmente contratos inteligentes?”, *TicsLaw*, 3 de diciembre de 2018 (Recuperado de: <http://ticslaw.es/que-son-los-smart-contracts/> ; consultado el 31/05/2020).

³⁹ “Self-help remedies have been defined as legally permissible conduct that individuals undertake absent the compulsion of law and without the assistance of a government official in efforts to prevent or remedy a civil wrong. Automated execution of a contract is a preemptive form of selfhelp because no recourse to a court is needed for the machine to execute the agreement” (RASKIN, M., “The Law and Legality of Smart Contracts”, *Georgetown Law Technology Review*, Vol. 1 (2), 2017, p. 333 (Recuperado de: <https://georgetownlawtechreview.org/wp-content/uploads/2017/05/Raskin-1-GEO.-L.-TECH.-REV.-305-.pdf>; Consultado el 15/04/2020)).

⁴⁰ MORELL RAMOS, J., “Cómo crear un smart contract mediante términos y condiciones”, *Términos y condiciones: Derecho tecnológico y Legaltech*, 21 de septiembre de 2016 (Recuperado de: <https://terminosycondiciones.es/2016/09/21/como-crear-smart-contract-mediante-terminos-condiciones/>; Consultada el 17/04/2020).

⁴¹ WEINGARTNER, T., “Tokenization of physical assets and the impact of IoT and AI”, *European Union Blockchain Observatory and Forum*, 10 de abril de 2019, p. 3 (Recuperado de: https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/research-paper/convergence_of_blockchain_ai_and_iot_academic_2.pdf?width=1024&height=800&iframe=true; Consultado el 08/06/2020).

⁴² Una de estas plataformas es *Ethereum*, que es “una plataforma open source, descentralizada que permite la creación de acuerdos de contratos inteligentes entre pares, basada en el modelo blockchain”, *Wikipedia, La enciclopedia libre* (Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ethereum&oldid=121170427>; Consultado el 6/12/2019).

- Así, el mencionado primer problema se solventa porque el *blockchain* permite controlar el activo a través de un código o clave escrita en lenguaje criptográfico asociado a ese activo.
- La segunda limitación se elimina porque el *blockchain* se asocia a la creación de nuevos sistemas de pago, tales como el *Bitcoin*, *Ethereum* o *Cardano*, ajenos a toda regulación legal.
- Finalmente, dado que el contrato inteligente se almacena dentro de una red *blockchain* distribuida, la confianza recae sobre el consenso que se ha de lograr en toda la cadena, sin posibilidad de manipulación alguna.

III.2. Los *smart contracts* desde una perspectiva jurídica: Los contratos legales inteligentes

De lo anteriormente expuesto, se colige que el contrato inteligente es un mero código informático que autoejecuta los términos de un contrato, por lo cual no puede ser considerado *per se* como un contrato, esto es, un acuerdo de voluntades. La inexactitud del término al incorporar el concepto de “*contrato*”⁴³ provoca interpretaciones equívocas entre los juristas, que inmediatamente se remiten al término jurídico de contrato⁴⁴ y conciben al contrato inteligente como un acuerdo que se autoejecuta con la verificación de las condiciones contenidas en ese acuerdo.

En este sentido, parece correcto aludir a lo indicado por STARK⁴⁵, que afirma que esta dicotomía tiene su origen en función de la perspectiva que se tome para definirlos: bien desde una perspectiva informática, que identifica a los *smart contracts* como un código informático que se almacena, verifica y ejecuta dentro de una red *blockchain*, denominando esta perspectiva como “smart contract code”; o, bien desde una perspectiva jurídica, ligada a los “smart legal contracts”⁴⁶.

La perspectiva jurídica, sin negar la naturaleza informática o tecnológica de los *smart contracts*, indica que tienen relevancia jurídica que no puede ser desconocida por el Derecho dado que normalmente se crean con el afán de producir efectos jurídicos, siendo ese código informático el soporte y expresión escrita de un acuerdo existente que se pretende ejecutar automáticamente⁴⁷. Es

⁴³ El uso del término “contracts” no se debe tanto a razones jurídicas, como a una razón de hacer una especie de homenaje a los trabajos escritos acerca de este tema por SZABO (TUR FAÚNDEZ, C., *Smart contracts: análisis jurídico*, Editorial Reus. Madrid, 2018, p. 55).

⁴⁴ GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M., “Smart contracts”: ¿hacia una economía sin derecho contractual?, *Aranzadi digital*, n° 1, 2020, p. 1 y 2 (BIB 2020\12401).

⁴⁵ STARK, J., “Making sense of blockchain smart contracts”, *Coindesk*, 4 de junio de 2016 (Recuperado de: <https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts> ; Consultado el 10/12/2019).

⁴⁶ La citada distinción es mencionada igualmente por numerosos autores, principalmente destacando a TUR FAÚNDEZ, C. (2018) y LEGERÉN MOLINA, A., “Los contratos inteligentes en España (La disciplina de los smart contracts)”, *Revista de Derecho civil*, 2018, vol. 5, n° 2. “La adición del calificativo legal a la expresión contrato inteligente, nos permite establecer una clara diferenciación entre el software subyacente en el back end y el verdadero contrato electrónico con eficacia obligacional entre las partes y de cuya estructura informática y formal es parte el smart contract” (TUR FAÚNDEZ, C., 2018, p. 140).

⁴⁷ “Sin embargo, en algunos de ellos los juristas podemos ver además una herramienta auxiliar al servicio de la efectividad de un contrato o en sí mismo el medio de concertar, poner en vigor y ejecutar un contrato en sentido jurídico, un contrato que presentaría la importante peculiaridad de que todo o parte de su contenido se haría efectivo de forma automática y sin depender de una voluntad humana. De manera que en tales casos sobre el significado general de un smart contract como artefacto tecnológico se solapa o sobrepone un determinado significado jurídico” (GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M., “Smart contracts...”, *op. cit.*, p. 9). También se expresa en el mismo sentido otros autores tales como ARGELICH COMELLES, C., “Smart contracts o Code is Law: soluciones legales para la robotización contractual”, *Indret Revista para el análisis del*

decir, desde este punto de vista, ese acuerdo es el que otorga sentido jurídico a ese código informático⁴⁸.

Con todo lo anterior y desde esta perspectiva jurídica, podemos definir a los contratos legales inteligentes como aquellos acuerdos o contratos redactados, en todo o en parte, en forma o lenguaje de código informático⁴⁹ entendible por un sistema de ordenador que se encarga de ejecutarlo automáticamente al verificarse el cumplimiento de lo estipulado en dicho acuerdo.

III.3. Características de los *smart contracts*

Habiéndose visto las dos perspectivas de los *smart contracts*, procede pasar a destacar los elementos característicos más relevantes de los mismos⁵⁰:

- **Naturaleza electrónica:** se ha destacado que un contrato legal inteligente se caracteriza por ser un acuerdo redactado, completa o parcialmente, en forma de código informático; por tanto, allí subyace la naturaleza electrónica de los mismos. En virtud de ello, podemos decir que los contratos inteligentes son una variante de contratos electrónicos⁵¹, caracterizados por autoejecutar los términos del contrato en tanto se verifique lo estipulado en el mismo. Con base en lo anterior, les puede ser de aplicación, si bien con matizaciones, la legislación relativa a la contratación electrónica, *v.gr.* Ley 34/2002 (en adelante, LSSICE)⁵².
- **Carácter autoejecutable:** desde un punto de vista estricto, los *smart contracts* se constituyen en un protocolo o código informático que se encarga de ejecutar de forma automática los términos de un contrato en tanto se verifique el cumplimiento de lo estipulado en dicho acuerdo. Podríamos decir que esta es, sin lugar a duda, la nota más característica de los contratos inteligentes ya que precisamente este carácter automático y autoejecutable es el gran atractivo por el que se caracterizan los contratos inteligentes. De hecho, el adjetivo “smart” o “inteligente” tiene su razón de ser en este carácter autoejecutable, si bien, no pocos han sido los que han llegado a afirmar que no son inteligentes en tanto, de por sí, no tienen

Derecho, n° 2, 2020, p.11 (Recuperado de: <https://indret.com/smart-contracts-o-code-is-law-soluciones-legales-para-la-robotizacion-contractual/?edicion=2.20>; Consultado el 05/06/2020).

“el código informático autoejecuta las prestaciones de un contrato, ergo la programación es instrumental al contrato y no al revés, y buena prueba de ello es la configuración de la self-help frente al incumplimiento”.

⁴⁸ LEGERÉN MOLINA, A., *op. cit.*, p. 212-214.

⁴⁹ *V.gr.* si se dispone a redactar un *smart contract* en la plataforma *blockchain* de *Ethereum*, el lenguaje programado sería el *Solidity*.

⁵⁰ Véase, entre otros, LEGERÉN MOLINA, A., *op.cit.*, p. 198-204 o SAVELYEV A., “Contract Law 2.0: Smart Contracts as the Beginning of the End of Classic Contract Law”, *National Research University Higher School of Economics*, 2016, p. 11-16.

⁵¹ ORTEGA GIMÉNEZ, A., “Naturaleza jurídica de los ‘Smart Contracts’”, *Aranzadi*, diciembre de 2018, p. 1-2 (BIB 2018\14673) y LEGERÉN MOLINA, A., *op. cit.*, p. 198. Indica este último: “De manera resumida, cabe señalar que los smart contracts que se ejecutan en una cadena de bloques resuelven algunas de las dificultades que tradicionalmente suscitaban los contratos electrónicos –posibilidad de manipulación del mensaje o la prueba de su emisión y recepción–. Además, se benefician del sellado de tiempo propio de las cadenas de bloques, de su carácter inmutable, de la reducción de costes y la mayor eficacia propias de aquellas, así como de las ventajas específicas de todo contrato inteligente derivadas de ser autoejecutables y de su carácter objetivo”.

⁵² Ley 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico.

capacidad para influir en los términos del propio contrato celebrado por las partes y que únicamente ejecutan lo programado⁵³.

Esta nota tan importante tiene su gran atractivo en el hecho de que gracias al automatismo y autoejecución se elimina la desconfianza ante un posible incumplimiento por parte de alguno de los contratantes debido a que la confianza se deposita en el propio *software*, que es el que verifica, a través de los denominados oráculos, el cumplimiento de lo estipulado en el contrato y ejecuta el mismo. Además, con ello, se elimina la intervención de cualquier tipo de intermediario (*v.gr.* una autoridad judicial) que verifique el cumplimiento y ejecute el contrato, reduciendo así los costes⁵⁴.

- **Seguridad y eficiencia:** las partes no se tienen que preocupar ante un posible incumplimiento o manipulación posterior de los términos del contrato dado que el *smart contract* les obliga a depositar en una dirección del *blockchain* unos fondos para cumplir el contrato; si transcurrido un plazo, no hay acuerdo, dichos fondos se transfieren automáticamente a otra cadena de bloques de la que nadie podrá sacarlos nunca⁵⁵. De esta manera se fuerza a las partes a cumplir con lo estipulado en el contrato, imposibilitando que todo quede al arbitrio de una de las partes⁵⁶.

Por otro lado, la eficiencia desemboca del hecho de que la ejecución es automática y no precisa de la intervención del ser humano.

- **Naturaleza condicional:** esta característica se origina a partir de la redacción del contrato inteligente en un código informático, normalmente constituido en una estructura en forma de “if-then-else”, basada en la lógica booleana; es decir, su estructura es condicional debido a que se basa en un esquema de instrucciones del tipo “si (if) ocurre X entonces (then) Y; sino ocurre Y, entonces (else) Z”.

V.gr., imaginemos que Juan contrata un seguro valiéndose de un contrato inteligente. En este caso, si (*if*) Juan sufre un accidente, el seguro cubrirá los daños del accidente (*then*).

- **Carácter no omnicompreensivo:** dado que las cláusulas están redactadas en forma de código informático, siguiendo una estructura condicional y la verificación del cumplimiento corresponde al propio *software*, que no posee discrecionalidad de juicio en tanto no es persona y sigue las órdenes de un código, hace que los contratos inteligentes sólo puedan ser

⁵³ Destacar, entre otros, a ROSALES F., “Qué es un Smart Contract para un notario”, *Blog Notario Francisco Rosales*, 9 de julio de 2018 (Recuperado de: <https://www.notariofranciscorosales.com/smart-contract-y-la-maquina-de-pinball/>; Consultado el 30/12/2019): “El smart contract no crea nada, salvo el mero cumplimiento del contrato, en los términos en los que dicho contrato se haya celebrado y tal como haya sido programado, en definitiva, no son programas inteligentes, sino obedientes”.

⁵⁴ Además, en palabras de GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M., “Smart contracts...”, *op. cit.*, p. 6 se reduce o elimina el “riesgo de contraparte”, siendo una forma de contratar ideal para una contratación no sólo entre ausentes, sino entre desconocidos, entre sujetos que no tienen ninguna razón para confiar entre sí.

⁵⁵ DÍAZ DÍAZ, E., “Una aplicación jurídica del Blockchain: los Smart Contracts”, *LegalToday*, 20 de junio de 2019 (Recuperado de: <http://www.legaltoday.com/firmas/legaltech/una-aplicacion-juridica-del-blockchain-los-smart-contracts>; Consultado el 06/06/2020).

⁵⁶ En este sentido, podríamos decir que los *smart contracts* suponen un mecanismo ideal para conseguir lo establecido en el artículo 1256 del Código Civil: “La validez y el cumplimiento de los contratos no pueden dejarse al arbitrio de uno de los contratantes”.

aplicables a aquellos supuestos que se verifiquen de manera objetiva⁵⁷, que no den lugar a dudas ni a la interpretación, favoreciendo así a la autoejecución nada más se verifique el hecho desencadenante.

En consecuencia, no tiene sentido que un *smart contract* recoja cláusulas de carácter subjetivo o conceptos jurídicos indeterminados como la buena fe, diligencia de un buen padre de familia, consumidor medio, fuerza mayor, etc.

V.gr., en el ejemplo expuesto *ut supra*, la verificación de un accidente es algo que no puede dar lugar a dudas e interpretaciones. En cambio, determinar si el conductor actuó con negligencia o culpa estaría fuera del alcance de verificación, al admitir múltiples interpretaciones la afirmación o negación de tal circunstancia.

- **Inmutabilidad:** esta característica deriva del hecho de que los *smart contracts* se almacenan dentro de la cadena de bloques, la cual, según se ha explicado, se caracteriza por la imposibilidad de modificar la información contenida en uno de los bloques. Esta característica dota de seguridad y confianza a las partes, si bien plantea problemas relativos a la modificación de los términos del contrato o la posibilidad de aplicar el principio de *rebus sic stantibus*.

