



**Universidad
Zaragoza**

TRABAJO FIN DE GRADO

**Régimen jurídico y problemática de los contratos
inteligentes (*Smart Contracts*)**

AUTORA

María Teresa Ballabriga Solanas

DIRECTORA

Esther Hernández Sainz

FACULTAD DE DERECHO

2018

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	4
1. TEMA OBJETO DE ANÁLISIS	4
2. RAZÓN DE LA ELECCIÓN DEL TEMA Y JUSTIFICACIÓN DE SU INTERÉS.....	5
3. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO.....	6
II. SURGIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS SMART CONTRACTS	7
1. LOS CONTRATOS ELECTRÓNICOS	7
2. SZABO Y SU IDEA REVOLUCIONARIA.....	8
3. LOS AVANCES EN LA CONFIGURACIÓN ACTUAL DE LOS SMART CONTRACT DE LA MANO DE BITCOIN Y BLOCKCHAIN	9
4. EXPERIENCIAS DE AUTOMATIZACIÓN EN REDES DESCENTRALIZADAS: ETHEREUM	13
III. DELIMITACIÓN, CONCEPTO Y NATURALEZA	14
1. CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS	14
2. TIPOS DE <i>SMART CONTRACT</i>	18
3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS CONTRATOS INTELIGENTES.....	20
3.1 Ventajas frente a las formas de contratación tradicional.....	20
3.2. Desventajas argumentadas por parte de la literatura	24
4. UTILIZACIÓN DE LOS SMART CONTRACTS EN DISTINTOS ÁMBITOS REGULADOS POR EL DERECHO MERCANTIL.....	27
IV. REGULACIÓN DE LOS SMART CONTRACTS	30
1. DERECHO COMPARADO	30
1.1 Estados sin normativa específica.....	31
1.2 Estados con normativa específica.....	33
2. EL DERECHO ESPAÑOL ANTE LOS SMART CONTRACTS.....	35
V. NATURALEZA JURÍDICA DE LOS SMART CONTRACT	37
1. ¿SON VERDADEROS CONTRATOS?	37
2. NATURALEZA JURÍDICA DEL SMART CONTRACT.....	39
VI. ESPECIALIDADES DE RÉGIMEN JURÍDICO APLICABLE	41
1. FORMACIÓN DEL CONTRATO	41
1.1 Tratos preliminares.....	41
1.2. Especialidades en materia de perfección del contrato	46
2. EJECUCIÓN DEL CONTRATO.....	51
2.1 Consideraciones sobre la ejecución automatizada	51
2.2. Especialidades relativas al pago en contratos inteligentes	52
2.3 Internet de las cosas y especialidades en la entrega	53
2.4 Oráculos como obligaciones condicionales	55
3. PRUEBA DEL CONTRATO.....	56

VI. PROPUESTAS DE REGULACIÓN	59
VII. CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	67
1. DOCUMENTOS	67
2. JURISPRUDENCIA	69
3. LEGISLACIÓN	70

I. INTRODUCCIÓN

«Il n'y a rien de plus puissant qu'une idée dont l'heure est venue »

Víctor Hugo

1. TEMA OBJETO DE ANÁLISIS

El tema del que es objeto este trabajo son los *Smart contracts* o contratos inteligentes, una modalidad singular de contrato electrónico que, si bien fue anunciada en los años noventa del pasado siglo, ha recobrado protagonismo en el panorama actual gracias a una serie de innovaciones técnicas recientes. A través de esta figura – y, como se explicará más adelante, en diferentes grados- se quiere aspirar a la plena automatización de las relaciones contractuales. Desde hace tiempo¹, se emplea la automatización de la ejecución del contrato como una manera adicional de asegurar su cumplimiento. Es en este ámbito en el que las innovaciones de las Tecnologías de la Información han irrumpido de manera disruptiva, dando lugar a figuras como el *smart contract*, o contrato inteligente.

Como se explicará con mayor detalle, este término hace referencia a secuencias de código de programación en el que se plasman las relaciones entre las partes del contrato, produciendo de forma automática (sin intervención humana) las prestaciones en que consiste la ejecución del contrato. De esta manera, cuando se da un supuesto de hecho A el código es capaz de leerlo, reconocerlo y asociarle la consecuencia jurídica B, que es la que las partes han establecido en el código para dicha situación, y procediendo así al cumplimiento exacto y puntual del contrato.

Con este trabajo quiero realizar un esfuerzo de conceptualización de la figura desde el punto de vista jurídico, analizar las diferentes tendencias regulatorias internacionales, profundizar en las diferentes aplicaciones prácticas de los contratos inteligentes en el ámbito del Derecho Mercantil y estudiar los diferentes problemas que plantea la implementación real de los *smart contracts* atendido el marco jurídico vigente.

¹ ALFARO AGUILA-REAL, J., “Contratos inteligentes (I)”, *Almacén de derecho*, 1 de junio de 2013, (accesible en <https://derechomercantilespana.blogspot.com/2016/06/contratos-inteligentes.html> último acceso 25 de septiembre de 2018).

Finalmente, y tras la realización de este estudio, aportaré proposiciones para la regulación de esta figura en España.

2. RAZÓN DE LA ELECCIÓN DEL TEMA Y JUSTIFICACIÓN DE SU INTERÉS

Existen varias razones que justifican la elección de los contratos inteligentes como objeto de un Trabajo de Fin de Grado. En primer lugar, se trata de una figura que supone un desafío para las regulaciones estatales, pues los sistemas que los soportan funcionan al amparo de sus propias normas y más allá de las fronteras de la ley vigente en un único país, tal y como han remarcado varios líderes mundiales². No obstante, algunos de los países de nuestro entorno han comenzado a regular la aplicación de esta figura en determinados ámbitos del mercado financiero.

En este sentido, la segunda razón que justifica la elección de los *smart contracts* como objeto del trabajo es la complejidad de las cuestiones que plantean a los sistemas legales actuales. Concretamente, en situaciones en que no exista legislación específica uno de los principales desafíos será la posibilidad de incardinación del contrato inteligente en la normativa vigente. A este respecto, ciertas voces del mundo anglosajón han llegado incluso a afirmar que están destinados a sustituir a las normas de contratación. De cualquier forma, lo que está claro es que los *Smart contracts* obligan a los sistemas jurídicos a afrontar incógnitas sobre la aplicación de principios contractuales básicos³.

Otra de las razones que justifica la elección de los contratos inteligentes para la realización de este trabajo es el sistema operacional en el que se basan: la cadena de bloques o *blockchain*. Se trata de una tecnología disruptiva que ha ganado relevancia en los últimos tiempos por ser el método de funcionamiento de criptomonedas como *Bitcoin*. No obstante, las aplicaciones de la cadena de bloques no se limitan al dinero electrónico y la automatización de contratos, sino que cuenta con un amplio abanico de posibilidades, razón por la cual esta tecnología ha despertado el interés del mundo jurídico: existe abundante literatura que ofrece interesantes reflexiones, al tiempo que importantes

² WERBACH, K., CORNELL, N., “Contracts Ex Machina”, *Duke Law Journal*, vol. 67, 2017, p. 316.

³ WERBACH, K., CORNELL, N., op. cit. supra, p. 317.

despachos nacionales⁴ e internacionales⁵ y otros integrantes de la profesión están generando puntos de encuentro para poner en común sus opiniones y posturas ante el nuevo fenómeno.

Finalmente, los contratos inteligentes han creado un intenso debate en el que intervienen expertos en Informática y en Derecho con posturas completamente opuestas: algunos niegan cualquier posibilidad de que los contratos inteligentes se consideren verdaderos contratos y otros anuncian el fin de la era de los abogados y fiscales, pues ven en los *Smart contracts* la solución a la litigación contractual⁶. La falta de consenso se explica en la novedad – relativa- de la figura, así como a la pasión o rechazo con la que diferentes sectores doctrinales abordan su análisis. En consecuencia, es preciso aproximarse jurídica y objetivamente a los contratos inteligentes y a su incardinación en el sistema legal español, pues se trata de una realidad variable y compleja sobre la que convergen intereses diversos y se empiezan a consolidar diferentes posturas doctrinales.

3. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO

En este trabajo se analiza el concepto de contrato inteligente y su posible incardinación en el sistema normativo español. Al tratarse de una figura que carece de definición aportada por el Derecho positivo, el método que se ha elegido seguir para el desarrollo de nuestra reflexión jurídica ha conllevado su observación desde diferentes perspectivas.

En primer lugar, es necesario llevar a cabo un estudio de los diferentes antecedentes jurídicos, tecnológicos, económicos y sociales que han tenido como consecuencia histórica el surgimiento de los contratos inteligentes. Por otra parte, se debe llevar a cabo una conceptualización de la figura de la que partir para la elaboración de una definición jurídica a la que poder referirnos en momentos posteriores. Del mismo modo, es preciso

⁴ BOURKAIB, A., ORTEGA, A., “Cuatrecasas participa en el primer hackaton de blockchain organizado por Telefónica y el Ayuntamiento de Alcobendas”, (disponible en https://www.cuatrecasas.com/es/actualidad/0/cuatrecasas_participa_en_el_primer_hackaton_de_blockcha_in_organizado_por_telefonica_y_el_ayuntamiento_de_alcobendras.html, última revisión 11 de noviembre de 2018).