III.4. Funcionamiento de los contratos inteligentes. Especial atención a los oráculos

El funcionamiento de los contratos inteligentes parte de un acuerdo entre las partes contractuales, las cuales deciden valerse de las características de un *smart contract* para ejecutar los términos del acuerdo una vez se verifiquen las condiciones preestablecidas en dicho acuerdo. Especial relevancia tiene el hecho de que el acuerdo, de forma total o parcial, se codifica y se almacena en una cadena de bloques, dotándole de inmutabilidad y seguridad.

Si bien es cierto que el *software* puede verificar cualquier información existente en la cadena de bloques, se muestra incapaz de verificar información que se da al margen de la cadena de bloques dado que no dispone de los recursos necesarios para la comprobación de datos en el mundo real y, menos aún, para discernir cuáles de ellos son ciertos⁵⁸. Ello determina la necesidad de acudir a los denominados como oráculos, que son unas plataformas o fuentes de información externa que permiten conectar el mundo exterior, donde ocurren las condiciones preestablecidas, con el *smart contract*, facilitando datos e información del mundo exterior al *software* en su tarea de determinar si concurren o no esas condiciones preestablecidas⁵⁹. La naturaleza de dichos oráculos es variada, en tanto pueden consistir desde páginas web que proporcionan información al *software* hasta sensores conectados a internet⁶⁰.

Con ánimo de evitar toda clase de duda, acudamos al ejemplo planteado anteriormente. En virtud de ello, observamos que Juan tiene derecho a percibir el seguro en caso de siniestro,

⁵⁷ LEGERÉN MOLINA, A., *op.cit.*, p. 200.

⁵⁸ TUR FAÚNDEZ, C., *Smart contracts...*, *op. cit.*, p. 142.

⁵⁹ Entre otros, CIACCAGLIA, M., “Blockchain y smart contracts entre la normativa europea y el código civil español”, *Revista Aranzadi de Derecho y Nuevas Tecnologías*, n.º.51, 2019, p. 8 (BIB 2019\9355).

⁶⁰ En este segundo caso es donde adquiere vital importancia el fenómeno del internet de las cosas, ya que la interconexión entre los distintos objetos y con el internet facilita la verificación de lo que ocurre más allá de la cadena de bloques. Podemos ver, en este sentido, que el futuro de los oráculos y, por ende, de los *smart contracts* está íntimamente ligado al desarrollo del IoT (*Internet of Things*).

acontecimiento que tiene lugar en el mundo exterior y, por tanto, limitando la verificación del propio acontecimiento por el sistema informático. Esto obliga a recurrir a un oráculo, que permita al sistema informático conocer el acontecimiento y ejecutar el contrato. En este caso, el oráculo perfectamente podría consistir en un sensor instalado en el propio vehículo y con conexión a internet que, en caso de siniestro, enviaría información acerca del suceso al sistema informático al fin de que éste lo verifique y ejecute automáticamente el contrato pagando la cantidad correspondiente a Juan.

Por tanto, se observa como los oráculos hacen de punto de unión entre el mundo digital y el mundo físico, situándolos en una posición de tercero de confianza del que depende el buen fin del contrato. Esta circunstancia muestra la importancia de valerse de un oráculo fiable, seguro e imparcial para evitar toda clase de problemas (*v.gr.*, la posibilidad de que un oráculo sea hackeado), planteando cuestiones relativas a la responsabilidad del oráculo⁶¹.

IV. Análisis jurídico de los contratos legales inteligentes

IV.1. Naturaleza contractual de los contratos legales inteligentes

Al hilo de lo indicado anteriormente, los *smart contracts* pueden ser vistos desde dos perspectivas distintas: por un lado, desde una perspectiva informática que los concibe como un código informático, y, por otro lado, desde una perspectiva jurídica que concibe al código informático como una herramienta al servicio de un acuerdo que se redacta total o parcialmente en código para servirse de la autoejecución con la verificación de condiciones estipuladas en un acuerdo que posee relevancia jurídica; recibiendo ese acuerdo la denominación de *smart legal contract* o contrato legal inteligente para diferenciarlo de un mero código informático o *software*.

Con base a lo anterior, debemos centrar nuestra atención en el contrato legal inteligente de cara a analizarlo desde un punto de vista jurídico y responder a cuestiones como: ¿Son contratos jurídicamente hablando? O, dicho de otro modo, ¿Pueden tener la misma validez que un contrato, entendiéndose por éste un acuerdo vinculante que obliga a las partes a cumplir lo acordado?⁶²

Desde el punto de vista formal, el hecho de que los contratos legales inteligentes se redacten, en todo o en parte, en forma de código informático no supone ningún obstáculo para reconocerles la consideración de un contrato dado que el art. 1278 del Código Civil (en adelante, CC)⁶³ reconoce la libertad de forma de los contratos, con las solas excepciones previstas en el art. 1280 CC. Por tanto, observamos que la libertad de forma que prevé el art. 1278 CC no les priva de validez alguna, sin perjuicio de requisitos formales que puedan establecer otras leyes, destacando especialmente la legislación protectoria de los consumidores y usuarios⁶⁴.

⁶¹ En la doctrina anglosajona, este entramado de problemas relativos a los oráculos se denomina como “Oracle problem” (El problema del oráculo). A estos efectos, se recomienda la lectura del siguiente artículo: SONG, J., “The truth about Smart Contracts”, *Medium*, 11 de Junio de 2018 (Recuperado de: <https://medium.com/@jimmysong/the-truth-about-smart-contracts-ae825271811f>; Consultado el 01/01/2020).

⁶² Hablamos del principio de obligatoriedad de los contratos, previsto en el art. 1091 del Código Civil: “Las obligaciones que nacen de los contratos tienen fuerza de ley entre las partes contratantes, y deben cumplirse a tenor de los mismos”

⁶³ Real Decreto de 24 de julio de 1889 por el que se publica el Código Civil.

⁶⁴ *V.gr.*, art. 98.7 del Texto Refundido de Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios para aquellos contratos con consumidores celebrados a distancia.

Al margen de la forma, todo contrato debe reunir una serie de requisitos para ser considerado como tal. Al relacionarlo con los contratos legales inteligentes encontramos que, a día de hoy, ni en España ni en ningún país de su entorno existen normas reguladoras de los contratos inteligentes⁶⁵. No obstante, los contratos inteligentes se caracterizan por su naturaleza electrónica y realmente no son más que una variante de los contratos electrónicos⁶⁶, los cuales sí se regulan en los distintos países, destacando, en el caso español, la LSSICE. Pues bien, acudiendo al articulado de esta, vemos como su art. 23.1 formula lo siguiente en relación con la validez de los contratos electrónicos:

“1. Los contratos celebrados por vía electrónica producirán todos los efectos previstos por el ordenamiento jurídico, cuando concurran el consentimiento y los demás requisitos necesarios para su validez.

Los contratos electrónicos se regirán por lo dispuesto en este Título, por los Códigos Civil y de Comercio y por las restantes normas civiles o mercantiles sobre contratos, en especial, las normas de protección de los consumidores y usuarios y de ordenación de la actividad comercial”.

De lo dispuesto en el precepto se observa como los contratos celebrados por vía electrónica deberán reunir los requisitos esenciales para la validez de todo contrato, recogidos en el art. 1261 CC, que resulta aplicable en virtud de la remisión que realiza el segundo párrafo del art. 23.1 LSSICE. Por tanto, en todo contrato legal inteligente deberá concurrir el consentimiento, objeto y causa para que este sea considerado contrato.

IV.1.1. El objeto en los contratos legales inteligentes

Empezando por el **objeto**, el art. 1261 exige que haya un “objeto cierto que sea materia del contrato”. Dentro de la doctrina ha habido discusión acerca de qué se entiende por objeto, identificándolo algunos autores con el interés o finalidad perseguida por las partes y, por otro lado, la doctrina mayoritaria, que entiende que el objeto del contrato consiste en “las realidades con entidad material –física o jurídica– (..) sobre las que recae el consentimiento de las partes”⁶⁷.

Dicho objeto del contrato habrá de ser determinado o determinable, lícito y no podrá recaer sobre cosas que se encuentren fuera del comercio ni consistir en cosas o servicios imposibles (arts. 1271, 1272 y 1273 CC).

Merece la pena realizar dos precisiones. En primer lugar, dado que los contratos inteligentes se redactan en un lenguaje informático, se necesita que el objeto necesariamente sea “*cierto*” en tanto

⁶⁵ Sí existen tales normas en varios Estados de EE. UU., así como en la Federación Rusa.

⁶⁶ Son una variante de contratos electrónicos caracterizados por contener una serie de cláusulas que ejecutan lo previsto en el contrato una vez verificadas las condiciones preestablecidas en el acuerdo.

En este sentido, parece correcto atenerse a lo indicado por LEGERÉN MOLINA, A., *op.cit.*, p. 213: “Ahora bien, a nuestro juicio, no cabe examinar las cláusulas “autoejecutables” separadas del acuerdo que les da sentido. De acuerdo con este modo de proceder, la existencia de esas “cláusulas peculiares” –ya afecten a parte del contrato, ya todo él esté escrito en el código–, convierten al acuerdo a que remiten en un “contrato inteligente” y, entonces, le resultará de aplicación lo que a continuación se señala”

⁶⁷ DE PABLO CONTRERAS, P., “Requisitos del contrato”, en MARTÍNEZ DE AGUIRRE Y ALDAZ, C., *et al.*, *Curso de Derecho civil. II. Derecho de obligaciones. Vol. 1*, Edisofer, Madrid, 2016, p. 352.

De forma más sencilla: las obligaciones que asumen los contratantes, las prestaciones en que consisten tales obligaciones o las cosas que formen parte de la prestación.

el código informático, a diferencia del lenguaje natural, no admite ninguna clase de ambigüedad⁶⁸. Y, por otro lado, dado que el *blockchain* brinda pseudoanonimato a los usuarios, siempre habrá riesgo de que el contrato inteligente tenga un objeto ilícito⁶⁹.

IV.1.2. La causa en los contratos legales inteligentes

Por otro lado, el art. 1261 CC establece que un requisito esencial de todo contrato es la “**causa** de la obligación que se establezca”, entendiéndose por ésta la razón que lleva a las partes a celebrar un contrato⁷⁰, que deberá ser existente (art. 1277), lícita (art. 1275) y veraz (art. 1276). Si bien no es necesario que la causa se exprese en el contrato dado que se presume que existe y es lícita (art. 1277 CC), en el caso de los contratos inteligentes cabría afirmar “que forma parte de la causa, la ejecución automática de las prestaciones conforme a las representaciones mentales de las partes. Las partes del contrato deben ser conscientes en todo momento de la naturaleza especial de la ejecución de las prestaciones”⁷¹.

IV.1.3. El consentimiento en los contratos legales inteligentes y los Machine to Machine contracts

Una vez analizados el objeto y la causa de los contratos legales inteligentes, procede analizar el tercer requisito de todo contrato, que además es el que más problemas genera a la hora de estudiar su compatibilidad con los contratos inteligentes: el **consentimiento** de los contratantes (art. 1261.1º CC), entendiéndose por éste la exteriorización de la voluntad interna de las partes contratantes. Dado que los *smart contracts* se caracterizan por su carácter automático, les resulta de aplicación la regla establecida en el párrafo tercero del art. 1262: “En los contratos celebrados mediante dispositivos automáticos hay consentimiento desde que se manifiesta la aceptación”⁷². En este sentido, normalmente en los *smart contracts* el consentimiento está basado en una actuación, por lo que el inicio de las actuaciones tendentes a ejecutar el acuerdo manifiesta la aceptación de la parte⁷³.

Por otro lado, las partes contratantes necesariamente deben tener capacidad de obrar para que su consentimiento sea válido (art. 1263 CC); en cuyo defecto, el consentimiento no se podrá considerar como válido y se incurrirá en una causa de anulabilidad *ex* art. 1300 CC. Este requisito, que en un contrato tradicional no suele ser de difícil verificación, es sumamente problemático en los contratos inteligentes dado que se almacenan en el *blockchain*, que, si es pública, posibilita la existencia

⁶⁸ APARICIO BIJUESCA, M.B., “Chapter 1: The challenges associated with smart contracts: formation, modification, and enforcement”, en SMART CONTRACTS ALLIANCE, *Smart contracts: Is the law ready?*, 2018, p. 20 (Recuperado de: <https://lowellmilkeninstitute.law.ucla.edu/wp-content/uploads/2018/08/Smart-Contracts-Whitepaper.pdf>; Consultado el 02/02/2020).

⁶⁹ SAVELYEV A., “Contract Law 2.0: Smart Contracts as the Beginning of the End of Classic Contract Law”, *National Research University Higher School of Economics*, 2016, p. 20 (Recuperado de: <https://wp.hse.ru/data/2016/12/14/1111743800/71LAW2016.pdf>; Consultado el 02/02/2020).

⁷⁰ ORTEGA GIMÉNEZ, A., “Naturaleza jurídica...”, *op. cit.*, p. 4.

⁷¹ LOTZ, C.M., “Smart contract: ¿Contratos verdaderamente inteligentes?”, *Rödl & Partner*, 11 de septiembre de 2018 (Recuperado de: http://www.roedl.net/es/blog/area_legal/smart_contract.html ; Consultado el 02/02/2020).

⁷² Se aplica, pues, la teoría de la expedición (SILVA-RUIZ, P.F., “La contratación electrónica y el Derecho internacional privado”, *Anuario Iberoamericano de Derecho notarial*, nº 4-5, 2015-2016, p. 228 (Recuperado de: http://www.notariado.org/liferay/c/document_library/get_file?folderId=13807670&name=DLFE-222973.pdf; Consultado el 06/06/2020).

⁷³ APARICIO BIJUESCA, M.B, *op. cit.*, p. 19 y RASKIN, M., *op. cit.*, p. 322.

del pseudoanonimato porque si bien la clave pública es conocida por todos, no se conoce la identidad real que está detrás de esa clave. Este problema desaparece con el uso de la firma electrónica⁷⁴, regulada actualmente en la Ley de firma electrónica⁷⁵ y complementada por el conocido como el Reglamento *eIDAS*⁷⁶; del mismo modo, también se puede hacer frente al problema almacenando el contrato en una red *blockchain* privada, ya aquí, a diferencia de las redes *blockchain* públicas, suelen existir ciertos requisitos que permiten identificar a las partes.

En otro orden de cosas, atendiendo a la naturaleza automática de los *smart contracts*, es posible que la consecuencia de la verificación de unas condiciones preestablecidas consista en la realización de un nuevo contrato, técnicamente realizado por el propio sistema o *software*; recibiendo la denominación de *Machine to Machine contracts*, en adelante, *M2M contracts*⁷⁷. Es por ello, que, en sede de capacidad de las partes, pueda surgir la siguiente pregunta: ¿tiene capacidad el *software*?

Frente a este escenario existen distintas posiciones. Así, no han sido pocos los que han considerado que el *software* (esto es, el *smart code contract*) no es sino un agente o representante electrónico, que actúa en nombre y beneficio de los contratantes sin la intervención de éstos⁷⁸. Si bien es cierto que el *software* se encarga de ejecutar las prestaciones del contrato e incluso contratar como consecuencia del cumplimiento de las condiciones preestablecidas, no es menos cierto afirmar que el *software* carece de cualquier autonomía dado que se trata de una mera herramienta encargada de la ejecución del contrato, incapaz de actuar de forma independiente y espontánea. Por otro lado, y al margen de cuestiones éticas, a ello hay que sumarle que el ordenamiento jurídico español y comunitario no les reconoce personalidad jurídica alguna y que tampoco encajaría dentro de los requisitos planteados por aquellos que abogan por reconocer una personalidad jurídica propia para la inteligencia artificial⁷⁹. Por tanto, en estos casos, no habiendo voluntad, ni consiguientemente

⁷⁴ RAMOS MEDINA, I., “Smart contracts: pinceladas jurídicas”, *Notaría Abierta*, 17 de diciembre de 2016 (Recuperado de: <https://notariabierta.es/smart-contracts-pinceladas-juridicas/>; Consultado el 06/02/2020).

⁷⁵ Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica. Resulta muy importante destacar que actualmente el Congreso de los Diputados está tramitando el Proyecto de Ley reguladora de determinados aspectos de los servicios electrónicos de confianza, que, en caso de aprobarse, vendría a derogar la Ley de firma electrónica.

⁷⁶ Reglamento (UE) n° 910/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 2014, relativo a la identificación electrónica y los servicios de confianza para las transacciones electrónicas en el mercado interior y por la que se deroga la Directiva 1999/93/CE.

⁷⁷ ARGELICH COMELLES, C., “Smart contracts o Code is Law...”, *op. cit.*, p. 15.

⁷⁸ De hecho, en la legislación estadounidense encontramos la E-sign Act y la Uniform Electronic Transactions Act (UETA), que reconocen expresamente la figura del agente electrónico. Los dos textos definen al agente electrónico como “a computer program or an electronic or other automated means used independently to initiate an action or respond to electronic records or performances in whole or in part without review or action by an individual at the time of the action or response”.

⁷⁹ En esta sede resulta de interés destacar lo recogido en el principio general 59f) de la Resolución del Parlamento Europeo, de 16 de febrero de 2017, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre normas de Derecho civil sobre robótica: “59. Pide a la Comisión que, cuando realice una evaluación de impacto de su futuro instrumento legislativo, explore, analice y considere las implicaciones de todas las posibles soluciones jurídicas, tales como: f) crear a largo plazo una personalidad jurídica específica para los robots, de forma que como mínimo los robots autónomos más complejos puedan ser considerados personas electrónicas responsables de reparar los daños que puedan causar, y posiblemente aplicar la personalidad electrónica a aquellos supuestos en los que los robots tomen decisiones autónomas inteligentes o interactúen con terceros de forma independiente”.

Vemos que, incluso atendiendo a tal recomendación, el *smart contract* no encajaría en lo descrito dado que no actúa de forma independiente, sino que se limita únicamente a seguir y ejecutar las órdenes de las partes contratantes reflejadas en un código informático.

personalidad jurídica, no habría consentimiento, no pudiendo hablar de ningún modo de contrato alguno.

Atendiendo a ello y para salvar el segundo contrato, esto es, el *M2M contract*, algunos autores⁸⁰ han optado por considerar como precontrato al *smart contract* originario. En este sentido, argumentan que, debido a la imposibilidad del *software* para consentir y la realización de un nuevo contrato sin la intervención de las partes, únicas capaces de prestar consentimiento, deviene en necesario encontrar una solución al problema, que “se puede salvar acudiendo a la figura del precontrato y a la emisión del consentimiento de manera anticipada por las partes, subordinando, en tal caso, el contrato definitivo al cumplimiento de determinadas circunstancias. En este supuesto, si las condiciones se cumplen, el consentimiento se entiende otorgado ya en el momento de efectuar el precontrato. Cuando las partes aceptan el contenido del acuerdo y lo vuelcan en el código están dando su consentimiento por adelantado a los futuros contratos que automáticamente se vayan a concluir”⁸¹.

No obstante, autoras como ARGELICH COMELLES⁸² han criticado esta posición indicando que “el precontrato, por su naturaleza, debe estar sometido a un plazo de caducidad, como término esencial para concluir el segundo contrato... Este término esencial, pensado para evitar la vinculación indefinida, impide que pueda calificarse al *smart contract* originario como precontrato, por una razón: el término esencial no encaja en la ejecución automática del *M2M contract*, que depende de la producción de un evento externo, elemento que resulta totalmente incompatible con la fijación de un término inicial para el cómputo del plazo de caducidad requerido”. Frente a ello, propone que el *smart contract* y el *M2M contract* sean dos contratos autónomos, pero con relación de dependencia, esto es, perfeccionando las partes un *smart contract* como obligación principal, sirviendo el consentimiento de éste de base para la perfección automática de un *M2M contract* accesorio⁸³.

Por último, además del consentimiento habitual prestado a la hora de perfeccionar el contrato, será necesario consentir también acerca de la ejecución o consumación automática de las prestaciones⁸⁴; lo cual deriva del hecho de que el consentimiento ha de recaer sobre el objeto y la causa, formando parte de esta segunda la ejecución automática de las prestaciones, siendo necesario que “las partes del contrato deben ser conscientes en todo momento de la naturaleza especial de la

⁸⁰ LEGERÉN MOLINA, A., *op. cit.*, p. 216 y SOMOVA, E.V., “Smart contract in law”, *Journal of Foreign Legislation and Comparative Law*, nº 2, 2019, p. 82. La segunda centra su atención en el precontrato desde el punto de vista de asegurar el cumplimiento de la parte deudora, señalando que, mediante el precontrato, el deudor consiente de forma previa lo acordado y que la ejecución se dé sin su intervención, quedando sin posibilidad de posterior revocación del consentimiento en tanto media el principio del *estoppel* o principio de los actos propios.

⁸¹ LEGERÉN MOLINA, A., *ibidem*.

⁸² ARGELICH COMELLES, C., “Smart contracts o Code is Law...”, *op. cit.*, p. 15.

⁸³ Igualmente indica: “Esta calificación que se propone soluciona, además, el problema que presenta el precontrato respecto del consentimiento como base de un negocio posterior: las partes no tienen como finalidad en el *smart contract* originario asegurar la celebración de un *M2M contract*, y su intervención en este contrato es mediata. La finalidad del *smart contract* no es la conclusión del *M2M contract*, mientras que este último contrato podría existir o lo contrario, pero en ningún caso puede subsistir y tener sentido sin el *smart contract* originario, que sirve de fundamento al consentimiento mediato, pues no puede extraerse un nuevo consentimiento de un código informático” (ARGELICH COMELLES, C., *ibidem*).

⁸⁴ TUR FAÚNDEZ, C., *op. cit.*, p. 81 y 82.

ejecución de las prestaciones⁸⁵; en su defecto, cabría ejercitar la acción de anulabilidad *ex art.* 1301 CC⁸⁶.

IV.2. Formación, perfeccionamiento y consumación de los contratos legales inteligentes

Habiendo concluido que los contratos legales inteligentes pueden llegar a tener la consideración de contratos, se precisa analizar las tres fases que tiene todo contrato: formación, perfección y consumación del contrato; y observar las diferentes particularidades que pueden surgir en esta sede.

IV.2.1. Formación de los contratos legales inteligentes

En cuanto a la primera fase, la **formación** comprende los tratos preliminares entre las partes contratantes y el procedimiento interno de la formación del contrato. En esta primera fase adquiere especial relevancia, tanto si hablamos de contratos tradicionales como si hablamos de contratos inteligentes, la categorización de una de las partes contratantes en el colectivo de los consumidores y usuarios⁸⁷. Así, la normativa recogida en el Texto Refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios (en adelante, TRLGDCU)⁸⁸ establece un deber general de entrega de la información pre-contractual a los consumidores (art. 60 TRLGDCU) y una entrega posterior a la celebración del propio contrato, deber que adquiere aun mayor importancia cuando el contrato se celebra a distancia o fuera del establecimiento (arts. 97 y 98 TRLGDCU) , donde además existe obligación de entregar la información en un soporte duradero⁸⁹.

¿Cómo se concilia dicha regulación especial con el hecho de que haya cláusulas autoejecutables? En principio, no parece haber problema en tanto lo característico de los *smart contracts* no es tanto su formación sino su consumación; por lo que la naturaleza automática de los contratos inteligentes no debe ser un impedimento a la hora de aplicar esta legislación sumamente protectora, especialmente en la fase de formación y perfección del contrato. De hecho, enlazando con lo expuesto en páginas anteriores, ese deber de información también debería recaer sobre la codificación

⁸⁵ LOTZ, C.M., *ibidem*.

⁸⁶ “Cabe concluir, pues, que los contratos legales inteligentes deben proporcionar a las partes información clara, precisa, exhaustiva y comprensible sobre los procedimientos mediante los que se va a desarrollar la ejecución automática de las prestaciones y su alcance patrimonial, a fin de evitar representaciones mentales inexactas que puedan invocarse en el supuesto de que en el futuro se ejercite la acción de anulabilidad prevista el artículo 1.301 CC”. (TUR FAÚNDEZ, C., *op. cit.*, p. 84).

⁸⁷ Art. 3 TRLGDCU: “A efectos de esta norma y sin perjuicio de lo dispuesto expresamente en sus libros tercero y cuarto, son consumidores o usuarios las personas físicas que actúen con un propósito ajeno a su actividad comercial, empresarial, oficio o profesión.

Son también consumidores a efectos de esta norma las personas jurídicas y las entidades sin personalidad jurídica que actúen sin ánimo de lucro en un ámbito ajeno a una actividad comercial o empresarial”.

⁸⁸ Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias.

⁸⁹ Hay que destacar que ese deber de información también viene previsto en la Ley 34/2002, que en sus arts. 27 y 28 regula, respectivamente, el deber de información anterior y posterior.

y autoejecución de los pactos⁹⁰, lo cual es sumamente importante dado que el contrato inteligente se redacta en un lenguaje que no es entendible por un consumidor medio.

En conclusión, el deber de información establecido tanto en la LSSICE como en el TRLGDCU tienen especial relevancia en tanto conforman la oferta, que tendrá que ser completa e inequívoca a fin de que la contraparte configure de forma correcta “la representación mental... respecto al negocio jurídico en cuestión y en base a la cual otorgará el consentimiento”⁹¹.

IV.2.2. Perfeccionamiento de los contratos legales inteligentes

En segundo lugar, tenemos la fase de la **perfección del contrato**, determinada por el cruce de voluntades de las partes (art. 1258 CC) manifestadas por el concurso de la oferta y de la aceptación sobre la cosa y causa que han de constituir el contrato (art. 1262.1 CC). Naturalmente, ese cruce de voluntades requerirá de la concurrencia de los requisitos esenciales previstos en el art. 1261 CC y cuyo análisis se ha hecho anteriormente. Igualmente, dicho consentimiento se prestará de manera inmediata, aunque será mediato cuando se esté ante un *M2M contract*, es decir, por remisión al consentimiento prestado en el *smart contract* originario.

Habiéndose dado la oferta, se necesitará la aceptación de la contraparte para que efectivamente se perfeccione el contrato. Dicha aceptación deberá ser inequívoca y coincidir con el contenido de la oferta. Habiendo aceptación y estando ante una modalidad de contratos electrónicos, pesará sobre el oferente la obligación de confirmar la recepción de la aceptación (art. 28 LSSICE); confirmación que deberá darse en soporte duradero si se tratara de un contrato celebrado a distancia con un consumidor (art. 97.7 TRLGDCU). Igualmente, en esta sede cobra gran importancia la identificación de la identidad de las partes contratantes al fin de que su consentimiento sea válido. Para asegurarlo, sería conveniente que el *smart contract* se sirviera de una *blockchain* privada, que permitiría identificar la identidad de las partes mediante sistemas de identificación como el KYC, firma electrónica o cualquier otro mecanismo capaz de acreditar la identidad del usuario⁹².

Por otro lado, no es menos importante conocer el lugar de perfección del contrato. Se suele alegar en este punto que, debido a que los *smart contracts* se almacenan en una red internacional de consenso como es el *blockchain*, “están al mismo tiempo en todos los sitios y en ningún sitio”⁹³; lo cual ha llevado a algunos⁹⁴ sostener que no cabe aplicar reglas como la contenida en el art. 29 LSSICE.

⁹⁰ ANGUIANO, J.M., “Smart Contracts'. Introducción al 'contractware'”, *Garrigues opina*, 15 de noviembre de 2018 (Recuperado de: https://www.garrigues.com/es_ES/noticia/smart-contracts-introduccion-al-contractware; Consultado el: 09/02/2020).

⁹¹ TUR FAÚNDEZ, C., *op. cit.*, p. 76.

⁹² TUR FAÚNDEZ, C., *op. cit.*, p. 89.

⁹³ Entre otros, destacamos BOURQUE, S. y FUNG LING TSUI, S., “A lawyer’s introduction to smart contract”, *Scientia Nobilitat Reviewed Legal Studies*, 201, Lask, 2014, p. 13 (Recuperado de: <https://github.com/joequant/scms/blob/master/doc/pdfs/A%20Lawyer's%20Introduction%20to%20Smart%20Contracts.pdf>; Consultado el 10/06/2020).

“What matters here is that the SC is not physically located, nor administered in any one specific physical location. In actuality, it is copied worldwide in a consensus network that guarantees its integrity. In a sense, it is both everywhere and nowhere”.

⁹⁴ RÍOS LÓPEZ, Y., “La tutela del consumidor en la contratación inteligente. Los smart contracts y la blockchain como paradigma de la Cuarta Revolución industrial”, *Revista Consumo y Empresa*, nº 9, enero de 2019, p.6 (Recuperado de: <https://libros-revistas-derecho.vlex.es/vid/tutela-consumidor-contratacion-inteligente-756319901>; Consultado el 10/02/2020).

Parecería lógico atenerse a esa conclusión cuando no sea posible identificar a las partes contratantes; no obstante, si no media ese problema, nada impide aplicar la regla contenida en el art. 29 LSSICE (si se celebra entre consumidor y empresario o entre empresarios) o art. 1262 CC (si se celebra entre dos ciudadanos)⁹⁵ debido a que habiendo identificado a las partes, se puede conocer su residencia habitual y, por ende, aplicar dichas reglas⁹⁶.