⁵ CLYDE & CO, *Blockchain and the law. An uncharted landscape*, Londres 2016.

⁶ FELIU REY, J., “Smart Contract: Concepto, ecosistema y principales cuestiones de Derecho privado”, apartado I, *LA LEY mercantil*, nº 47, mayo 2018.

un establecimiento de sus características, tipos y ventajas principales que justifican la necesidad de que sea analizada aquí y ahora.

Una vez se ha establecido una definición jurídica que tomar como punto de partida para el análisis, debe realizarse un estudio de las experiencias regulatorias más interesantes de la figura en diferentes países, para poder compararlas con la situación actual en España. A partir de este momento se realizará una valoración jurídica profunda de la figura, con el objetivo de determinar la posible naturaleza contractual de la figura al amparo de nuestro sistema, así como las diferentes especialidades que su régimen jurídico pudiera presentar. Finalmente, se llevará a cabo un ejercicio de asimilación de todo lo analizado en apartados anteriores para poder realizar propuestas regulatorias que generen valor jurídico y social.

Debe tenerse en cuenta que la figura es muy novedosa y no ha sido recogida todavía por nuestro Derecho, por lo que las referencias jurisprudenciales que se encuentren a lo largo de este trabajo no se referirán específicamente a la misma, sino que se centran en cuestiones que se han considerado conectadas al contrato inteligente. Adicionalmente, precisamente por su novedad se ha tenido muy presente a lo largo de este trabajo las aportaciones de la literatura especializada -tanto jurídica como informática- internacional, y se han utilizado materiales españoles, franceses, británicos, alemanes y americanos.

II. SURGIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS SMART CONTRACTS

1. LOS CONTRATOS ELECTRÓNICOS

Las innovaciones técnicas, y especialmente las que tienen carácter disruptivo, no suelen aparecer de manera aislada. Al contrario, éstas se manifiestan como la expresión última de un esfuerzo innovador anterior, que actúa como poso y fermento que tarde o temprano va a dar lugar a un invento que recoja todos los elementos anteriores. Los contratos inteligentes no son una excepción a esta regla, pues surgen de la combinación de dos líneas de desarrollo tecnológico: la contratación electrónica y la criptografía.

Desde su aparición, los ordenadores han ido integrándose en la vida de los seres humanos gracias a su rapidez en el cálculo y ejecución de diversas funciones, así como a su potencia. Esta influencia se ha sentido igualmente en el mundo de la contratación. Por un lado, durante décadas las grandes multinacionales han utilizado sistemas de intercambios

de datos electrónicos (*electronical data interchange* -EDI-) para la comunicación entre los integrantes de la cadena de valor. Más tarde, la aparición de Internet permitió extender la contratación electrónica a los consumidores dando lugar al comercio electrónico⁷, sobre el cual constituyeron su negocio algunas de las mayores compañías del mundo. Sin embargo, estos contratos son electrónicos por el modo especial en el que el consentimiento se expresa, pero atendiendo a su forma siguen siendo contratos escritos en un lenguaje humano determinado (si bien en un soporte distinto del papel) y precisan de acciones humanas para su cumplimiento⁸.

2. SZABO Y SU IDEA REVOLUCIONARIA

Los contratos inteligentes, en cambio, van más allá de la contratación electrónica conocida hasta ahora y pertenecen al grupo denominado como “contrato orientado hacia los datos”⁹, considerando como tal aquel en el que *“las partes expresan parte de su contrato como datos computacionales”*¹⁰, con el objetivo de que puedan ser procesados por un ordenador. No obstante, la definición de Surden sigue siendo insuficiente para abarcar el concepto de contrato inteligente, pues el autor entendía el aspecto computacional como reservado solo para algunos términos y condiciones del contrato¹¹. En cualquier caso, la evolución de los contratos electrónicos hacia esta segunda tipología supone un avance hacia la autonomía de las máquinas¹², las cuales van sustituyendo la intervención humana con respecto a diferentes elementos contractuales.

Es a mediados de los años noventa del siglo pasado cuando surge la idea del contrato inteligente como algo más extenso. Nick Szabo publicó una serie de artículos en los que explicaba esta figura y sus requisitos técnicos como *“protocolos, existentes en redes públicas como Internet, que nos desafían y permiten formalizar y asegurar nuevos tipos de relaciones en este ecosistema, tal y como la ley, las formas empresariales y los*

⁷ EDI es un sistema que existe desde los años 70, por el que las compañías se envían información usando un formato estandarizado diferente del papel. Véase WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts...”, cit., p. 320.

⁸ WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts...”, cit., p. 321.

⁹ SURDEN, H., “Computable contracts”, *UC Davis Law Review*, Vol. 4, No. 629, 2012, (disponible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2216866, último acceso 15 de noviembre de 2018), p. 638.

¹⁰ SURDEN, H., “Computable ...”, cit., p. 638.

¹¹ SURDEN, H., “Computable ...”, cit., p. 640.

¹² WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts...”, cit., p. 322.

controles contables han formalizado y asegurado desde hace tiempo las relaciones empresariales en el mundo basado en papel”.

Lo revolucionario de la idea de Szabo es que planteó la salvaguarda de la ejecución contractual a través de la criptografía, aunque no existieran por entonces mecanismos que permitieran la transferencia de valor mediante dichos medios. Es por esta razón que Szabo da como ejemplo el modesto sistema de una máquina de vending para la ejecución contractual. Con todo y pese a haber permanecido aisladas del comercio electrónico, las ideas de Szabo han sido consideradas por la literatura especializada como adelantadas a su tiempo¹³.

3. LOS AVANCES EN LA CONFIGURACIÓN ACTUAL DE LOS SMART CONTRACT DE LA MANO DE BITCOIN Y BLOCKCHAIN

Bitcoin y su concepción como divisa criptográfica supone un cambio radical en el panorama jurídico-económico, pues toma el registro distribuido como medio a través del cual se consigue la trazabilidad de las transferencias de valor¹⁴. Tras ser presentada en 2008 por un inventor anónimo que firmaba bajo el pseudónimo Satoshi Nakamoto, ha ido configurando a su alrededor todo un ecosistema de emprendedores, inversores, *traders* y desarrolladores que trabajan por una visión de transformación económica y social a través de la criptomoneda¹⁵.

Se ha llegado a decir que Bitcoin es la manifestación económica, ideológica y social de corrientes filosóficas anteriores¹⁶, pues ha sido asociada con términos como cripto-capitalismo¹⁷ o cripto – anarquismo¹⁸, ambos pertenecientes a doctrinas basadas en la desconfianza y hasta rechazo de las estructuras de poder y control centralizado. En este sentido, partiendo de la consideración de que surge durante la peor recesión económica

¹³ Resumen propio de WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts...”, cit, p. 324.

¹⁴ WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts...”, cit., p. 331.

¹⁵ TUR FAÚNDEZ, C., *Smart contracts, Análisis jurídico*, Editorial Reus, 2018, p. 29.

¹⁶ Para más información ver ANGUIANO, J. M., “Blockchain: Fundamentos y perspectiva jurídica. De la confianza al consenso”, apartado II., *Diario La Ley*, nº 18, Sección Ciberderecho, 16 de mayo de 2018.

¹⁷ El término *anarco – capitalismo* fue acuñado por Murray N. Rothbad, y consiste en la combinación del capitalismo con el anarquismo político rechazando todas las formas de poder centralizadas y la intervención estatal en los mercados.

¹⁸ El *cripto – anarquismo* es una corriente del anarco – capitalismo que, ante la pérdida de la privacidad a causa de las nuevas tecnologías, pugna por la utilización de algoritmos de cifrado para asegurar la privacidad de las comunicaciones.

desde 1929, no es sorprendente que Bitcoin fuera para muchos una respuesta colaborativa que desafiaba a un sistema dominado por los bancos y los grandes operadores financieros.

La idea inicial consistía en la creación de una moneda virtual contenida en un archivo informático que podía ser transferida por su titular mediante una firma electrónica reconocida. Así, existen autores que han estimado que la sucesión de transmisiones es similar al endoso de los títulos valores con algunas diferencias¹⁹. En mi opinión, la primera y más esencial es que no existe un documento físico al que se incorpora un derecho y la segunda es que la firma del endosante es siempre verificable por todos los posteriores endosatarios.

Con todo, el principal peligro de la automatización es el doble pago. Debido a que el título no se documenta físicamente, el sistema de Bitcoin debe dar soluciones a esta amenaza. Tradicionalmente -y tratándose de dinero físico- la solución la ejerce una autoridad central, normalmente de naturaleza pública, que supervisa y garantiza el sistema. Ahora bien, esta solución parece ser contradictoria con la razón de ser de Bitcoin, pues la novedad principal que presenta la criptomoneda es su carácter colaborativo: la autoridad que supervisa y controla el sistema son los propios usuarios que lo forman de manera que, a través de una base de datos única, compartida y de construcción colectiva, se determina la transacción más temprana²⁰.

Lo anterior es posible gracias a la tecnología *Blockchain* (cadena de bloques). El término científico es Tecnología de Registro Distribuido (DLT en inglés), y consiste en una base de datos compartida por múltiples nodos²¹ (mineros) en la que se van registrando diferentes bloques de información. En este sentido, su funcionamiento se asemeja al de las anotaciones en cuenta²², pero existen importantes diferencias con este sistema.

¹⁹ TUR FAÚNDEZ, C., *Smart contracts ...*, cit., p. 30.

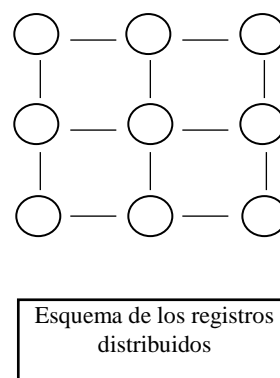
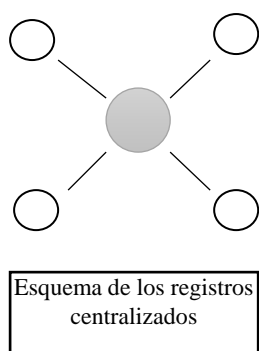
²⁰ ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos autoejecutables (Smart contract) y pagos con tecnología blockchain”, *Revista de estudios europeos*, n° 70, 2017, p. 84.

²¹ “El término nodo alude a cualquier ordenador que, previa descarga y ejecución en el mismo de uno o varios programas, se convierte en parte integrante de la red descentralizada de la cadena de bloques e inmediatamente pasa a conservar una réplica exacta de todos los registros integrantes de la misma”. Véase TUR FÁUNEZ, *Smart contracts ...*, cit., p. 32.

²² Ideas propias sobre la diferenciación con las anotaciones en cuenta partiendo de la explicación de esta figura de LARGO GIL, R., HERNÁNDEZ SÁINZ, E., *Manual de Derecho mercantil, vol. I: Títulos valores y obligaciones y contratos mercantiles*, 4ª edición, 2018, pp. 21 y ss.

En primer lugar, este sistema se reserva para activos financieros, en aplicación del artículo 6 en relación con el 4 del Texto Refundido de la Ley del Mercado de Valores²³, mientras que en el registro distribuido pueden incluirse todo tipo de activos.

En segundo lugar, no existe un registro central en el que operen entidades obligadas y emisores solicitantes²⁴. La principal diferencia con los registros tradicionales (los registros centralizados con varios periféricos en los que las entidades cuentan con tantas cuentas como valores hayan emitido) es que mientras en estos hay un nodo central en el que se guarda la copia original que se transmite al resto de los elementos del sistema, en los registros distribuidos (que pueden ser públicos, con acceso restringido o privados) todos sus integrantes guardan la copia original. Como resultado cada participante actúa como suscriptor y editor del sistema.



Fuente: elaboración propia

En tercer lugar, en los registros distribuidos los participantes tienen una cuenta que se identifica mediante un cifrado criptográfico. No funcionan mediante variaciones de saldos, sino que se dan de alta los activos en sí y sus titularidades. En cada nodo que se añade a la cadena, se escribe la información nueva relevante sobre dichos activos (cambios de titularidad, creación de derechos nuevos, amortizaciones...).

²³ Real Decreto Legislativo 4/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Mercado de Valores (*BOE* núm. 255, de 24 de octubre de 2015).

²⁴ En aplicación del artículo 49 del Reglamento 909/2014/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 2014, sobre la mejora de la liquidación de valores en la Unión Europea y los depositarios centrales de valores y por el que se modifican las Directivas 98/26/CE y el Reglamento (UE) n° 236/2012 Texto pertinente a efectos del EEE (*DOUE* núm. 257, de 28 de agosto de 2014).

En cuarto lugar, los activos inscritos no serán fungibles como sí lo son en los registros no distribuidos de anotaciones en cuenta: los titulares tienen derechos sobre activos concretos y no sobre cantidades determinadas, pero no individualizadas²⁵. Al ser todo tipo de activos reconocible y poderse operar con ellos el principio de fungibilidad no cabe en la cadena de bloques. En consecuencia, no deberá comprobarse la correspondencia entre los saldos y el número de valores, pues las transacciones se harán sobre activos individualizados.

En definitiva, la cadena de bloques supone una novedad dentro de la actividad registral y contable debido al funcionamiento y características que le son propias. Las transacciones se van añadiendo en los nuevos nodos mediante la resolución de complejos algoritmos que deben ser a su vez confirmados por otros operadores del registro²⁶. Así, el sistema se sustenta sobre cuatro principios básicos:

- **Consenso:** para que una transacción sea válida, debe ser aprobada por la mayoría de los usuarios. Es el consenso mayoritario el que acredita la legitimidad de una operación y la última versión del registro²⁷.
- **Procedencia:** todos los participantes del registro tienen una copia completa, por lo que todos pueden seguir la sucesión de titularidades sobre un activo simplemente leyendo el registro²⁸.
- **Inmutabilidad:** El hecho de que los nodos se añadan y validen mediante la computación común implica que para modificar la cadena de manera retroactiva es necesaria una capacidad computacional imposible de obtener, pues supone superar el 51% del poder computacional del sistema²⁹.
- **Finalidad:** cuando una transacción está recién insertada en la cadena no recibe una validación inmediata, sino que solo será refrendada cuando seis nodos o mineros la validen. De esta manera, se evita el doble gasto puesto que hasta que

²⁵ Reflexión basada en el artículo 18 del Real Decreto 878/2015, de 2 de octubre, sobre compensación, liquidación y registro de valores negociables representados mediante anotaciones en cuenta, sobre el régimen jurídico de los depositarios centrales de valores y de las entidades de contrapartida central y sobre requisitos de transparencia de los emisores de valores admitidos a negociación en un mercado secundario oficial (*BOE* núm. 237, de 3 de octubre de 2015).

²⁶ ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos ...”, cit., p. 84.

²⁷ ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos ...”, cit., p. 84.

²⁸ ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos ...”, cit., p. 85.

²⁹ ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos ...”, cit., p. 85.

un bloque o transacción no tenga como mínimo seis confirmaciones se ignorarán por el sistema³⁰.

En definitiva, la cadena de bloques y bitcoin se presentan como un sistema más económico y eficiente que un sistema centralizado, ya que elimina la duplicidad de esfuerzos y reduce la necesidad de intermediarios. Adicionalmente, es más segura debido ya que proporciona a los participantes más incentivos para comportarse honestamente³¹ que para cometer fraudes. No obstante, el sistema no está libre de críticas, centrándose las más importantes en torno al carácter irreversible de la cadena debido al aparente choque que éste tiene con los llamados derechos ARCO relativos a la protección de datos, siendo esta contradicción especialmente importante en el caso del derecho al olvido³². A este respecto, comienzan a surgir diferentes soluciones, como las cadenas editables o el establecimiento de las partes latentes de la cadena.

4. EXPERIENCIAS DE AUTOMATIZACIÓN EN REDES DESCENTRALIZADAS: ETHEREUM

La aparición de la cadena de bloques ha impulsado los esfuerzos innovadores de la industria sobre las experiencias de automatización contractual³³. En este sentido, Ethereum³⁴ ha surgido como una plataforma descentralizada que ha solucionado algunas de las limitaciones de la cadena de bloques gracias a su sofisticado lenguaje criptográfico *Solidity*³⁵.

³⁰ En este sentido, la confirmación se refiere a la construcción de nodos ulteriores que “confirman” esta transacción.

³¹ El sistema del “minado” consiste en la resolución de acertijos criptográficos que permitan incluir las nuevas transacciones, de manera que el primer participante que consigue resolverlo recibe recompensas. La información añadida en el nuevo nodo se expande por la red distribuida a todos los participantes, los cuales comprueban su corrección y la “confirman”.

³² Para más información véase ANGUIANO, J.M., “Blockchain: Fundamentos y...”, cit., apartado IX.

³³ PETERS, G., EFSTATHIOS, P., “Understanding Modern Banking Ledgers through blockchain technologies: Future of transaction processing and smart contracts on the Internet of Money”, *Banking Beyond Banks and Money: a Guide to Banking Services in the Twenty-First Century* (eds. Tasca, P et al.), Springer, Suiza, 2016, pp. 239-279.

³⁴ No es la única plataforma descentralizada, ya que corporaciones como R3 Norton han creado otras redes descentralizadas en colaboración como la red Corda. R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts be legally binding contracts?*, (accessible en <http://www.nortonrosefulbright.com/files/r3-and-norton-rose-fulbright-white-paper-full-report-144581.pdf> último acceso 18 de septiembre de 2018), p. 8.