Es importante destacar que, una vez se haya perfeccionado el contrato legal inteligente, la prueba de celebración de dicho contrato se garantizaría con el almacenamiento de este en el *blockchain*, pudiendo tener la consideración de tercero de confianza que archive las declaraciones de voluntad de las partes y que consigne la fecha y la hora en que dichas comunicaciones han tenido lugar (art. 25 LSSICE) la plataforma que ofrezca el servicio de generación de contratos inteligentes⁹⁷. Al amparo del mismo precepto, dicha intervención en ningún caso podría alterar ni sustituir las funciones que corresponde realizar a las personas facultadas con arreglo a Derecho para dar fe pública.

IV.2.3. Consumación de los contratos legales inteligentes

Por último, pasamos a analizar la tercera fase de todo contrato, la **consumación**, esto es, el cumplimiento del fin para el que se constituyó el contrato. Entendemos por cumplimiento la ejecución de la prestación debida en virtud de una obligación previa, lo cual en el ámbito jurídico también se denomina como pago. La importancia de la consumación está en el hecho de que extingue la obligación entre las partes (art. 1156 CC) y produce un doble efecto: por un lado, la liberación del deudor y, por otro lado, la satisfacción del interés del acreedor.

Es precisamente en esta fase donde los *smart contracts* cobran su protagonismo dado que, verificándose el cumplimiento, se desencadenan automáticamente y sin intervención de las partes las consecuencias jurídicas previstas en el contrato inteligente. De hecho, la automatización es una *conditio sine qua non* de los *smart contracts*⁹⁸.

Por otro lado, como se verá, la automatización restringe de forma importante el incumplimiento, lo cual supone una garantía para al acreedor⁹⁹ en tanto el cumplimiento prácticamente deviene en irreversible e inevitable, y siempre que concurren los requisitos de identidad

⁹⁵ Artículo 29 LSSI: “Los contratos celebrados por vía electrónica en los que intervenga como parte un consumidor se presumirán celebrados en el lugar en que éste tenga su residencia habitual.

Los contratos electrónicos entre empresarios o profesionales, en defecto de pacto entre las partes, se presumirán celebrados en el lugar en que esté establecido el prestador de servicios”.

Artículo 1262: “se presume celebrado en el lugar en que se hizo la oferta”.

⁹⁶ Mismo criterio seguido por LEGERÉN MOLINA A., *op. cit.*, pie de página n° 75 y TUR FAÚNDEZ, C., *op. cit.*, p. 76.

⁹⁷ BLANCO PÉREZ, M.A., LÓPEZ-ROMÁN, E., MONTALVÁN CALDERÓN, E., SUÁREZ OTERO, E., FARRAN CASTELLÁ, P. y ESPINOZA VALENCIA, F.F., “Contratos inteligentes: los “smart contract””, *Consejo General de la Abogacía Española*, 6 de marzo de 2017 (Recuperado de: <https://www.abogacia.es/publicaciones/blogs/blog-nuevas-tecnologias/contratos-inteligentes-los-smart-contract/>; Consultado el 10/06/2020).

⁹⁸ “This is the ultimate end, without which SCs would scarcely be useful” (BOURQUE, S. y FUNG LING TSUI, S., “A lawyer’s introduction to smart contract”, *Scientia Nobilitat Reviewed Legal Studies*, 201, Lask, 2014, p. 9).

⁹⁹ ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos autoejecutables (smart contract) y pagos con tecnología blockchain”, *Revista de Estudios Europeos*, n° 70, 2017, p. 72 indica que acogiéndose a este sistema se da una renuncia al “derecho a incumplir”.

(art. 1.166 CC), integridad (art. 1.157) e indivisibilidad (art. 1.169). No obstante, no se cumpliría la expectativa del acreedor en aquellos supuestos en los que hubiera algún fallo o error a la hora redactar las cláusulas en lenguaje informático, en los que el oráculo no verificara el cumplimiento de unas condiciones de una fuente fiable o bien en aquellos supuestos en los que deudor hubiera realizado una serie de conductas tendentes a impedir el proceso automatizado (*v.gr.* si el deudor estuviere obligado a una obligación pecuniaria y el saldo de su cuenta, de donde se ha de cobrar lo debido, estuviera en ceros o arrojara una cantidad inferior a la debida)¹⁰⁰. En tales supuestos, como bien indica TUR FAÚNDEZ¹⁰¹, el deudor ni mucho menos quedaría liberado, sino que seguiría estando obligado al cumplimiento de lo acordado, sin perjuicio, de que se ejercitaran las correspondientes acciones legales frente al programador u oráculo.

IV.3. El problema de la modificación de los contratos inteligentes

Una vez se haya perfeccionado el contrato legal inteligente y no exista ningún óbice que afecte a su validez, el contrato deviene en eficaz y vincula a las partes contratantes con la característica de que es inmodificable e irreversible. Esta circunstancia otorga seguridad a las partes, que no deben preocuparse de un posible incumplimiento o manipulación de los términos del contrato. Sin embargo, esta inmutabilidad provoca que también el acuerdo sea inflexible y no se adapte a la aparición de distintas circunstancias imprevisibles que pudieran surgir desde el nacimiento del contrato hasta su consumación, limitando cualquier posibilidad de modificación del acuerdo inicial¹⁰².

Si bien la inmutabilidad del *blockchain* limita de forma sustancial la modificación del contrato inteligente, ello no necesariamente significa que devenga en imposible dado que existen una serie de mecanismos que posibilitan modificar el contenido de un bloque, *v.gr.*, mediante una operación inversa validada por al menos un 51% de los nodos.

Por otro lado, dado que se está ante un contrato, también se ha sugerido que sean las propias partes contratantes las que asuman el protagonismo en la modificación del acuerdo. En este sentido, una posibilidad que se acomodaría con los contratos tradicionales sería que las propias partes acordaran *ex ante* la posibilidad de modificar el contenido del contrato para cuando surgieran circunstancias que no se previeron inicialmente, *v.gr.* mediante la inclusión de una cláusula inteligente (*smart term*)¹⁰³ que sirviera para tal fin. Tampoco cabría descartar acudir a otras vías menos costosas, como, por ejemplo, redactar un nuevo acuerdo que reemplazara el contrato inicial o bien corregir los desperfectos causados por la automatización al margen del *smart contract* (*p.ej.* imaginemos que dos empresas están vinculadas por un contrato de suministro que se vale de las ventajas de los *smart contracts* y con base en un determinado precio, que con el paso del tiempo deviene en desproporcional

¹⁰⁰ “En estos supuestos, sólo en este exclusivo aspecto, cabe hablar de incumplimiento desde una óptica tradicional, puesto que es el deudor (pecuniario) quien decide si mantiene la solvencia de su cuenta asociada al cumplimiento del contrato o la deja en saldo 0, lo que, obviamente, queda fuera del control del smart contract” (TUR FAÚNDEZ, C., *op. cit.*, p. 108).

¹⁰¹ TUR FAÚNDEZ, C., *op. cit.*, p. 107 y 111.

¹⁰² “One of the features of smart contracts which operate on a distributed ledger is the immutable nature of the code once it has been written – this may act as an effective limit to amendments.” (CLIFFORD CHANCE y EUROPEAN BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT, “Smart contracts - Legal framework and proposed guidelines for lawmakers”, octubre de 2018, p. 38).

¹⁰³ ROJAS, R., “Los Smart Contract o contratos inteligentes en el ámbito laboral”, *Revista Byte TI*, 18 de mayo de 2017 (Recuperado de: <https://revistabyte.es/actualidad-byte/smart-contract-contratos-inteligentes/>; Fecha de consulta: 14/02/2020).

y demasiado costoso para el suministrado, exigiendo este una rebaja del mismo, a lo que accede la otra parte con el fin de no perder un cliente. En este caso, debido a la dificultad y costes de modificar o redactar un nuevo acuerdo automático, las partes deciden seguir valiéndose del contrato inteligente inicial si bien devolviéndose el exceso de lo pagado al suministrado).

Dado que las distintas propuestas de edición y modificación de las redes de registro distribuido se encuentran en fases iniciales¹⁰⁴, la mejor solución actualmente pasaría en que fueran las propias partes las que incluyeran un *smart term* como medida preventiva frente a la aparición de situaciones no previstas a la hora de redactarse el contrato y para adaptarlo a las circunstancias externas; igualmente se podría valer de oráculos con capacidad de ajustar y actualizar ciertas cuestiones contractuales¹⁰⁵. Ambas opciones permitirían ahorrarse los costes derivados de redactar un nuevo contrato o corregir las deficiencias del contrato original en el mundo físico.

IV.4. Invalidez e ineficacia de los contratos legales inteligentes

Con la perfección del contrato, éste deviene en obligatorio y vincula a las partes, las cuales deberán cumplir lo expresado en el mismo (art. 1258 CC). No obstante, el contrato puede adolecer de ciertos vicios e irregularidades que impidan que el contrato sea válido y, por ende, vincule a las partes.

Esta cuestión resulta de enorme calado a la hora de relacionarlo con los contratos inteligentes dado que la automatización característica de los mismos es ajena a la concurrencia de toda clase de vicisitudes porque el *software* seguirá ejecutando los términos reflejados en el código, sean estos legales o no. Precisamente por ello algunos autores se han aventurado a afirmar que la nulidad y anulabilidad de estos contratos inteligentes se encuentra comprometida e incluso deviene en imposible¹⁰⁶.

Así, en cuanto a los supuestos de invalidez o ineficacia inicial, ya se han nombrado algunos supuestos en los que un contrato legal inteligente podría devenir en inválido. En este sentido, sería nulo aquel contrato con un objeto indeterminado, ilícito, que recayera sobre cosas que se encuentran fuera del comercio o consistiera en cosas o servicios imposibles (arts. 1271, 1272 y 1273 CC); o bien con una causa del contrato inexistente (art. 1277), ilícita (art. 1275) o falsa (art. 1276 CC). La verificación de estas vicisitudes será más problemática en aquellos contratos inteligentes donde no sea posible identificar a las partes, quedando la nulidad y anulabilidad en una situación comprometida.

No obstante, el elemento más determinante a la hora de determinar la validez o invalidez de un contrato inteligente es el consentimiento de las partes contratantes. Así, una primera causa de anulabilidad será la falta de la capacidad de obrar de alguna de las partes, que por lo general no podrán prestar consentimiento *ex art.* 1263 CC. La verificación de la falta de capacidad de obrar de un menor no emancipado o de un incapacitado judicialmente no plantea grandes problemas cuando el contrato

¹⁰⁴ Véase el caso de ACCENTURE, ya mencionado en el pie de página 17.

¹⁰⁵ WOEBBEKING, M.K., “The Impact of Smart Contracts on Traditional Concepts of Contract Law”, *Journal of Intellectual Property, Information Technology and E-Commerce Law*. 2019. p. 111. (Recuperado de: <https://www.jipitec.eu/issues/jipitec-10-1-2019/4880> ; Fecha de consulta: 15/02/2020).

¹⁰⁶ PRENAFETA RODRÍGUEZ, J., “Smart contracts: aproximación al concepto y problemática legal básica”, *Diario La Ley*, n° 8824, 2016 (Recuperado de: <https://diariolaley.laleynext.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAEAMtMSbF1CTEAAiNjM0sjQ7WY1KLizPw8WYMDQzMDc2OwQGZapUt-ckhlQaptWmJOcapack5qYpFLYkmqc2JOal5KYpFtSFFpKgAq0AikTAAAAA==WKE>; Consultado el 15/02/2020) y SAVELYEV A., “Contract Law 2.0: Smart Contracts as the Beginning of the End of Classic Contract Law”, *National Research University Higher School of Economics*, 2016, p. 19.

celebrado por los medios tradicionales se traslade inmediatamente al código para aprovechar las ventajas de los *smart contracts*, sino que el problema se dará cuando todo el proceso de formación y perfección del contrato se haya dado a distancia y entre personas desconocidas o cuya identidad no haya quedado suficientemente verificada. Esto último explica la importancia del uso de sistemas de verificación de la identidad tales como la firma electrónica o el uso de una *blockchain* privada.

En segundo lugar, en virtud de los arts. 1265 y 1301 CC constituyen causas de anulabilidad del contrato “el consentimiento prestado por error, violencia, intimidación o dolo”. La cuestión no resulta indiferente ya que se han encontrado opiniones como la de SAVELYEV, según el cual: “Vitiated consent or intent do not have any impact on Smart contract’s validity” y, en especial, “Therefore, in Smart contracts there cannot be a collision between intent and its expression, what really matters is only an expression of intent represented in computer code”¹⁰⁷. Tales afirmaciones tienen su sentido dentro de las dos ideas principales que defiende el mismo autor: “el código es la ley”¹⁰⁸ y que los *smart contracts* no necesitan de ningún sistema legal para existir¹⁰⁹.

No procede estar de acuerdo con tales afirmaciones dado que los contratos legales inteligentes, a pesar de su particular modo de ejecución, generan una serie de efectos jurídicos que el Derecho no puede dejar al margen y pueden llegar a considerarse como contratos; lo cual no debe impedir su anulación en caso de concurrir error en el consentimiento, siempre y cuando dicho error sea esencial y excusable. Otra cosa será que el ejercicio de la correspondiente acción de anulabilidad (art. 1.301 CC) pueda o no evitar la ejecutividad del contrato, en cuyo caso, se procedería a la restitución *ex art.* 1.303 CC.

Por otro lado, el consentimiento deberá recaer sobre la ejecución automática del contrato, siendo obligatorio que las partes entiendan perfectamente el proceso de automatización al fin de evitar toda clase de representaciones inexactas que deriven en error-motivo y sean causa de anulabilidad del contrato¹¹⁰. Esto resulta especialmente importante en aquellos contratos que se celebren con los consumidores, siendo obligatorio informar sobre el ese carácter autoejecutable.

En otro orden de cosas, en lo que se refiere a la concurrencia del dolo, cabría mencionar el supuesto especial consistente en que una de las partes se beneficiara de la fragilidad del oráculo (dada la posibilidad de manipulación de los mismos), manipulándolo a su favor; lo cual podría entrar dentro de lo dispuesto por el art. 1269 CC. Igualmente habría dolo en aquellos casos en los que la manipulación del oráculo fue realizada por un tercero a favor de una parte contratante que indujo a ese tercero. No habría dolo si la intervención del tercero fuera independiente, en cuyo caso sería conveniente reclamar a ese tercero el resarcimiento por daños y perjuicios ocasionados¹¹¹.