³⁵ *Solidity* es un lenguaje de programación orientado a objetos y especialmente diseñado para la creación de *Smart contracts* y su ejecución en la Ethereum Virtual Machine. Es capaz de expresar cualquier tarea realizable por el ordenador, de manera que es la única cadena de bloques pública que permite la creación de verdaderos Smart Contracts en la actualidad. TUR FÁUNEZ, *Smart contracts ...*, cit., p. 42.

En concreto, este lenguaje puede expresar cualquier tarea interpretable y realizable por un ordenador. Como resultado, en la actualidad Ethereum es la única cadena de bloques pública que permite la creación de verdaderos contratos inteligentes mediante su integración en la Máquina Virtual de Ethereum (*Ethereum Virtual Machine, EVM*) la cual aporta el entorno de ideal para la ejecución de los contratos. Esta máquina “*se encuentra completamente aislada, lo que significa que el código que se ejecuta dentro del EVM no tiene acceso a la red y permite la ejecución de programas en modo de pruebas*”³⁶.

A este respecto, los contratos se escriben típicamente en *Solidity*, y para su creación será necesario que cada una de las partes contratantes disponga de una cuenta *EOA*, desde la cual puedan remitirse mensajes y fondos a la cuenta de *Smart contract* en la que se habrá desplegado el programa³⁷.

De esta manera, Ethereum ha ampliado el horizonte del diseño de la cadena de bloques gracias a un diseño de un código sofisticado, el almacenamiento de datos y la posibilidad de mensajería, todo ello puesto al servicio del contrato inteligente³⁸.

III. DELIMITACIÓN, CONCEPTO Y NATURALEZA

Antes de entrar a analizar la problemática que generan los contratos inteligentes desde el punto de vista jurídico es necesario delimitar el concepto, las características principales y modalidades de esta figura, así como sus potenciales aplicaciones prácticas. Posteriormente, podrá entrarse a valorar sus ventajas e inconvenientes.

1. CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS

Pese a la novedad de la figura, existe un número importante de autores que se han aventurado a definirla en distintos trabajos. Sin embargo, el proceso de delimitación del *Smart contract* no se encuentra exento de dificultades al tratarse de un término que ha surgido dentro del ámbito de la informática y sobre cuyo estudio convergen diversas disciplinas³⁹. Actualmente no existe consenso en la literatura a la hora de establecer una

³⁶ TUR FÁUNEZ, *Smart contracts ...*, cit., p. 41.

³⁷ External Owned Account (Cuentas de propiedad externa), que permiten realizar diferentes operaciones como el depósito de la criptomoneda, transferencias a otras cuentas EOA y a cuentas smart contract, que son aquellas asociadas a un programa capaz de hacerse cobro y pagar sin la intervención de terceros. Véase TUR FAUNEZ, *Smart contract...*, cit., p. 41.

³⁸ R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can Smart Contracts be ...*, cit., p. 8.

³⁹ FELIU REY, J., “Smart Contract: Concepto, ...”, cit., apartado II.1.

definición universal y pueden encontrarse importantes variaciones según la perspectiva desde la que se aborde su estudio.

Aunque en este trabajo va a realizarse un análisis jurídico de la figura, es después de definirla cuando debe valorarse jurídicamente. En consecuencia, se partirá de una definición que incluya sus características principales en la realidad del tráfico y se encuentre desprovista de sesgos propios de nuestra disciplina⁴⁰.

La visión de la que parten todos los estudios que intentan definir el contrato inteligente es la aportada por Nick Szabo, que especificaba que el contrato inteligente es “*un conjunto de promesas especificadas en forma digital, que incluyen protocolos a partir de los cuales las partes llevan a cabo esas promesas*”⁴¹. En este sentido, aunque el propio término induzca al error por la morfología que utiliza -los creadores de Ethereum decidieron en 2015 que cualquier programa desarrollado en *Solidity* debía denominarse <<contract>>, aun cuando no tuviera trascendencia jurídica obligacional⁴²-, la secuencia de código no tendrá valor legal en tanto no se cumplan los requisitos que la Ley exige para su validez, independientemente del grado de complejidad del programa⁴³.

De ahí que las propuestas posteriores, más genéricas⁴⁴, definan el contrato inteligente como un “*programa informático que ejecuta órdenes predefinidas cuando ciertas condiciones dentro del sistema son reunidas*”, o programas que pueden ser ejecutados por una red de nodos sin confianza entre ellos y sin que sea necesario el arbitraje de una autoridad o tercero para suplir dicha falta de confianza.

Asimismo, numerosas publicaciones consideran que los *Smart contracts* utilizan habitualmente como soporte una cadena de bloques, pero esto no quiere decir que exclusivamente puedan implementarse dentro de este tipo de red⁴⁵. Aunque existen estudios que afirman que los verdaderos contratos inteligentes no fueron posibles hasta la

⁴⁰ FELIU REY, J., “Smart Contract:...”, cit., apartado II.1.

⁴¹ R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts ...* cit., p. 7.

⁴² TUR FÁUNEZ, C., *Smart contracts ...*, cit., p. 55.

⁴³ TUR FÁUNEZ, C., *Smart contracts ...*, cit., p. 51.

⁴⁴ Para un estudio más pormenorizado de las diferentes definiciones FELIU REY, J., “Smart Contract: Concepto...”, cit., apartado I.

⁴⁵ Ver LEGERÉN-MOLINA, A., “Los contratos inteligentes en España (La disciplina de los Smart contracts)”, apartado I, *Revista de Derecho Civil*, vol. 5, Nº. 2 (abril-junio, 2018), p. 197.

aparición de *Blockchain*⁴⁶, la realidad es que la idea de contrato inteligente -tal y como Szabo la entendió- no se hizo realidad hasta el nacimiento de Ethereum en 2015, habiendo resultado hasta entonces una idea abstracta e implausible. Esto trae su causa en el hecho de que uno de los principios básicos que fundamentan los contratos inteligentes es la capacidad de las partes de coincidir en una serie de hechos compartidos, lo cual se ha conseguido gracias al registro distribuido: las partes comparten copias idénticas del registro y usan el consenso entre la mayoría como método para resolver sus diferencias⁴⁷. Por ello, algunas definiciones se centran en la relación de la figura con la tecnología de la cadena de bloques, y lo definen como “*un fragmento de código almacenado en un libro mayor distribuido, desencadenado por transacciones ocurridas en el libro y que lee y escribe datos en la base de datos de la red*”⁴⁸.

Con todo, cuando juzgamos si el contrato inteligente puede crear relaciones legales comenzamos a analizarlo jurídicamente, pues con ello se está reflexionando sobre la capacidad de los agentes de *software* para ser titulares de derechos y obligaciones. Este tipo de análisis se realiza utilizando el término “*Smart legal contracts (contratos legales inteligentes)*”, que implica que puedan crearse contratos legalmente válidos en forma de *software*.

Por lo tanto, es necesario realizar un ejercicio de delimitación adicional. A efectos de este trabajo, partiremos de la siguiente definición jurídica acuñada por LEGERÉN-MOLINA:

“*con el término «contratos inteligentes» aludimos a aquellos acuerdos productores de efectos jurídicos cuya peculiaridad esencial es que son «autoejecutables» por estar total o parcialmente recogidos en secuencias de código: la ejecución del contenido no depende de la voluntad de las partes, sino que tiene lugar de manera automática, una vez se dan las condiciones preestablecidas por aquéllas*”⁴⁹.

Esta definición no se circunscribe exclusivamente al ámbito de la tecnología de registros distribuidos, aunque pueda ser importante para su implementación. En este sentido,

⁴⁶ TUR FÁUNEZ, C., *Smart Contracts...*, cit. p. 53.

⁴⁷Ver R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts ...* cit., p. 8, entre otros.

⁴⁸ Traducción propia de la definición de GREENSPAN, encontrada en FELIU REY, J., “Smart Contract: Concepto...” cit., apartado I.

⁴⁹ LEGERÉN-MOLINA, A., “Los contratos inteligentes...” cit., p. 195.

cuando los contratos inteligentes son considerados desde la perspectiva de la cadena de bloques se adicionan capacidades a los acuerdos autoejecutables en función del software contractual, como pueden ser⁵⁰:

- Incorporar de manera ágil los nuevos datos que pueden formar parte del contenido de las cláusulas, términos y condiciones o quedar al margen de ellas.
- Procesar tales datos para producir consecuencias jurídicas en función de lo estipulado en el clausulado. (asociar a datos externos -input- una consecuencia en virtud de lo acordado -output-).
- Preparar, adoptar e implementar diferentes medidas e instrumentos eficientes de coerción, o de pago de indemnizaciones.

En consecuencia, pese a ser consciente de que los *Smart contracts* no se implementan en exclusiva mediante la tecnología de la cadena de bloques, he realizado este trabajo considerándolos exclusivamente en el ámbito de *blockchain*, decisión que se justifica en diferentes argumentos.

El primero y más relevante estriba en el hecho de que el reducido número de regulaciones específicas que encontramos en el Derecho comparado se refieren exclusivamente a los contratos llevados a cabo mediante la tecnología de registro distribuido (como se analizará en el apartado IV).