¹⁰⁷ SAVELYEV A, *Ibidem*.

¹⁰⁸ “Code is law, and in Smart contracts computer code is also contractual terms” (SAVELYEV A., *op. cit.*, p. 12).

¹⁰⁹ “Strictly speaking, Smart contracts don’t have a need in a legal system to exist: they may operate without any overarching legal framework. De facto, they represent a technological alternative to the whole legal system. Apart from conclusions already mentioned above, it means that there is no need in conflict of laws provisions, since there are no collisions of various legal systems” (SAVELYEV A., *op. cit.*, p. 21).

¹¹⁰ “la ejecución automática tal y como haya sido representada mentalmente por los contratantes, forma parte, a nuestro juicio, de la base del negocio en el sentido antes apuntado, de modo que la ausencia de ésta determinará el nacimiento de la acción de anulabilidad prevista en el artículo 1.301 CC” (TUR FAÚNDEZ, C., *op. cit.*, p. 86).

¹¹¹ OTERO MOREIRAS, I, “Análisis jurídico de los smart contract”, *LegalToday*, 23 de mayo de 2019 (Recuperado de: <http://www.legaltoday.com/firmas/legaltech/analisis-juridico-de-los-smart-contract#>; Fecha de consulta: 17/02/2020).

Además de las causas de invalidez o ineficacia inicial, merece la pena detenerse en un supuesto concreto de ineficacia sobrevenida, que es el relativo al derecho de desistimiento, facultad conferida a los consumidores y consistente en “de dejar sin efecto el contrato celebrado, notificándose así a la otra parte contratante en el plazo establecido para el ejercicio de ese derecho, sin necesidad de justificar su decisión y sin penalización de ninguna clase” (art. 68.1 TRLGDCU). Nuevamente la inmutabilidad de la cadena de bloques y la automatización constituyen un óbice para el ejercicio de tal derecho; no obstante, su compatibilidad podría lograrse mediante la regla de la restitución o bien ingenizando otros métodos: *v.gr.* tratándose de una compraventa, el precio de ésta podría quedar depositado en la cuenta o *address* del *smart contract* durante el plazo legal de desistimiento; por lo que si en ese plazo se ejercitara el desistimiento, automáticamente se realizaría la devolución del dinero pagado¹¹².

La concurrencia de tales vicios tendrá como óbice la inmutabilidad de la cadena de bloques, haciendo inevitable la ejecución del contrato cuando se verifiquen las condiciones preestablecidas en el mismo. Es por ello que, por ahora, se deberá acudir a la restitución (art. 1.303 CC), salvo las excepciones y límites previstos en los arts. 1.304, 1.305 y 1.306 CC¹¹³.

IV.5. Incumplimiento y responsabilidad en los contratos legales inteligentes

Los *smart contracts* surgieron con la idea de aportar seguridad al cumplimiento de lo estipulado en una relación contractual haciendo que el incumplimiento contractual fuera costoso para el que lo incumpliera, evitando así la necesidad de acudir a los tribunales. En este sentido, la ejecución automática de los *smart contracts* no requiere de la intervención de las partes contractuales, lo cual restringe de forma importante el incumplimiento, si bien, al contrario de lo que defienden algunos autores¹¹⁴, no supone su eliminación.

La razón por la que el incumplimiento no desaparece es que, si bien el campo del incumplimiento se ve estrechado de manera considerable, cabe la posibilidad de que el *smart contract* ejecute el contrato en unos términos que no son los exactos, *v.gr.* porque ha habido un error en la programación, que no se dé la ejecución en general o porque no ha sido posible verificar el cumplimiento de unas condiciones preestablecidas porque una de las partes simplemente no ha cumplido con lo debido. Por otro lado, el hecho de que las partes decidan beneficiarse de las ventajas

¹¹² TUR FAÚNDEZ, C., *op. cit.*, p. 77 y 78.

¹¹³ Resulta de interés mencionar lo indicado por WERBACH, K. y CORNELL, N., “Contracts ex machina”, *Duke Law Journal*, vol. 67:313, p. 367: “It would be a grave mistake to think that smart contracts will eliminate litigation. Litigation—like nature—will find a way. Parties will inevitably feel they were treated unfairly at times, and they will inevitably bring those complaints to court. The difference, however, will be the posture of the litigation. Rather than complaining parties seeking fulfillment of alleged promissory obligations, complaining parties will seek to undo or reverse completed transactions. Litigation will persist, but it will shift from claims of breach, to claims of restitution”.

¹¹⁴ “Thus, Smart contract is technically binding for all the parties to it, they are no longer dependent on human intermediary, which is subject to errors and subjective discretion. Subsequent change of circumstances or intent of the party to it is irrelevant. There is no room for opportunistic behavior or efficient breach” (SAVELYEV A., “Contract Law 2.0: Smart Contracts as the Beginning of the End of Classic Contract Law”, *National Research University Higher School of Economics*, 2016, p. 15).

que aporta un *smart contract* no significa que hayan renunciado a los remedios existentes en el Derecho para subsanar un resultado inesperado¹¹⁵.

En cuanto al incumplimiento imputable, la ejecución automática restringe notoriamente la posibilidad de incumplimiento imputable por parte de uno de los contratantes¹¹⁶; si bien, habría incumplimiento intencional en aquellos supuestos donde se realizaran conductas tendentes a impedir el proceso automatizado: *v.gr.* si una parte estuviera obligada a una prestación pecuniaria y el saldo de su cuenta, de donde se ha de cobrar lo debido, estuviera en ceros o arrojara una cantidad inferior a la debida. Supuestos como esos no impedirían que la parte perjudicada exigiera al deudor el cumplimiento *in natura*, a poder ser mediante el *smart contract* o, si no fuera ya posible, en el mundo físico; sin perjuicio de reclamar una indemnización por daños y perjuicios cuando proceda (arts. 1.101 y 1.106 CC)¹¹⁷.

Por otro lado, en aquellos supuestos donde el incumplimiento no es imputable a ninguna de las partes, *v.gr.* por un error de programación en el *smart contract*, se daría un resultado no deseado por las partes¹¹⁸. Igualmente, se generaría una pretensión de restitución de lo pagado dado que habría un enriquecimiento injusto¹¹⁹, además de existir una pretensión de cumplir lo debido, bien mediante un segundo *smart contract* correctamente redactado o, como sería más lógico y al fin de incurrir en mayores costes, mediante un cumplimiento tradicional, al margen del *smart contract*. Tratándose de una programación defectuosa, se podría reclamar al responsable de esta¹²⁰. A fin de evitar tales situaciones, adquirirá gran importancia la actuación conjunta entre el jurista y el informático a lo largo de la formación y programación del contrato inteligente.

¹¹⁵ Entre otros, GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M., “Blockchain o cómo mecanizar la confianza”, *Aranzadi digital*, n° 1, 2020, p. 10 (BIB 2020\12382).

¹¹⁶ “Фактически ввиду использования смарт-контракта устраняются риски недобросовестности стороны по договору” (Traducido al castellano: “De facto, con el uso de los *smart contracts* se elimina el riesgo de que una parte incurra en mala fe”) (SOMOVA, E.V., “Smart contract in law”, *Journal of Foreign Legislation and Comparative Law*, n° 2, 2019, p. 83).

¹¹⁷ Básicamente, el *smart contract* se ve reemplazado por mecanismos tradicionales de ejecución o cumplimiento de los contratos.

¹¹⁸ Como indica LEGERÉN MOLINA, A., *op. cit.*, p. 34-36, cometer dichos errores podría generar una serie de consecuencias jurídicas y económicas muy relevantes, sobre todo si se diera en contratos de adhesión, dirigidos a un número indeterminado y muy amplio de personas. Por ello, indica que la adopción de los *smart contracts* dependerá en buena medida de los “mecanismos que permitan corregir tales errores o proteger los contratos frente a los ataques”; que, en caso de no los haya, tendrá como consecuencia que “posiblemente no terminarán por sustituir a los contratos ‘tradicionales’”.

¹¹⁹ ARGELICH COMELLES, C., *op. cit.*, p. 24 y SALVADOR CODERCH, P. “Contratos inteligentes y derecho del contrato”, *Indret Revista para el análisis del Derecho*, n° 3, 2018, p. 4 (Recuperado de: https://indret.com/wp-content/uploads/2018/07/Editorial_-1.pdf; Consultado el 03/06/2020).

¹²⁰ ARGELICH COMELLES, C., *op. cit.*, p. 25 indica que los *smart contracts* usados en los contratos en masa tales como los contratos de adhesión deberían llevar aparejados “una responsabilidad de carácter objetivo de la plataforma que ofreciese la adhesión a un *smart contract* predispuesto, mediante la formalización de un contrato de seguro que cubriese los daños generados al adherente, sin tener que demostrar nada más que el perjuicio económico. La justificación de dicha responsabilidad objetiva de la plataforma predisponente la encontramos en la calificación del usuario de esa plataforma como consumidor, y por el hecho de la adhesión, sin posibilidad de modificación, que hace necesaria la imputación de la responsabilidad a quien ofrezca un servicio defectuoso por un error de programación, de conformidad con el art. 128” TRLGDCU. “Por el contrario, en el caso de la personalización de un *smart contract*, la responsabilidad debería tener carácter subjetivo, conforme al art. 1902 CC, para individualizar la conducta del programador, consistente en codificar las prestaciones indicadas por las partes, así como la de los contratantes en la indicación del contenido contractual, en aras de determinar una compensación proporcional a la responsabilidad de los intervinientes”.

IV.6. Determinación de la ley aplicable y de la competencia jurisdiccional en los contratos legales inteligentes

El surgimiento de los *smart contracts* residía en la base de aportar seguridad a los acuerdos entre dos partes mediante un mecanismo que hiciera costoso el incumplimiento, evitando la necesidad de acudir a la jurisdicción. En este sentido, no fueron pocos los que pensaron que gracias a los *smart contracts* ya no sería necesario confiar en la jurisdicción de los Estados y en los mecanismos de ejecución forzosa que estos tuvieran frente al incumplimiento en tanto la ejecución automática de los contratos inteligentes evitaría toda clase de incumplimiento. En base a ello, algunos autores han tomado una visión dogmática según la cual únicamente el código inherente al registro distribuido debería gobernar los contratos almacenados en ese registro (*code is law*), lo cual, consiguientemente, determina que ninguna legislación estatal sea aplicable¹²¹. Además de otros argumentos anteriormente mencionados, parece muy improbable que los Estados acepten tal posición dado que ello quebrantaría su soberanía y el imperio de la ley¹²².

En sede de ley aplicable y competencia jurisdiccional relativa a los *smart contracts*, la novedad que encontramos es que estos se almacenan y se sirven de la tecnología *blockchain*, de naturaleza transfronteriza y que posibilita la pseudoanonimización. La posibilidad de que no sea posible o sea muy complicado identificar a las partes y que el *smart contract* se almacene en una red internacional de consenso¹²³ supone un serio obstáculo de cara a determinar la ley aplicable al contrato legal inteligente y la jurisdicción competente para conocer de las posibles disputas que puedan derivar del mismo¹²⁴.

Acudiendo a la normativa relativa a la Ley aplicable y a la competencia judicial, y a falta de acuerdo de las partes respecto de ambos extremos, observamos que, generalmente, la regla a la hora de determinar una u otra gira en torno a la idea de la residencia habitual¹²⁵. El conocimiento de esta requiere, evidentemente, del conocimiento de la identidad de las partes contratantes.

En lo que se refiere a la **ley aplicable**, el art. 26 LSSICE indica que “Para la determinación de la ley aplicable a los contratos electrónicos se estará a lo dispuesto en las normas de Derecho internacional privado del ordenamiento jurídico español, debiendo tomarse en consideración para su aplicación lo establecido en los artículos 2 y 3 de esta Ley”; en virtud de dicha remisión a normas de derecho internacional privado, la norma internacional más cercana es el Reglamento Roma I, que “se aplicará a las obligaciones contractuales en materia civil y mercantil” (art. 1) y también a los contratos legales inteligentes dado que tienen por objeto obligaciones asumidas libremente por las partes¹²⁶. En

¹²¹ SAVELYEV, A., *op. cit.*, p. 12 y 21.

¹²² CLIFFORD CHANCE y EUROPEAN BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT, *Smart contracts - Legal framework and proposed guidelines for lawmakers*, octubre de 2018, p. 41).

¹²³ BOURQUE, S. y FUNG LING TSUI, S., “A lawyer’s introduction to smart contract”, *Scientia Nobilitat Reviewed Legal Studies*, 201, Lask, 2014, p. 13.

¹²⁴ DUROVIC, M., “Law and Autonomous Systems Series: How to Resolve Smart Contract Disputes - Smart Arbitration as a Solution”, *Oxford Business Law Blog*, 1 de junio de 2018 (Recuperado de: <https://www.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2018/06/law-and-autonomous-systems-series-how-resolve-smart-contract-disputes>; Consultado el 04/06/2020).

¹²⁵ *V.gr.* a nivel comunitario, el art. 4 del Reglamento (CE) 593/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, sobre la ley aplicable a las obligaciones contractuales (en adelante, Reglamento Roma I) y el art. 4 del Reglamento (UE) 1215/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2012, relativo a la competencia judicial, el reconocimiento y la ejecución de resoluciones judiciales en materia civil y mercantil (en adelante, Reglamento Bruselas I bis).

¹²⁶ RUHL, G., *Smart (legal) contracts, or: Which (contract) law for smart contracts?*, 10 de marzo de 2020, p. 9 (Recuperado de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3552004; Consultado el 04/06/2020).

palabras de RUHL¹²⁷, el Reglamento Roma I es capaz de asignar a los contratos inteligentes a sistemas legales de los distintos Estados, incluso cuando no esté del todo claro dónde opera el contrato inteligente dado que prescinde del lugar de constitución y lugar del cumplimiento para determinar la ley aplicable, recurriendo a factores de conexión tales como la libre elección (art. 3) y la residencia habitual (art. 4 y ss.).

Así, el art. 3 del Reglamento Roma I establece el principio de libertad de elección de ley aplicable, que “deberá manifestarse expresamente o resultar de manera inequívoca de los términos del contrato o de las circunstancias del caso”. La libre elección de la ley aplicable permitiría conectar el *smart contract* operante en un mundo virtual con un determinado ordenamiento jurídico, lo cual repercutiría positivamente a las partes al otorgar seguridad jurídica al acuerdo, vinculándolo a un ordenamiento que les beneficia y evitando futuros problemas a la hora de determinar la ley aplicable. El ejercicio de esta libre elección no necesariamente tiene que verse recogido en forma de código, sino que puede recogerse en un contrato fuera del *blockchain* (*off-chain*).