Por otra parte, resulta importante la constatación de que la tecnología de registro distribuido les otorga una complejidad y variedad de aplicaciones superior, ya que es capaz de asegurar que el clausulado contenido en el contrato inteligente cumple con ciertos requisitos preestablecidos (por ejemplo, legales) así como almacena y replica el clausulado⁵¹. Es decir, facilita la realización de un *compliance* del acuerdo.

En última instancia, los contratos inteligentes van indisolublemente unidos al funcionamiento de la cadena de bloques, pues su utilidad principal es servir como condición para ejecutar órdenes que administren los datos encriptados en la cadena. A este respecto, cada contrato inteligente constituye un conjunto de órdenes que llega a ejecutarse gracias a un agente externo a la cadena, pero forzosamente conectado a ella, que interviene constatando o verificando la producción del hecho desencadenante. Este

⁵⁰ IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J., “Smart contract y notariado español...”, cit., apartado I.

⁵¹ KOTESHOV, D., “Smart vs Ricardian Contracts: What’s the difference?”, *Elinext.com* (disponible en <https://www.elinext.com/industries/financiamiento/trends/smart-vs-ricardian-contracts/>, último acceso diciembre de 2018 de 2018).

agente es normalmente una máquina, dispositivo digital o aplicación denominada “oráculo”, que es el proveedor de fuente de información fiable externa, y activa o bloquea la orden del contrato inteligente⁵².

Con todo, considero que las conclusiones que a lo largo de este trabajo se obtengan para los contratos inteligentes implementados en un registro distribuido podrían ser aplicables también, con carácter general, a los contratos inteligentes gestionados mediante otras tecnologías.

2. TIPOS DE SMART CONTRACT

La tipología de contratos inteligentes es muy variada, siendo susceptible de distintas clasificaciones. Algunas de las posibles categorías en las que pueden dividirse se exponen a continuación.

En primer lugar, en función de los costes de modificación y revocación asociados que supongan puede diferenciarse entre contratos inteligentes fuertes y débiles. A este respecto, los contratos inteligentes fuertes conllevan unos costes prohibitivos, de manera que si tras ser ejecutado se presenta ante un Tribunal su alteración no tendrá sentido en términos de costes. Por el contrario, si un Tribunal puede alterar los términos del contrato tras haber sido ejecutado con una facilidad relativa, entonces éste será clasificado como un contrato inteligente débil⁵³.

En segundo lugar, en atención a la forma de los contratos inteligentes pueden clasificarse según la proporción del clausulado que se redacta criptográficamente. Esto es lo que se denomina la contraposición del modelo <<externo>> frente al modelo <<interno>>, los cuales representan los dos extremos de esta clasificación⁵⁴.

En el modelo externo, el contrato legal se mantiene en lenguaje natural, pero externo al mismo se encuentran una serie de elementos que se configuran criptográficamente, de manera que se pueda obtener una ejecución automática de determinadas cláusulas cuando se den unas condiciones preestablecidas. Por lo tanto, el código no forma parte del contrato, sino que es externo a él; es un simple complemento que lleva a cabo la función

⁵² IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J.W., *Blockchain: Primeras cuestiones en el ordenamiento español*, Editorial Dickinson, 2018, p. 159.

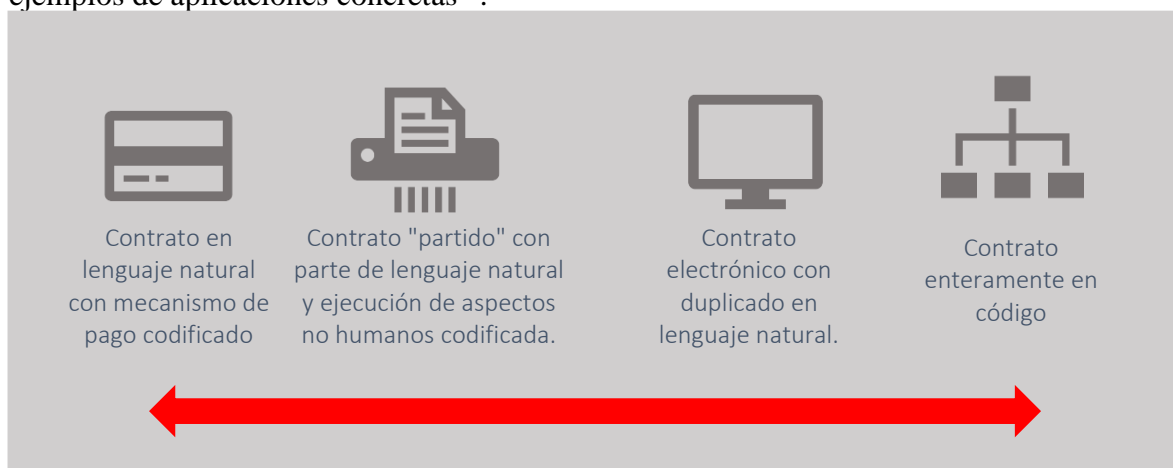
⁵³ RASKIN, M., “The Law and Legality of Smart Contracts”, *Georgetown Law Technology Review*, 2017, p. 310.

⁵⁴ ISDA LINKLATERS, *Whitepaper: Smart Contracts ...*, cit. p. 14.

de proveer a un contrato escrito en lenguaje humano de ejecución automatizada. En consecuencia, si existiese alguna diferencia entre lo establecido en lenguaje humano y el codificado prevalecería lo primero, por lo que la función de unión legal de las partes no sería cumplida por la criptografía. Esta situación no supone ninguna novedad, por lo que el modelo externo no comporta una innovación disruptiva.

En cambio, en el modelo interno, parte del contrato legal se mantiene en lenguaje natural, pero con una mayor proporción de elementos lógicos condicionales del contrato codificados, pudiendo ser tomados, interpretados y ejecutados por un ordenador, sin intervención humana⁵⁵. En estas circunstancias, aunque el contrato sigue siendo comprensible para los firmantes, existe una parte importante de código que realiza la función de atribución de derechos y obligaciones a las partes. Si el modelo interno se lleva al extremo se puede llegar a imaginar contratos completos elaborados en forma de código, con o sin equivalente en lenguaje humano, en el que las partes pudiesen otorgar fuerza legal a dicha redacción criptográfica y prestar el consentimiento sobre ella.

De esta manera podemos obtener un espectro de posibilidades del contrato inteligente, en función de cuál de los dos modelos anteriores tiene más presencia en el contrato, con ejemplos de aplicaciones concretas⁵⁶.



Fuente: Elaboración propia inspirada en R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts ... cit.*, p. 13.

⁵⁵ El texto original considera "forma de código u otro tipo de representación formal" por lo que cabrían tipologías de escritura diferentes.

⁵⁶ En relación con los modelos externo e interno y la relación del contrato criptográfico y el natural, se ha llegado a decir que pueden darse sinergias relevantes de los contratos inteligentes con el *Ricardian Contract*. Este tipo de contrato tiene su origen en el trabajo de Ian Grigg, especialista en criptografía financiera, realizado en contribución a *Ricardo*, un sistema informático creado en 1995 que toma su nombre de David Ricardo, uno de los mayores contribuyentes a la teoría del comercio internacional, que servía para ejecutar transferencias de activos. Se trata de un contrato que "tiene forma digital y que define los términos

Finalmente, en el contexto de contratos creados, gestionados e implementados en redes de registro distribuido, estos pueden clasificarse en función de si el registro en el que se incluyen requiere permisos de acceso, no los requiere o se basa en el consenso⁵⁷.

3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS CONTRATOS INTELIGENTES

La automatización de la ejecución del contrato y la cadena de bloques como medio para su consecución son las cuestiones que más atención han despertado en la doctrina gracias por una parte a la generalización de Bitcoin, y por otra a la interés en la tecnología en que se sustenta. En consecuencia, pueden encontrarse múltiples opiniones contrastadas que resaltan las ventajas y desventajas asociadas a los contratos inteligentes, algunas de las cuales se presentan a continuación junto con valoraciones propias sobre cada uno de los argumentos expuestos.

3.1 Ventajas frente a las formas de contratación tradicional

En primer lugar, debido a la invariabilidad – en principio- de lo programado, los contratos inteligentes suponen importantes ventajas en situaciones con bajo nivel de incertidumbre y repetitivas entre partes del contrato, que no siempre tienen por qué ser las mismas.