A falta de elección de ley aplicable, y sin perjuicio de lo dispuesto en los arts. 5 a 8 (reglas especiales para contratos de transporte, de consumo y contratos de seguro), regirá el art. 4 del Reglamento Roma I, que establece que el contrato se rige por el derecho con vínculos o conexiones más cercanas, con la ayuda de una compleja combinación de reglas específicas y residuales de elección de ley aplicable, así como de una cláusula de escape¹²⁸. Así, el art. 4.1 prevé una larga lista de reglas de determinación de la ley aplicable en función del tipo de contrato ante el que estemos, *v.gr.* compraventa de mercaderías, prestación de servicios, distribución, etc., girando todos ellos en torno a la regla de la residencia habitual. Es bastante probable que, perteneciendo el contrato legal inteligente a alguna categoría de estos contratos, sea aplicable algún apartado del art. 4.1¹²⁹. En caso de encajar en ninguno de tales contratos, será de aplicación el apartado 2. Sin embargo, a partir de lo dispuesto en el art. 4.3, si el contrato presentara “vínculos manifiestamente más estrechos con otro país distinto” del que resulte de aplicar los apartados anteriores, se aplicará la ley de ese otro país. Dicha conexión debería ser muy estrecha y no simplemente una mera conexión; lo cual conllevaría que si bien un contrato puede tener vínculos con otros países dado que se procesa en la red *blockchain*, esta conexión normalmente no será lo suficientemente estrecha como aplicar esta cláusula de escape.

Como se ha indicado, el Reglamento Roma I recurre a distintos factores de conexión ajenos al lugar de constitución y lugar de cumplimiento del contrato, destacando la libertad de elección de la ley aplicable y la residencia habitual. Incluso, aun a falta de elección de la ley aplicable, si la identidad de las partes es conocida, también se conocerá su residencia habitual y se aplicará el art. 4 aun cuando el *smart contract* se almacene en el *blockchain*. Sin embargo, ¿qué ocurrirá en aquellos casos donde se desconozca la residencia habitual de las partes o de la parte que deba realizar la prestación característica del contrato? Esta pregunta puede aparecer más de lo normal cuando hablamos de los contratos inteligentes dado que su estrecha relación con el *blockchain* permite que se hagan de manera anónima o pseudoanónima, impidiendo identificar la identidad de las partes. En tal supuesto, parecería lógico acudir al art. 4.4 del Reglamento Roma I, que, a diferencia del apartado 3, indica “el contrato se regirá por la ley del país con el que presente los vínculos más estrechos”. No conociendo

¹²⁷ RUHL, G., *op. cit.*, p. 5-6 y 16.

¹²⁸ RUHL, G., “The Law Applicable to Smart Contracts, or Much Ado About Nothing?”, Oxford Business Law Blog, 23 de enero de 2019 (Recuperado de: <https://www.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2019/01/law-applicable-smart-contracts-or-much-ado-about-nothing>; Consultado el 04/06/2020).

¹²⁹ *V.gr.* si el *smart contract* se usa para un contrato de compraventa de mercaderías y el vendedor tiene su residencia en España, sería aplicable la ley española (art. 4.1.a).

factores de conexión como la nacionalidad, residencia habitual de las partes o el lugar de formación y perfección del contrato, dada la relación con el *blockchain*, quizá podría tenerse en cuenta factores como la localización de la mayoría de los nodos u otros como la posibilidad de que el operador de la plataforma *blockchain* establezca una cláusula relativa a la ley aplicable recogida en los términos de uso de la plataforma¹³⁰, así como a la competencia judicial.

En el supuesto de que surja el conflicto y haya que dirigirse a los tribunales, será especialmente relevante determinar la **competencia judicial** de un determinado tribunal sobre un contrato legal inteligente. En este caso, la regla general será que las personas domiciliadas en un determinado Estado estarán sometidas, independientemente de la nacionalidad, a los tribunales de ese Estado (art. 4.1 Reglamento Bruselas I bis); lo cual está armonizado con la regla general seguida en el art. 22ter.1 de la Ley Orgánica del Poder Judicial: domicilio del demandado. Si bien, dicha regla general se verá desplazada por la existencia de sumisión expresa o tácita de las partes contratantes a someterse ante un determinado tribunal (arts. 25 y 26 Reglamento Bruselas I bis y art. 22 bis.1 de la Ley Orgánica del Poder Judicial), siendo esta la opción más recomendable a la hora de hacer uso de este tipo de contratos. A falta de dicha sumisión y no entrando dentro de las competencias exclusivas o foros de protección, resultarían aplicables las reglas a las competencias especiales (arts. 7, 8 y 9 Reglamento Bruselas I bis)¹³¹. Por otra parte, cabe destacar que el Reglamento Bruselas I bis recoge una serie de foros de protección (arts. 10 a 23) con relación a contratos con consumidores o contratos en materia de seguros, que prevalecen sobre el foro general del art. 4.1 y la sumisión de las partes. Por último, prevalecen sobre todos los foros anteriores, las competencias exclusivas recogidas en el art. 24 del Reglamento.

A la vista de los problemas y cuestiones que plantean este tipo de contratos en relación a ambos extremos, podemos concluir que resulta de trascendental importancia que las partes estén efectivamente identificadas desde el principio, al fin de poder concretar su residencia habitual y evitar así todo tipo de obstáculos a la hora de determinar la ley aplicable al contrato, así como la competencia judicial en caso de que fuera necesario acudir a los tribunales. Al mismo tiempo, también sería de especial importancia que las partes previeran *ex ante* la ley aplicable al contrato y, en su caso, el tribunal jurisdiccional¹³² que conozca de las posibles controversias que pudieran darse en el futuro.

¹³⁰ O'SHIELDS, R., "Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain", *North Carolina Banking Institute*, vol. 21, 1, 3 de enero de 2017, p. 191 (Recuperado de: <https://scholarship.law.unc.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1435&context=ncbi>; Consultado el 05/06/2020).

¹³¹ Destacamos el apartado 1) del art. 7, que indica que "Una persona domiciliada en un Estado miembro podrá ser demandada en otro Estado miembro: 1) a) en materia contractual, ante el órgano jurisdiccional del lugar en el que se haya cumplido o deba cumplirse la obligación que sirva de base a la demanda; b) a efectos de la presente disposición, y salvo pacto en contrario, dicho lugar será: cuando se trate de una compraventa de mercaderías, el lugar del Estado miembro en el que, según el contrato, hayan sido o deban ser entregadas las mercaderías, — cuando se trate de una prestación de servicios, el lugar del Estado miembro en el que, según el contrato, hayan sido o deban ser prestados los servicios; c) cuando la letra b) no sea aplicable, se aplicará la letra a);". Nuevamente observamos la importancia de la residencia habitual del demandado. En caso de no residir en un Estado miembro, al amparo del art. 6.1 acudiríamos, salvo pacto de las partes o en contrato de consumo, al art. 22 quinquies de la LOPJ.

¹³² Nada obstaría a las partes acudir alternativamente a un árbitro, que podría ser una opción más interesante que la de acudir al juez ordinario dada la especialización de los árbitros. Dicha cláusula podría recogerse tanto *off-chain* como en el propio *smart contract*, pudiendo articularse asimismo un mecanismo mediante el que se suspendiera la ejecución del *smart contract* hasta que el árbitro resolviera o bien que el árbitro tuviera el control sobre el objeto del contrato (p.ej. en un arrendamiento que se sirve del *smart contract*, el árbitro podría tener control sobre los fondos depositados hasta la resolución de la controversia) (CLIFFORD CHANCE y EUROPEAN BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT, *op. cit.*, p. 45). Resulta,

V. Situación actual de los contratos inteligentes en otros ordenamientos jurídicos

Teniendo en cuenta que España y los países de su entorno carecen de una regulación relativa a los contratos inteligentes, resulta interesante comentar brevemente algunos ejemplos existentes de normativas concernientes a los contratos inteligentes.

En este sentido, podemos destacar algunos de los Estados que conforman los EE. UU., tales como Connecticut¹³³, Nebraska¹³⁴, Arizona¹³⁵ o, más recientemente, Illinois¹³⁶. En dichas normativas se suelen encontrar definiciones similares acerca de los *smart contracts*, definiéndolos como programas o protocolos de transacciones computarizadas que se ejecutan en un libro mayor distribuido, descentralizado, compartido y replicado que ejecuta un contrato o cualquier disposición de un contrato al tomar la custodia e instruir la transferencia de activos en el libro mayor¹³⁷; si bien, la *Blockchain Technology Act de Illinois* define a los *smart contracts* desde una perspectiva jurídica como “a contract stored as an electronic record which is verified by the use of a blockchain”. Partiendo de dicha premisa, todas las mencionadas normativas indican que a ningún contrato deberían serle negados efectos y validez legal únicamente porque dicho contrato se ejecute mediante un *smart contract*¹³⁸. Del mismo modo, en Reino Unido, otro país perteneciente a la rama del *common law*, se reconoció validez jurídica a los *smart contracts*¹³⁹.

De la familia de Derecho romano-germánico destacamos el caso de la Federación Rusa, cuyo Código Civil, a partir de 2019, introduce en su artículo 309 la posibilidad de ejecutar las obligaciones mediante el uso de las tecnologías en el caso de que ocurran las circunstancias especificadas en el acuerdo, y sin la necesidad de que las partes presenten por separado declaración de voluntad para tal desempeño; siendo esta la primera norma rusa relativa a los *smart contracts*. Además, actualmente está paralizado en sede parlamentaria el procedimiento legislativo del Proyecto de Ley sobre Activos

igualmente, importante destacar que ya existen los denominados como “online dispute resolution” u ODR, que son unos sistemas de arbitraje en línea especializados en la resolución de conflictos en materia de *blockchain* y, por ende, *smart contracts*. Un ejemplo sería *OpenBazaar Dispute Resolution* (SCHMITZ, A.M. y RULE, C., “Online Dispute Resolution for Smart Contracts”, *Journal of Dispute Resolution*, n° 2, 2019, p. 114-117 (Recuperado de: <https://scholarship.law.missouri.edu/facpubs/726/>; Consultado el 06/06/2020)).

¹³³ Raised Bill n° 7310, An Act Authorizing the use of smart contracts, enero de 2019 (Recuperado de: <https://www.cga.ct.gov/2019/TOB/h/pdf/2019HB-07310-R00-HB.PDF>).

¹³⁴ Nebraska Legislature Bill 695, Authorize and define smart contracts and authorize use of distributed ledger technology as prescribed, 2018 (Recuperado de: <https://legiscan.com/NE/text/LB695/2017>).

¹³⁵ Arizona House Bill 2417, An Act amending section 44-7003, Arizona revised statutes; amending Title 44, Chapter 26, Arizona revised statutes, by adding article 5; relating to electronic transactions, 2017 (Recuperado de: <https://legiscan.com/AZ/text/HB2417/2017>).

¹³⁶ Illinois House Bill 3575, Blockchain Technology Act, 2019-2020 (Recuperado de: <http://ilga.gov/legislation/fulltext.asp?DocName=10100HB3575&GA=101&SessionId=108&DocTypeId=HB&LegID=120249&DocNum=3575&GAID=15&Session=>).

¹³⁷ *V.gr.*, “For purposes of this section, smart contract means an event driven program or computerized transaction protocol that runs on a distributed, decentralized, shared, and replicated ledger that executes a contract or any provision or provisions of a contract by taking custody over and instructing transfer of assets on the ledger” (Nebraska Legislature Bill 695).

¹³⁸ *V.gr.*, “Smart contracts may be utilized in commerce conducted or initiated in this state. No contract relating to a transaction shall be denied legal effect, validity or enforceability solely because such contract is executed through a smart contract” (Connecticut Raised Bill n° 7310, An Act Authorizing the use of smart contracts).

¹³⁹ UK JURISDICTION TASKFORCE, *Legal statement on cryptoassets and smart contracts*, Noviembre de 2019, p. 35-42 (Recuperado de: https://35z8e83m1ih83drye280o9d1-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/11/6.6056_JO_Cryptocurrencies_Statement_FINAL_WEB_111119-1.pdf; Consultado el 10/06/2020).

Financieros Digitales¹⁴⁰, que, entre otras cosas, incorpora una definición legal de *smart contracts*, indicando que es un acuerdo en formato electrónico, cuyo cumplimiento de los derechos y obligaciones se lleva a cabo mediante la realización automática de transacciones digitales en un registro distribuido de transacciones digitales en la secuencia estrictamente definida por dicho acuerdo y ante la ocurrencia de ciertas circunstancias; se observa como esta definición presta especial atención a la forma de ejecución de este tipo de contratos, que es lo que realmente los caracteriza y los hace tan particulares.

VI. Aplicación de los contratos inteligentes y predicción sobre posibles escenarios futuros relativos a su uso

Una vez estudiados con profundidad los aspectos jurídicos concernientes a los contratos inteligentes, procede, pues, hacer una valoración acerca de los mismos e indicar los ámbitos prácticos de aplicación donde podrían ser de mayor utilidad.

Se ha observado como los contratos inteligentes poseen su principal atractivo en que se sirven de la tecnología de cadena de bloques para ejecutar automáticamente un contrato al darse la verificación de las condiciones preestablecidas en el mismo; lo cual permite que sea un proceso especialmente rápido y eficiente. Por otro lado, el uso de los contratos inteligentes no necesita de terceras partes ni intermediarios, lo cual, además de permitir mayor rapidez, repercute positivamente en la reducción de costes y en que la confianza se traslada al código, difícilmente manipulable una vez almacenado en la cadena de bloques. Sin embargo, tales ventajas, entre otras, se ven contrastadas con el carácter no omnicompreensivo de los contratos inteligentes derivado de la codificación del contrato, limitando de manera significativa el ámbito de aplicación de los contratos inteligentes; a saber, a supuestos que se verifican de manera objetiva y perfectamente verificable en tanto su verificación no admite interpretación¹⁴¹. Esta circunstancia excluye del ámbito de los contratos inteligentes aquellos supuestos donde medien elementos subjetivos susceptibles de interpretación tales como la buena fe, consumidor medio, diligencia de un buen padre de familia, etc. Por ello, es acertado afirmar que resulta trascendental en esta sede que haya simplicidad contractual a la vista de que la complejidad incrementa la inevitabilidad de que el código contenga errores, los cuales, por el momento, resultan de difícil o imposible erradicación¹⁴².