A este respecto, el código podría diseñarse como un “formulario” en el que, una vez rellenados los “espacios vacíos” -que en programación consiste en atribuir a las variables valores de referencia-, se autoejecutará tan pronto como se produzca la prestación del consentimiento por las partes cumpliendo las previsiones legales que, en su caso,

y condiciones de una interacción entre una o más pares, y que se encuentra firmado criptográficamente (tanto la copia natural como la criptográfica) y verificado.” Aunque el *Ricardian contract* y los contratos inteligentes guardan similitudes, se trata de nociones diferentes. El contrato inteligente se refiere a un acuerdo digital que ya ha sido consentido y que puede ser ejecutado de manera automática, mientras que el *Ricardian contract* sigue el modelo del contrato y reproduce las “intenciones” y “acciones” independientemente de que hayan sido ejecutadas. Aunque no necesariamente, los *Ricardian contracts* pueden referirse a secuencias de código, de manera que no cualquier contrato inteligente es un *Ricardian contract* y viceversa. Una de las particularidades de este tipo de contrato electrónico es que puede reproducirse automáticamente en un soporte comprensible para las personas, incluso en imágenes y gráficos aparte del contrato criptográfico. Al combinarse con un contrato inteligente puede conseguirse la automatización: Ian Grigg presenta los tres elementos del *Ricardian Contract* (prosa, parámetros y código), de manera que la prosa legal es unida mediante parámetros al código del contrato inteligente que proporciona la automatización. Por ejemplo, un agente de software podría haber establecido que el contrato se inicie en un registro distribuido y, una vez iniciado, proceda a llevar a cabo varias transferencias de valor de conformidad con la prosa legal. De esta manera, los parámetros son datos externos que informan al código de los detalles operacionales finales. Véase CLACK, C., BAKSHI, V., BRAINE, L, “Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions”, *Cornell University Library*, p. 3 (disponible en <https://arxiv.org/abs/1608.00771>, último acceso 10 de octubre de 2018).

⁵⁷ Esto último quiere decir que la participación en un contrato inteligente puede supeditarse a reunir ciertos requisitos, no necesitar ningún tipo de requisito o regirse por un algoritmo que constituye un conjunto de normas del que depende la participación en el contrato inteligente. Véase sobre esta cuestión, VON AHN, “Legal implications of financial technology”, *The Fintech Edition 2018*, 2018, Abstract 4, p. 19.

correspondan⁵⁸. Imaginemos un proveedor que tiene el mismo tipo de contrato para todos sus clientes permanentes, cuyas relaciones son frecuentes y solo varían el tamaño de los pedidos (por ejemplo, el suministrador de energía): la automatización de este tipo de contrato mediante contratos inteligentes puede suponer importantes ventajas para ambas partes. Al reaccionar los contratos inteligentes a estímulos digitales, considerando la tendencia actual hacia una digitalización de los registros, se pueden generar ganancias importantes en eficacia gracias a la redacción digital de este tipo de acuerdos⁵⁹.

En segundo lugar, los contratos inteligentes pueden suponer relevantes avances en eficiencia. Esto trae causa en que permiten solucionar el problema de la falta de confianza entre las partes⁶⁰, así como producen ahorros en costes de transacción a todos los niveles desde la negociación a la perfección del contrato⁶¹.

Sin embargo, esta ventaja debe ser matizada. Existen diversos artículos doctrinales que argumentan que esta figura no supone un ahorro en costes tan sustancial como se pretende⁶². Si bien es evidente que pueden disminuir los costes de transacción, se ha dicho que no pueden llegar a eliminarlos completamente, puesto que dan lugar a la aparición de otro tipo de costes produciendo como resultado un solapamiento de efectos. En última instancia, estas tendencias contrapuestas deberían ser valoradas y comparadas de manera individualizada en cada transacción para determinar la existencia de esta ventaja en cada tipo de contrato inteligente. Entre otras cuestiones, la problemática surge del hecho de

⁵⁸ TUR FÁUNEZ, C., *Smart contracts...*, cit. p. 58.

⁵⁹ BOUCHER, P., NASCIMENTO S., KRITIKOS M., *How blockchain can change our lives, In-depth analysis*, European Parliament Research Service and Foresight, Behavioural Insights and Design for Policy Unit, DG JRC, European Commission, February 2017, p. 15 (accesible en http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_IDA%282017%29581948, último acceso 09-08-2018).

⁶⁰La búsqueda de la ejecución automática responde a una falta de confianza entre las partes para la que ya se han dado diferentes soluciones, como los créditos documentarios. Se trata de una figura contractual que surge por la desconfianza existente debido a la lejanía entre las partes en las compraventas internacionales, así como por el desconocimiento de las normativas vigentes en los países extranjeros. En estas relaciones el comprador es reticente al pago y el vendedor reticente a la entrega de la mercancía por la falta de seguridad. De esta manera, en estos contratos intervienen los bancos de las partes, “*obligándose a hacer pagos a un tercero o a autorizar a otro banco para que efectúe tal pago, pero siempre contra la entrega de los documentos exigidos y cumpliendo rigurosamente los términos y condiciones del crédito*”. Para más información, LARGO GIL, R., HERNÁNDEZ SÁINZ, E., *Manual de Derecho mercantil, vol. 2: Derecho del mercado financiero y derecho concursal*, 4ª edición, 2018, pp. 234 y ss.

⁶¹ Especialmente al sustituir la intervención judicial por cumplimiento automatizado, WERBACH K., CORNELL, N., *Contracts ex ...*, cit., p. 335.

⁶² SKAROFF, J., “Smart Contracts and the Cost of Inflexibility”, *University of Pensilvania Law Review*, Vol. 166, 2017 (accesible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3008899 último acceso 18 de septiembre de 2018), pp. 292 -298.

que el lenguaje criptográfico exige un alto nivel de precisión, lo cual puede dar lugar a diferentes situaciones conflictivas en una relación contractual con efectos jurídicos. Algunas de ellas pueden ser las que describimos a continuación.

En el caso en el que las partes deseen modificar alguna de las cláusulas del contrato (pongamos, otorgar un aplazamiento de sesenta días del pago) probablemente un nuevo contrato debería ser redactado, con los costes que la nueva redacción criptográfica acarrea ya que precisa de la utilización de personal muy cualificado. Adicionalmente, esta situación puede dar lugar a nuevos puntos sobre los que las partes deberán negociar, como puede ser, por ejemplo, las consecuencias derivadas de un posible incumplimiento tras el aplazamiento.

En el caso en que las partes precisen la inclusión de conceptos jurídicos indeterminados, al estar el contrato inserto en una cadena de bloques, la consecuencia jurídica se dará cuando una mayoría de nodos certifique mediante consenso que las circunstancias desencadenantes se han producido. Esta necesidad de una certificación consensuada puede ser problemática ante este tipo de conceptos, especialmente si los participantes de la cadena no tienen formación jurídica.

En ocasiones, las partes consiguen disminuir los costes de negociación resolviendo situaciones mediante costumbres que están implícitas en las relaciones. En cambio, en un contrato inteligente deberían aparecer de manera explícita, lo que acarrearía mayores costes de negociación.

No obstante, algunas de las excepciones a los ahorros de eficiencia generados por la figura han sido realizadas pensando en una relación contractual representada, completa y únicamente, en forma criptográfica. Sin embargo, anteriormente se ha demostrado que esta no es la única estructura posible del contrato inteligente, para el que existe un amplio abanico de opciones formales⁶³. En este sentido, el contrato inteligente debe ser diseñado y adecuado a los objetivos de la relación concreta que las partes persiguen con él. En el

⁶³ De esta manera, para relaciones contractuales complejas que precisen de la inclusión de conceptos jurídicos indeterminados podría reservarse una parte del contrato para ser escrito y consentido en lenguaje natural, lo que da lugar a un gran abanico de posibilidades en las que caben figuras como el arbitraje. Adicionalmente, los contratos inteligentes pueden diseñarse para que ciertas excepciones se observen de manera automática y se vea reducido el margen de error en las relaciones. Véase WERBACH K., CORNELL, N., “*Contracts ...*”, *cit.* p. 335.

caso en que no se produzca esta adaptación pueden generarse más costes que beneficios “malogrando o incluso inutilizando las bondades del instrumento”⁶⁴.

En tercer lugar, los contratos inteligentes reducen o incluso eliminan los problemas derivados del incumplimiento, sin necesidad de incurrir en costes extraordinarios dedicados a la vigilancia o la intermediación entre las partes⁶⁵. Es decir, cuando en las ejecuciones contractuales tradicionales existe un incumplimiento es la parte que pretende que el contrato se cumpla la que ha de incurrir en costes extraordinarios derivados entre otros de la litigación y de los esfuerzos destinados a conseguir el cumplimiento conforme a lo pactado. En este sentido, la parte que ostenta mayor fortaleza en su posición es la parte que, pese a haberse obligado, ha incumplido. Si, en estas circunstancias, la ejecución fuera automática se produce una inversión de posiciones: la parte que incumple el contrato es aquella que deberá invertir esfuerzos y recursos en revertir la situación obtenida mediante la ejecución automática del contrato. Salvando diferentes circunstancias que pudiera ofrecer la casuística y limitándonos a incumplimientos ilícitos en virtud de la relación contractual, parece que la ejecución automática hace que el reparto de poder entre las posiciones de las partes sea más justo, pues la parte que ha cumplido ya no tiene que “perder” para conseguir que se cumpla lo pactado.