El papel de la simplicidad contractual y el automatismo, rapidez, eficiencia y reducción de los costes de los *smart contracts*, se acomoda bien a aquellos ámbitos contractuales donde abunda la existencia de contratos celebrados en masa y ligados a la verificación objetiva de condiciones preestablecidas: *v.gr.*, el ámbito financiero, los *smart contracts* pueden utilizarse en relación a los *equity swaps*, contratos de derivados financieros o préstamos (habiendo impago, se impediría el acceso a fondos inmediatamente al vencer el plazo de pago)¹⁴³. Otro ámbito donde su puesta en práctica parece más que evidente es en materia de seguros, especialmente conforme vaya desarrollándose el “internet de las cosas” (en adelante, *IoT*), dado que la interconexión entre los distintos objetos con el

¹⁴⁰ Законопроект № 419059-7 О цифровых финансовых активах (Proyecto de Ley n° 419059-7 sobre activos financieros digitales) (Recuperado de: https://sozd.duma.gov.ru/bill/419059-7#bh_histras).

¹⁴¹ Entre otros, LEGERÉN MOLINA, A., *op. cit.*, p. 200-202.

¹⁴² ARRUNADA, B., “Limitaciones de blockchain en contratos y propiedad”, *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, n° 769, p. 2473 (Recuperado de: <http://www.arrunada.org/Files/Research/%2FARRU%20C3%91ADA%202019%20Blockchain%20RCDI.pdf>; Consultado el 09/06/2020).

¹⁴³ ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos...”, *op. cit.*, p. 71.

internet permitirá que los oráculos sean más exactos y verifiquen con más facilidad las condiciones preestablecidas. También podría aplicarse a los contratos de suministro y, en general, a toda la cadena de suministro, donde además de otorgar transparencia al proceso de trazabilidad de un producto, se otorgaría rapidez y reducción de costes a lo largo del mismo.

En tales ámbitos, el uso de los *smart contracts* permitiría otorgar mayor dinamismo y rapidez a este tipo de contratos, lo cual se traduciría en mayor seguridad, transparencia y, a la larga, en un mayor ahorro de costes, tanto económicos como temporales, dada la innecesaridad de cualquier clase intermediario y el automatismo. Si bien, tratándose de contratos estandarizados o celebrados en serie, adquiere enorme importancia que estos contratos se trasladen diligentemente al código dado que la comisión de un error en la programación y el inevitable automatismo generaría unas consecuencias de gran calado jurídico, así como costes económicos muy importantes¹⁴⁴ (además de los costes de implementación iniciales¹⁴⁵). Igualmente, tampoco favorece la incertidumbre derivada de la no regulación de los contratos inteligentes.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el futuro ámbito de aplicación de los *smart contracts* dependerá, en buena medida, de los avances que se hagan en el *IoT* y en la “*tokenización*” de los diferentes activos. Así, el *IoT* permitiría integrar el *smart contract* en un objeto físico mediante la conexión de ambos¹⁴⁶, lo cual posibilitaría su control por parte del *smart contract* mediante la recepción exacta de los acontecimientos que ocurran *off-chain* y la incorporación de sus consecuencias jurídicas al contrato¹⁴⁷. En cambio, gracias a la digitalización de activos que otorga la tokenización se permitiría controlar de forma mediata a tiempo real la propiedad y el uso del objeto vinculado al *smart contract*¹⁴⁸. La combinación de los *smart contracts* con el *IoT* y la *tokenización* de activos daría lugar a lo que SZABO denominó como *smart property* o, traducido al castellano, “propiedad inteligente”¹⁴⁹. Por tanto, todavía

¹⁴⁴ LEGERÉN MOLINA, A., *op. cit.*, p. 209.

¹⁴⁵ Recordemos, los *smart contracts* pretenden incentivar el cumplimiento de lo acordado haciendo que incumplimiento sea demasiado costoso y no merezca la pena.

¹⁴⁶ GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M., “Smart contracts”: ¿hacia una economía sin derecho contractual?”, *Aranzadi digital*, n.º 1, 2020, p. 12 (BIB 2020\12401).

¹⁴⁷ ARGELICH COMELLES, C., “Smart contracts o Code is Law...”, *op. cit.*, p. 29-30.

¹⁴⁸ WEINGARTNER, T., “Tokenization of physical assets and the impact of IoT and AI”, *European Union Blockchain Observatory and Forum*, 10 de abril de 2019, p. 4 (Recuperado de: https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/research-paper/convergence_of_blockchain_ai_and_iiot_academic_2.pdf?width=1024&height=800&iframe=true; Consultado el 09/06/2020) indica “Tokens represent the physical object in the digital world. This allows algorithms and Smart Contracts to access specific objects and makes the physical world “tangible” for the digital world. Furthermore, the use of Tokens for physical objects increases the transparency of possessions”.

¹⁴⁹ SZABO, N., *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996 (Recuperado de: https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html; Consultado el 09/06/2020) lo define del siguiente modo: “Smart property is software or physical devices with the desired characteristics of ownership embedded into them” e indica que “Smart property might be created by embedding smart contracts in physical objects. These embedded protocols would automatically give control of the keys for operating the property to the party who rightfully owns that property, based on the terms of the contract. For example, a car might be rendered inoperable unless the proper challenge-response protocol is completed with its rightful owner, preventing theft. If a loan was taken out to buy that car, and the owner failed to make payments, the smart contract could automatically invoke a lien, which returns control of the car keys to the bank. This “smart lien” might be much cheaper and more effective than a repo man. Also needed is a protocol to provably remove the lien when the loan has been paid off, as well as hardship and operational exceptions. For example, it would be rude to revoke operation of the car while it's doing 75 down the freeway”.

no habría que apresurarse a la hora de hablar acerca del verdadero ámbito de aplicación y usos de los *smart contracts* dado que, con bastante seguridad, irán surgiendo nuevas aplicaciones de los mismos al hilo de los avances que se vayan dando en los próximos años en relación con *IoT* y la *tokenización* de los distintos bienes.

VII. Conclusiones

A lo largo del presente trabajo se ha podido observar como la aparición de la tecnología *blockchain* y, más concretamente, su aplicación en los contratos inteligentes ha planteado una serie de interrogantes desde el punto de vista legal.

Habiendo hecho un recorrido por las distintas cuestiones concernientes a los contratos inteligentes, procede extraer las siguientes ideas y conclusiones principales:

1. Si bien el concepto y la idea original de los contratos inteligentes datan de mediados de los años 90 del siglo XX, no será hasta la aparición de la tecnología de cadena de bloques en 2008 cuando esa idea podrá ser llevada a la práctica. La cadena de bloques se define como un libro mayor de carácter distribuido y descentralizado que posibilita el intercambio de información y transacciones entre iguales sin la necesidad de que intervenga ningún tercero intermediario. Además de su carácter distribuido, la cadena de bloques se caracteriza por su carácter prácticamente incorruptible, inmodificable, seguro y transparente.

La cadena de bloques podría aportar especiales ventajas a ámbitos tan dispares como el financiero y bancario, logística, ámbito electoral, contratación de seguros y, en lo que aquí interesa, a la automatización y autoejecución de los contratos. Igualmente podría constituirse en un mecanismo auxiliar para los Registros públicos.

2. Los contratos inteligentes fueron concebidos originalmente como un protocolo informático que ejecutara los términos de un contrato al verificarse las condiciones preestablecidas en el mismo. Las limitaciones iniciales que impedían su puesta en la práctica desaparecerán con la aparición de la cadena de bloques.
3. Ciertamente, el código informático no puede *per se* constituirse en un contrato; sin embargo, ese código informático se hace con el afán de producir unos determinados efectos jurídicos y se constituye como un mero soporte y expresión escrita de un verdadero acuerdo caracterizado por el hecho de que se pretende ejecutar automáticamente. Ese acuerdo redactado en código informático que se encarga de ejecutar automáticamente los términos de ese acuerdo con la verificación de las condiciones preestablecidas en el mismo recibe el nombre de contrato legal inteligente, que se caracterizan por su naturaleza electrónica y condicional, su carácter inmutable, seguro, eficiente y por no tratarse de contratos omnicomprendidos.
4. La verificación de las condiciones preestablecidas en el contrato legal inteligente requerirá normalmente de la concurrencia de los denominados como oráculos, encargados de conectar el código con el mundo exterior y comunicar al primero la concurrencia de las condiciones preestablecidas en el contrato legal inteligente. Tratándose los oráculos de terceros de confianza de los que depende el buen fin del contrato, resulta trascendental que el oráculo sea fiable y seguro al fin de evitar una auto ejecución equívoca.
5. El análisis jurídico sobre los contratos inteligentes ha de centrarse sobre los contratos legales inteligentes. Desde el punto de vista formal su redacción parcial o total en forma de código

informático no supone obstáculo alguno en virtud del art. 1278 CC. Desde el punto de vista material, los contratos legales inteligentes habrán de reunir los requisitos esenciales de todo contrato, recogidos en el art. 1261 CC.

6. El objeto en los contratos legales inteligentes deberá ser cierto, determinado o determinable, lícito y no podrá recaer sobre cosas que se encuentren fuera del comercio ni consistir en cosas o servicios imposibles. Dado que el código no admite ambigüedad, el objeto deberá ser siempre cierto, así como lícito dado que el almacenamiento del código en la cadena de bloques puede posibilitar el anonimato y, consiguientemente, un objeto ilícito.
7. La causa de los contratos legales inteligentes consistirá normalmente en la ejecución automática de las prestaciones y deberá ser existente, lícita y veraz; las partes deben ser conscientes en todo momento de la ejecución automática de las prestaciones.
8. El consentimiento en los contratos legales inteligentes, caracterizados por su carácter automático, se dará con la manifestación de la aceptación (art. 1262.3º CC), lo cual habitualmente se basará en una actuación tendente a ejecutar el acuerdo. El consentimiento deberá recaer también sobre el objeto y la causa del contrato legal inteligente.
9. El consentimiento válido necesariamente requerirá de la capacidad de obrar de las partes contratantes para prestar consentimiento, lo podrá suponer un problema en aquellos contratos legales inteligentes almacenados en una cadena de bloques pública que posibilite el anonimato o pseudoanonimato, impidiendo identificar a las partes y constituyendo una causa de anulabilidad al no haber consentimiento válido; se evitará este problema con el uso de la firma electrónica y con el almacenamiento del contrato en una cadena de bloques privada.
10. La verificación de unas condiciones preestablecidas en un contrato legal inteligente podrá tener como consecuencia la realización de un nuevo contrato sin intervención humana alguna. Dado que la máquina carece de personalidad jurídica para consentir y no es autónoma como tal, la validez de estos segundos contratos se podrá salvaguardar mediante el reconocimiento de dos contratos autónomos (el contrato legal inteligente y el contrato *M2M*), pero dependientes, lo cual posibilitaría que el consentimiento del primero sirviera de base para la perfección automática del segundo contrato accesorio.
11. En la fase de formación del contrato legal inteligente adquirirá importancia la entrega de información precontractual relativa a las características propias de este tipo de contratos y su funcionamiento, al fin de constituir una oferta completa e inequívoca y lograr en la contraparte una representación mental correcta acerca de las particularidades del negocio. Este deber de información será especialmente relevante en aquellos contratos celebrados con los consumidores.
12. En la fase de perfección del contrato será importante que la aceptación sea inequívoca y coincida con la oferta, pesando sobre el oferente el deber de confirmar la recepción de la aceptación (art. 28 LSSICE). Por otro lado, para asegurar un consentimiento válido será obligatorio acudir a medios de identificación de las partes, tales como la firma electrónica o servirse de una cadena de bloques privada. La identificación de las partes también repercutirá en la determinación del lugar de perfección del contrato.
13. La consumación de los contratos legales inteligentes se constituirá en la fase más característica de este tipo de contratos en tanto la verificación de unas condiciones preestablecidas desencadenará de forma automática las consecuencias previstas en el

acuerdo. Esta automatización determina que la consumación del contrato sea prácticamente irreversible al depositar la confianza del cumplimiento del contrato en el propio código informático.

14. La inmutabilidad de los contratos inteligentes les impide adaptarse a la aparición de circunstancias imprevisibles y no recogidas en el código, provocando una ejecución irreversible y un resultado no deseado. La inmutabilidad del código limita sustancialmente su modificación, si bien podrá corregirse con distintos mecanismos, p.ej. que las propias partes acuerden *ex ante* la posibilidad de modificar el contrato ante circunstancias imprevistas o redactar un nuevo acuerdo.
15. Si bien la propia naturaleza los contratos inteligentes limita sustancialmente la concurrencia de vicios que impidan la validez de estos, esto no resulta del todo imposible dado que nada impide que, p.ej., el objeto sea indeterminado o ilícito, que la causa sea ilícita; que las partes contratantes carezcan de la capacidad de obrar necesaria para contratar o desconozcan el carácter autoejecutable del contrato. La concurrencia de tales vicios determinará la restitución de las prestaciones.
16. La ejecución automática de los *smart contracts* restringe considerablemente el incumplimiento, aunque sin eliminarlo totalmente. El incumplimiento normalmente se originará por fallos en la programación del código o por falta de cumplimiento de las condiciones, si bien tampoco habría que descartar la posibilidad de incumplimiento intencional en aquellos casos donde se realizaran actos tendentes a impedir el proceso de ejecución automática.
17. La determinación de la ley aplicable y de los tribunales competentes en caso de conflictos requerirá del conocimiento de la identidad de las partes contratantes dado que las normas para la determinación de ambas girarán en torno a diversos factores, destacando la residencia habitual de las partes contratantes. Atendiendo a las características de los *smart contracts*, la determinación de la ley aplicable a los contratos inteligentes se hará acudiendo al Reglamento Roma I; mientras que la determinación de la competencia judicial se hará acudiendo al Reglamento Bruselas I bis. Dados los problemas que se pueden ocasionar tanto en uno u otro caso, será más que recomendable un acuerdo de las partes en relación a ambos extremos.
18. Actualmente, el ámbito de aplicación de los contratos inteligentes se limitará a aquellos ámbitos donde la verificación de las condiciones preestablecidas en el contrato se juzgue con base en elementos objetos y no sujetos a interpretación alguna, tales como el ámbito financiero, préstamos, seguros o contratos de suministro. El desarrollo del *IoT* y de la *tokenización* de activos permitirá expandir sustancialmente este ámbito de aplicación.

VIII. Bibliografía

- ANGUIANO, J.M., “Smart Contracts'. Introducción al 'contractware'“, *Garrigues opina*, 15 de noviembre de 2018 (Recuperado de: https://www.garrigues.com/es_ES/noticia/smart-contracts-introduccion-al-contractware).
- APARICIO BIJUESCA, M.B., “Chapter 1: The challenges associated with smart contracts: formation, modification, and enforcement”, en SMART CONTRACTS ALLIANCE, *Smart contracts: Is the law ready?*, 2018, pp. 14-35 (Recuperado de: <https://lowellmilkeninstitute.law.ucla.edu/wp-content/uploads/2018/08/Smart-Contracts-Whitepaper.pdf>).