Por otro lado, la mecánica del contrato inteligente dificulta el pago a un acreedor aparente. Debido a la precisión del lenguaje criptográfico, resulta complicado que el código reconozca a otra persona que se encuentre “en posesión del crédito”, en el sentido del artículo 1164 del CC, especialmente cuando se ha señalado por la jurisprudencia que no basta con la mera tenencia del título acreditativo de la deuda y, por tanto, ha de entenderse al acreedor como <<adecuada y razonablemente aparente>>⁶⁶. No parece probable que un contrato inteligente pueda asumir este tipo de términos en su redacción.

Finalmente, los contratos inteligentes permiten una reducción del riesgo de interpretaciones discordantes de los datos de entrada entre las partes, facilitan la verificación de la identidad de las partes, generan una mayor transparencia al asegurar la corrección de los registros, aseguran el cumplimiento de los requisitos de *compliance* que

⁶⁴ IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J., “Smart contract y notariado español: ...”, *cit.*, apartado I.

⁶⁵ WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts ...”, *cit.* p. 353.

⁶⁶ Véanse las sentencias citadas por LEGERÉN MOLINA, M., “Los contratos inteligentes...”, *cit.*, p. 233.

se establezcan⁶⁷ y contribuyen a la generación de nuevos modelos de negocio. En última instancia, se ha dicho que los contratos inteligentes tendrían como principales beneficiarios a las instituciones financieras y a los consumidores⁶⁸.

3.2. Desventajas argumentadas por parte de la literatura

Además de las matizaciones realizadas a algunas de las ventajas anteriormente expuestas, los contratos inteligentes han sido puestos en tela de juicio por parte de la literatura especializada, que ha resaltado las importantes desventajas que la figura puede tener cuando es observada desde la perspectiva de las relaciones contractuales.

En primer lugar, se ha argumentado como inconveniente la excesiva transparencia que supone el contrato inteligente asociado al libro mayor redistribuido -especialmente en lo relativo al historial de las transacciones de los contratantes, así como en lo referente a los datos sobre circunstancias colaterales a la operación, cuya publicidad es innecesaria, pero cuyos datos aparecen en el registro-. A este respecto opino, siguiendo a Javier Ibáñez Jiménez, que tal argumento carece de sentido al no poder establecerse como defecto de un sistema el exceso de transparencia y veracidad de sus datos, pues ello no perjudica a la relación contractual, sino más bien a los intereses de las empresas y gestores que quieran hacer un uso indebido de la cadena de bloques⁶⁹.

En segundo lugar, los contratos inteligentes han sido criticados por no ser capaces de prever todos los supuestos de hecho capaces producir consecuencias jurídicas en virtud del contrato. Sin embargo, esto es una problemática intrínseca al fenómeno de las relaciones contractuales: incluso si un contrato hubiese previsto infinitas situaciones de hecho para su redacción no estaríamos hablando de un contrato inteligente, sino de un contrato muy completo. En respuesta a esta crítica existen dos argumentos que destacan por su interés. Por un lado, se ha sugerido el prever cláusulas para los fallos, es decir, para que incorporen algoritmos que permitan al contrato inteligente asignar una solución que, ante situaciones imprevistas o fallos en el sistema, suponga el menor daño posible. El

⁶⁷ COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION, *A primer on Smart Contract*, 27 de noviembre de 2018 (disponible en https://www.cftc.gov/sites/default/files/2018-11/LabCFTC_PrimerSmartContracts112718_0.pdf último acceso 21 de diciembre de 2018), apartado 3.

⁶⁸ VON AHN, “Legal ...”, cit., p. 24.

⁶⁹ IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J., “*Smart contract y ...*”, cit., apartado II. Ventajas Contrastadas del SC en materia de tutela ..., 2. Algunas dificultades (más bien aparentes) del sistema. Igualmente, el autor defiende si la excesiva transparencia sigue suponiendo un problema, puede limitarse el acceso a ciertos datos a determinados usuarios, así como puede segmentarse la información registrada en diferentes niveles de privacidad gracias. En este sentido, en los últimos tiempos se han potenciado las redes públicas y privadas

coste asociado a los errores o a circunstancias imprevistas en el contrato puede ser muy alto, por lo que Ethereum recomienda diferentes técnicas de programación que permiten a los contratos “fallar con dignidad”⁷⁰.

Por otro lado, se ha sugerido el crear contratos que sean capaces de “autointegrarse”, es decir, crear contratos que sean capaces de “entenderse” a sí mismos y a las modificaciones practicadas sobre ellos de manera que cuando se dé una situación que no haya sido prevista previamente sean capaces de autointerpretarse aportando una solución coherente con el resto de cláusulas, sin perjuicio de que las partes luego las modifiquen o las intenten anular. Sin embargo, esta solución es altamente improbable en la actualidad, puesto que el hecho de que un programa informático pueda rellenar las lagunas encontradas en su redacción de la misma manera que lo haría un juez es un enorme desafío para la inteligencia artificial⁷¹.

Como se ha dicho, el lenguaje de los ordenadores es simple y preciso, basado en el esquema lógico de si se produce A entonces sucederá B⁷², por lo que actualmente no son capaces de lidiar con la ambigüedad de las relaciones contractuales. Además, es necesario tener en cuenta que cuando un juez completa lagunas contractuales utiliza una serie de cláusulas destinadas a restaurar o garantizar el equilibrio contractual -*rebus sic stantibus*, buena fe...-, y que, a menudo, sirven para garantizar más la equidad que la aplicación estricta del Derecho. El objetivo en estos casos no es descubrir qué habrían pactado las partes, sino encontrar una solución equitativa⁷³. Resulta difícil imaginar que semejante ejercicio intelectual pueda ser realizado por una máquina o una secuencia de código, por muy sofisticado que sea.

En tercer lugar, se ha dicho que en los contratos inteligentes existe dificultad a la hora de comprobar exhaustivamente ciertos elementos del contrato, como la capacidad de las partes y la comprobación de la inexistencia de vicios del consentimiento. En esta línea se defiende que la nulidad o la anulabilidad queda comprometida o es de imposible

⁷⁰ MUELLER, B., “Safety”, *GitHub.inc*, 9 de Octubre de 2018 (disponible en <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/Safety> último acceso diciembre de 2018).

⁷¹ WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts ex.”, cit., p. 366.

⁷² PRENAFETA RODRÍGUEZ, J., “Smart contracts: ...”, cit., p. 3.

⁷³ AGUILA-REAL, J., “Contratos inteligentes (I)”, *Almacén de derecho*, 1 de junio de 2013, (accesible en <https://derechomercantilesmana.blogspot.com/2016/06/contratos-inteligentes.html> último acceso 25 de septiembre de 2018).

aplicación en este tipo de contratos⁷⁴. El propio funcionamiento de la cadena de bloques puede provocar problemas en la traslación de los efectos retroactivos del negocio o incluso ser inviable en la práctica⁷⁵. Por ello, resulta evidente que la tecnología del registro distribuido podría ser incompatible con la nulidad contractual.

A este respecto, se ha llegado a afirmar que la autoejecución puede llegar a ser una amenaza a los derechos de las partes al dar lugar a decisiones irrevocables⁷⁶. Considero que esta afirmación es incorrecta, puesto que el utilizar un contrato inteligente para plasmar una relación forma parte de su derecho a la libre disposición, y a través de ella las partes dan prioridad a la ejecución contractual en el caso en que se den las circunstancias previstas en el contrato, en vez de tener que perseguirla forzosamente en caso de incumplimiento. En cambio, para caso de que las consecuencias obtenidas por el contrato inteligente sean diferentes a las perseguidas por las partes éstas litigarían para conseguir la restitución de las circunstancias a la situación anterior o la reversión de las transacciones efectuadas, en vez de que lo perseguido sea la ejecución contractual -la cual, como se ha dicho, se prioriza-, como sucedía en la contratación tradicional. En consecuencia, no parece correcto afirmar que las transacciones devienen irrevocables por el simple hecho de establecerse criptográficamente⁷⁷.

Adicionalmente, se ha criticado que la utilización de contratos inteligentes no viene exenta de ciertos riesgos, como pueden ser la posibilidad de que sean utilizados para circunvalar la normativa vigente, así como el hecho de que sean objeto de fraude y manipulación maliciosa⁷⁸. También es cierto que esta figura introduce riesgo operacional,

⁷⁴ PRENAFETA RODRÍGUEZ, J., “Smart contracts...”, cit., p. 3.

⁷⁵ El hecho de que los nodos que llevan en sí las transacciones e inscrito en ellos el contrato se aprueban por consenso y exigen una fuerza computacional enorme para su modificación, y más cuanto más anteriores sean los nodos.

⁷⁶ WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts ex...”, cit., pp. 332 y 376.

⁷⁷ No obstante, somos conscientes de que la casuística es infinita. Es posible que haya situaciones en que la reversión de la situación a las circunstancias anteriores antes de producirse sea imposible por la naturaleza de la cosa, o por tratarse de una obligación de hacer en la que no baste con la restitución de las transacciones. En estas situaciones las partes deberían tomar en consideración ciertas circunstancias especiales de su relación contractual para elegir el tipo y la forma contractual que más les beneficie.