- ARGELICH COMELLES, C., “Smart contracts o Code is Law: soluciones legales para la robotización contractual”, *InDret Revista para el análisis del Derecho*, n° 2, 2020, pp. 1-41 (Recuperado de: <https://indret.com/smart-contracts-o-code-is-law-soluciones-legales-para-la-robotizacion-contractual/?edicion=2.20>).
- ARRUÑADA, B., “Limitaciones de blockchain en contratos y propiedad”, *Revista Crítica de Derecho Inmobiliario*, n° 769, pp. 2465-2493 (Recuperado de: <http://www.arrunada.org/Files/Research/%2FARRU%C3%91ADA%202019%20Blockchain%20RCDI.pdf>).
- BLANCO PÉREZ, M.A., LÓPEZ-ROMÁN, E., MONTALVÁN CALDERÓN, E., SUÁREZ OTERO, E., FARRAN CASTELLÁ, P. y ESPINOZA VALENCIA, F.F., “Contratos inteligentes: los “smart contract””, *Consejo General de la Abogacía Española*, 6 de marzo de 2017 (Recuperado de: <https://www.abogacia.es/publicaciones/blogs/blog-nuevas-tecnologias/contratos-inteligentes-los-smart-contract/>).
- BOURQUE, S. y FUNG LING TSUI, S., “A lawyer’s introduction to smart contract”, *Scientia Nobilitat Reviewed Legal Studies*, 201, Lask, 2014, pp. 1-24 (Recuperado de: <https://github.com/joequant/scms/blob/master/doc/pdfs/A%20Lawyer's%20Introduction%20to%20Smart%20Contracts.pdf>).
- BRANCÓS, E., “Blockchain, función notarial y registro”, *El Notario del siglo XXI*, 7 de febrero de 2017 (Recuperado de: <http://www.elnotario.es/academia-matritense-del-notariado/7325-blockchain-funcion-notarial-y-registro>).
- CATCHLOVE, P., “Smart Contracts: A New Era of Contract Use”, *Working Paper*, 2017 (Recuperado de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3090226).
- CIACCAGLIA, M., “Blockchain y smart contracts entre la normativa europea y el código civil español”, *Revista Aranzadi de Derecho y Nuevas Tecnologías*, n°51, 2019, pp. 1-12 (BIB 2019\9355).
- CLIFFORD CHANCE y EUROPEAN BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT, *Smart contracts - Legal framework and proposed guidelines for lawmakers*, octubre de 2018.
- DE PABLO CONTRERAS, P., “Requisitos del contrato”, en MARTÍNEZ DE AGUIRRE Y ALDAZ, C., *et al.*, *Curso de Derecho civil. II. Derecho de obligaciones*, Vol. 1, Edisofer, Madrid, 2016, pp. 335-369.
- DÍAZ DÍAZ, E., “Una aplicación jurídica del Blockchain: los Smart Contracts”, *LegalToday*, 20 de junio de 2019 (Recuperado de: <http://www.legaltoday.com/firmas/legaltech/una-aplicacion-juridica-del-blockchain-los-smart-contracts>).
- DUROVIC, M., “Law and Autonomous Systems Series: How to Resolve Smart Contract Disputes - Smart Arbitration as a Solution”, *Oxford Business Law Blog*, 1 de junio de 2018 (Recuperado de: <https://www.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2018/06/law-and-autonomous-systems-series-how-resolve-smart-contract-disputes>).
- ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos autoejecutables (smart contract) y pagos con tecnología blockchain”, *Revista de Estudios Europeos*, n° 70, 2017, pp. 69-95.
- FINANCIAL TIMES, *Technology: Banks seek the key to blockchain*, 1 de noviembre de 2015 (Recuperado de: <https://www.ft.com/content/eb1f8256-7b4b-11e5-a1fe-567b37f80b64>).

- GONZÁLEZ GRANADO, J., “¿Enviaré blockchain de vacaciones a los notarios?“, *Notaría Abierta*, 4 de abril de 2016 (Recuperado de: <https://notariabierta.es/enviara-blockchain-vacaciones-los-notarios>).
- GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M., “Blockchain o cómo mecanizar la confianza”, *Aranzadi digital*, n.º 1, 2020, pp. 1-17 (BIB 2020\12382).
- GONZÁLEZ-MENESES GARCÍA-VALDECASAS, M., “Smart contracts”: ¿hacia una economía sin derecho contractual?”, *Aranzadi digital*, n.º 1, 2020, pp. 1-15 (BIB 2020\12401).
- HERRERA HERRERA, F., “Son compatibles blockchain y derecho al olvido?”, *A definitivas*, 6 de agosto de 2018 (Recuperado de: <https://adefinitivas.com/arbol-del-derecho/civil/son-compatibles-el-derecho-al-olvido-y-blockchain/>).
- IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J.W., *Blockchain: Primeras cuestiones en el ordenamiento español*, Editorial Dykinson, Madrid, 2018.
- IBM, *What are the use cases for blockchain tech in healthcare?*, 17 de diciembre de 2018 (Recuperado de: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/12/what-are-the-use-cases-for-blockchain-tech-in-healthcare/>).
- KETHINENI, S., CAO, Y., y DODGE, C., “Use of bitcoin in darknet markets: Examining facilitative factors on bitcoin-related crimes”, *American Journal of Criminal Justice*, mayo de 2017, p. 141-157 (Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/316655308_Use_of_Bitcoin_in_Darknet_Markets_Examining_Facilitative_Factors_on_Bitcoin-Related_Crimes).
- LEGERÉN MOLINA, A., “Los contratos inteligentes en España (La disciplina de los smart contracts)”, *Revista de Derecho civil*, 2018, vol. 5, n.º 2, pp. 193-241.
- LÓPEZ DEL MORAL, I., “Blockchain en el ámbito registral”, *Law and Trends*, 9 de enero de 2019 (Recuperado de: <https://www.lawandtrends.com/noticias/tic/blockchain-en-el-ambito-registral-1.html>).
- LOTZ, C.M., “Smart contract: ¿Contratos verdaderamente inteligentes?”, *Rödl & Partner*, 11 de septiembre de 2018 (Recuperado de: http://www.roedl.net/es/blog/area_legal/smart_contract.html).
- MORA ASTABURUAGA, A., “¿Qué son los smart contracts? ¿Son realmente contratos inteligentes?”, *TicsLaw*, 3 de diciembre de 2018 (Recuperado de: <http://ticslaw.es/que-son-los-smart-contracts/>).
- MORELL RAMOS, J., “Cómo crear un smart contract mediante términos y condiciones”, *Términos y condiciones: Derecho tecnológico y Legaltech*, 21 de septiembre de 2016 (Recuperado de: <https://terminosycondiciones.es/2016/09/21/como-crear-smart-contract-mediante-terminos-condiciones/>).
- NAKAMOTO, S., *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008 (Recuperado de: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>).
- ORTEGA GIMÉNEZ, A., “Naturaleza jurídica de los ‘Smart Contracts’”, *Aranzadi*, diciembre de 2018, pp. 1-8 (BIB 2018\14673).
- O’SHIELDS, R., “Smart Contracts: Legal Agreements for the Blockchain”, *North Carolina Banking Institute*, vol. 21, n.º 1, 3 de enero de 2017, pp. 176-194 (Recuperado de: <https://scholarship.law.unc.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1435&context=nbi>).
- OTERO MOREIRAS, I., “Análisis jurídico de los smart contract”, *LegalToday*, 23 de mayo de 2019 (Recuperado de: <http://www.legaltoday.com/firmas/legaltech/analisis-juridico-de-los-smart-contract#>).

- PLAYGROUND, “Qué es “Blockchain” en 5 minutos”, *YouTube*, 30 de marzo de 2018 (Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=Yn8WGaO__ak&list=LLa6H4oOB6GodxXKDmMXX4Ag&index=2&t=89s).
- PORXAS, N. y CONEJERO, M., “Tecnología blockchain: funcionamiento, aplicaciones y retos jurídicos relacionados”, *Actualidad Jurídica Uriá Menéndez*, n° 48, 2018, pp. 24-36 (Recuperado de: <https://www.uria.com/documentos/publicaciones/5799/documento/art02.pdf?id=7875>).
- PRENAFETA RODRÍGUEZ, J., “Smart contracts: aproximación al concepto y problemática legal básica”, *Diario La Ley*, n° 8824, 2016 (Recuperado de: <https://diariolaley.laleynext.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAAAAEAMtMSbF1CTEAAiNjM0sjQ7WY1KLizPw8WYMDQzMDC2OwQGZapUt-ckhlQaptWmJOCapack5qYpFLYkmqc2JOal5KYpFtSFFpKgAq0AikTAAAAA==WKE>).
- RAMOS MEDINA, I., “Smart contracts: pinceladas jurídicas”, *Notaría Abierta*, 17 de diciembre de 2016 (Recuperado de: <https://notariabierta.es/smart-contracts-pinceladas-juridicas/>).
- RASKIN, M., “The Law and Legality of Smart Contracts”, *Georgetown Law Technology Review*, Vol. 1, n.º 2, 2017, pp. 305-341 (Recuperado de: <https://georgetownlawtechreview.org/wp-content/uploads/2017/05/Raskin-1-GEO.-L.-TECH.-REV.-305-.pdf>).
- RÍOS LÓPEZ, Y., “La tutela del consumidor en la contratación inteligente. Los smart contracts y la blockchain como paradigma de la Cuarta Revolución industrial”, *Revista Consumo y Empresa*, n° 9, enero de 2019, pp. 1-12 (Recuperado de: <https://libros-revistas-derecho.vlex.es/vid/tutela-consumidor-contratacion-inteligente-756319901>).
- ROJAS, R., “Los Smart Contract o contratos inteligentes en el ámbito laboral”, *Revista Byte TI*, 18 de mayo de 2017 (Recuperado de: <https://revistabyte.es/actualidad-byte/smart-contract-contratos-inteligentes/>).
- ROSALES F., “Qué es un Smart Contract para un notario”, *Blog Notario Francisco Rosales*, 9 de julio de 2018 (Recuperado de: <https://www.notariofranciscorosales.com/smart-contract-y-la-maquina-de-pinball/>).
- RUHL, G., *Smart (legal) contracts, or: Which (contract) law for smart contracts?*, 10 de marzo de 2020, pp. 1-21 (Recuperado de: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3552004).
- RUHL, G., “The Law Applicable to Smart Contracts, or Much Ado About Nothing?”, *Oxford Business Law Blog*, 23 de enero de 2019 (Recuperado de: <https://www.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2019/01/law-applicable-smart-contracts-or-much-ado-about-nothing>).
- SALVADOR CODERCH, P. “Contratos inteligentes y derecho del contrato”, *InDret Revista para el análisis del Derecho*, n° 3, 2018, pp. 1-5 (Recuperado de: https://indret.com/wp-content/uploads/2018/07/Editorial_-1.pdf).
- SANDNER, P., “Liechtenstein Blockchain Act: How can nearly any right and therefore any asset be tokenized based on the Token Container Model?”, *Medium*, 7 de octubre de 2019 (Recuperado de: <https://medium.com/@philippsandner/liechtenstein-blockchain-act-how-can-nearly-any-right-and-therefore-any-asset-be-tokenized-based-389fc9f039b1>).
- SAVELYEV A., “Contract Law 2.0: Smart Contracts as the Beginning of the End of Classic Contract Law”, *National Research University Higher School of Economics*, 2016, p. 1-24.
- SCHMITZ, A.M. y RULE, C., “Online Dispute Resolution for Smart Contracts”, *Journal of Dispute Resolution*, n° 2, 2019, pp. 103-125 (Recuperado de: <https://scholarship.law.missouri.edu/facpubs/726/>).

- SHANG, Q. y PRICE, A., “A Blockchain-based Land Titling Project for the Republic of Georgia: : Rebuilding Public Trust and Lessons for Future Pilot Projects”, *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, vol. 12, Winter-Spring, 2019, p.72-78 (Recuperado de: https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/innov_a_00276).
- SILVA-RUIZ, P.F., “La contratación electrónica y el Derecho internacional privado”, *Anuario Iberoamericano de Derecho notarial*, nº 4-5, 2015-2016, pp. 221-231 (Recuperado de: http://www.notariado.org/liferay/c/document_library/get_file?folderId=13807670&name=DLFE-222973.pdf).
- SOMOVA, E.V., “Smart contract in law”, *Journal of Foreign Legislation and Comparative Law*, nº 2, 2019, pp. 79-86.
- SONG, J., “The truth about Smart Contracts”, *Medium*, 11 de Junio de 2018 (Recuperado de: <https://medium.com/@jimmysong/the-truth-about-smart-contracts-ae825271811f>).
- STARK, J., “Making sense of blockchain smart contracts”, *Coindesk*, 4 de junio de 2016 (Recuperado de: <https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts>).
- SZABO, N., *Smart contracts*, 1994 (Recuperado de: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>).
- SZABO, N., *Smart contracts: Building blocks for digital markets*, 1996 (Recuperado de: http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html).
- SZABO, N., *The idea of smart contracts*, 1997 (Recuperado de: <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html>).
- TAPSCOTT, D., & TAPSCOTT, A., *Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin and other cryptocurrencies is changing the world*, Editorial Portfolio, Nueva York, 2016.
- TUR FAÚNDEZ, C., *Smart contracts: análisis jurídico*, Editorial Reus, Madrid, 2018.
- UK JURISDICTION TASKFORCE, *Legal statement on cryptoassets and smart contracts*, Noviembre de 2019, pp. 1-56 (Recuperado de: https://35z8e83m1ih83drye280o9d1-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/11/6.6056_JO_Cryptocurrencies_Statement_FINAL_WEB_111119-1.pdf).
- WEINGARTNER, T., “Tokenization of physical assets and the impact of IoT and AI”, *European Union Blockchain Observatory and Forum*, 10 de abril de 2019, pp. 1-16 (Recuperado de: https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/research-paper/convergence_of_blockchain_ai_and_iiot_academic_2.pdf?width=1024&height=800&iframe=true).
- WERBACH, K. y CORNELL, N., “Contracts ex machina”, *Duke Law Journal*, vol. 67:313, pp. 313-382 (Recuperado de: <https://scholarship.law.duke.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3913&context=dlj>).
- WOEBBEKING, M.K., “The Impact of Smart Contracts on Traditional Concepts of Contract Law”, *Journal of Intellectual Property, Information Technology and E-Commerce Law*, 2019. pp. 106-113. (Recuperado de: <https://www.jipitec.eu/issues/jipitec-10-1-2019/4880>).