⁷⁸ COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION, *A primer on Smart ...*, cit., apartado 3.

técnico y relativo a la ciberseguridad: solo el 3% de los contratos inscritos en Ethereum fallan⁷⁹, pero estos “accidentes” generan consecuencias millonarias.

No obstante, algunos de estos riesgos e inconvenientes podrían solucionarse mediante la generalización de códigos de buenas prácticas de diseño y utilización, que determinen responsabilidades para los posibles fallos del contrato. Como se ha dicho, Ethereum recomienda diferentes fórmulas para conseguir que los contratos “fallen con dignidad”, produciendo los menores efectos adversos posibles. Del mismo modo, podrían diseñarse haciendo ciertas presunciones en función del tipo de relación que vayan a contener, creando algo parecido a “plantillas” para otros contratos⁸⁰.

4. UTILIZACIÓN DE LOS SMART CONTRACTS EN DISTINTOS ÁMBITOS REGULADOS POR EL DERECHO MERCANTIL

En el ámbito de las relaciones jurídico privadas, los contratos inteligentes pueden proporcionar medios para facilitar la ejecución de instrumentos como los testamentos o los depósitos en garantía -ya sea el civil o el mercantil-, ya que estos desembolsan fondos o liberan activos una vez se han verificado la concurrencia de determinadas circunstancias⁸¹. No obstante, es en el ámbito mercantil donde se encuentra el mayor número de aplicaciones potenciales o que actualmente ya se implementan.

Así, el mercado financiero presenta uno de los terrenos más fértiles para la contratación inteligente. En primer lugar, en combinación con la *Smart property*⁸² y el Internet de las cosas permiten la realización de contratos de leasing o cualquier otra figura arrendaticia -por ejemplo, conectando el candado de un coche a un registro distribuido o mediante oráculos, y proveyendo de claves de acceso exclusivamente a la persona que haya pagado la tarifa de acceso- mediante el uso de claves criptográficas. Gracias a este sistema el arrendador puede retirar el acceso al activo en cualquier momento que el arrendatario incumpla⁸³.

⁷⁹ LEE, S., “Blockchain Smart Contracts: More Trouble Than They Are Worth?”, *Forbes*, (disponible en <https://www.forbes.com/sites/shermanlee/2018/07/10/blockchain-smart-contracts-more-trouble-than-they-are-worth/#76cc02fd23a6> último acceso diciembre 2018).

⁸⁰ COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION, *A primer on Smart...*, cit., apartado 3.

⁸¹ WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts ex ...”, cit., p. 337.

⁸² Por la cual los derechos asociados a los objetos están conectados a ellos mediante su conexión a internet.

⁸³ WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts ex ...”, cit., p. 337.

En segundo lugar, multitud de activos financieros pueden beneficiarse de las ventajas relacionadas con la utilización de contratación inteligente. Son muchos aquellos en los que ya ha comenzado a utilizarse, debido a que resulta de gran utilidad la capacidad de predefinir una serie de valores – como la cantidad a comprar, la calidad, el momento de envío etc.- a la concurrencia de diferentes circunstancias -una fecha determinada, un tipo de interés, el valor de un activo etc.-. Su aplicación sería de especial interés en activos como los *equity swaps*⁸⁴, los créditos documentarios⁸⁵ o a contratos de derivados⁸⁶.

En tercer lugar, en el ámbito de los medios de pago también existe un importante abanico de posibilidades. Por una parte, el sistema encaja perfectamente con los sistemas de pago en dinero electrónico (vid. Art. 8.1 de la Ley 21/2011, de 26 de junio, de Dinero Electrónico⁸⁷). Su escasa utilización actual trae su causa en la exigua oferta comercial de medios de pago mediante dinero electrónico por parte de las entidades de crédito, pues los instrumentos de pago electrónico a distancia no parecen compatibles con los contratos inteligentes⁸⁸. Sin embargo, el pago por medio de criptomonedas o instrumentos de dinero electrónico es exclusivamente realizable en el seno de *blockchain*, por lo que son perfectamente compatibles con contratos inteligentes implementados en una cadena de bloques⁸⁹.

Adicionalmente, en mi opinión el contrato inteligente cuenta con un alto grado de compatibilidad con el contrato de seguro, pues permite la liberación de fondos una vez se han comprobado que se dan unos requisitos preestablecidos. No obstante, en el ámbito de los seguros de salud podrían encontrarse situaciones conflictivas: concretamente al monitorizar datos biológicos del paciente para poder comprobar que se da el supuesto de

⁸⁴ JP Morgan y Credit Suisse han realizado un test con un contrato inteligente en el caso de una *equity swap*, que incluía complejos servicios post venta, como transferencias de pago de los márgenes o procedimientos de acciones corporativas. DEL CASTILLO, *JP Morgan, Credit Suisse among 8 in latest bank blockchain test*, 18 de octubre de 2016 (disponible en <https://www.coindesk.com/jp-morgan-credit-suisse-among-8-in-latest-bank-blockchain-test> último acceso enero de 2019).

⁸⁵ En 2016 el Bank of America, Merrill Lynch, HSBC e Infocomm Development Authority of Singapur aplicaron con éxito la cadena de bloques y el contrato inteligente a una transacción con una letra de crédito. RAMACHANDRAN, V., “Blockchain can pull trade into the digital age”, *HSBC*, 2 de marzo de 2017 (disponible en <https://www.hsbc.com/news-and-insight/2017/blockchain-can-pull-trade-into-the-digital-age> último acceso enero de 2019).

⁸⁶ LEGERÉN-MOLINA, A., “Los contratos inteligentes...”, cit., 193 a 206.

⁸⁷ Ley 21/2011, de 26 de junio, de Dinero Electrónico, (*BOE* núm. 179, de 27 de julio de 2011).

⁸⁸ Debido a que para poder acceder a los fondos de una cuenta corriente para liberar pagos es preciso obtener autorización para el pago, verificación de credenciales y comprobación de fondos entre otros.

⁸⁹ LEGERÉN-MOLINA, A., “Los contratos inteligentes ...”, cit., p. 235.

hecho asegurado en el contrato, debido a la especial relación de estos datos con el derecho a la intimidad del paciente y su derecho a no ser sujeto a una decisión basada en un tratamiento de sus datos (vid. art. 22 del Reglamento General de Protección de Datos⁹⁰). No obstante, cabría entrar a estudiar este punto debido a que el apartado 2 de dicho artículo establece una serie de excepciones a la aplicación, y en el apartado a) se establece la situación en que para la celebración o ejecución de un contrato entre el interesado y un responsable del tratamiento sea necesario dicho tratamiento automatizado. En este sentido, el contrato de seguro podría verse dentro de esta excepción.

Por otra parte, si dentro del Registro de Marcas y Patentes se implementara la tecnología de la cadena de bloques se podrían llevar a cabo contratos inteligentes sobre dichos derechos de propiedad industrial que podrían dar lugar a numerosos beneficios.

Finalmente, destaca la utilización de los contratos inteligentes para la creación de sistemas de inversión colectivos, como las Organizaciones Autónomas Descentralizadas (*Decentralized Autonomous Organization*, DAO). Se trata de organizaciones descentralizadas, valga la redundancia, desplegadas en un registro distribuido que organiza formas de autogobierno y toma de decisiones mediante la utilización de software. Consiste en la materialización de los diferentes contratos necesarios para llevar a cabo una sociedad mediante contratos inteligentes, lo cual lleva a la solución de diferentes problemas de la forma social: en primer lugar, impide que las personas que formen la organización no sigan las reglas prescritas, así como obliga a tomar decisiones conforme a dichas reglas⁹¹. De esta manera, se elimina el oportunismo y la mala fe que pueda motivar en algunos casos las actuaciones humanas.

La primera DAO -llamada The DAO- surgió en el registro distribuido de Ethereum, y estableció las pautas de creación de las DAO. De esta manera, los desarrolladores prometen a los inversores *ether* -criptodivisa típica de Ethereum- a cambio de *tokens*, que son derechos de voto y de propiedad indivisibles. De esta manera, las organizaciones y proyectos que buscasen financiación se registrarían en otra interfaz, en la que los

⁹⁰ Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (DOUE núm. 119/1 de 4 de mayo del 2016).

⁹¹ NAVARRO LÉRIDA, M.S., “Gobierno corporativo, blockchain y smart contracts. Digitalización de las empresas y nuevos modelos descentralizados (DAOS) (1) (2)”, *Revista de Derecho del Mercado de Valores* nº 23(2018), apartado III.

inversores votarían los proyectos con la intención de obtener un rendimiento, y cuando las organizaciones tuviesen suficientes votos recibirían los fondos⁹².

Sin embargo, The DAO supone también una manifestación de los enormes daños que pueden generarse con el uso de estas innovaciones técnicas. En su caso, los usuarios cedieron más de 160 millones de dólares en Ether en cuestión de semanas desde que se lanzó la plataforma. Sin embargo, en cuestión de semanas un hacker o grupo de ellos se percató de un error en el código sobre el que se sustentaba la organización y lo explotaron para desviar más de 60 millones de dólares⁹³. Incluso aunque los fondos desviados no fueron inmediatamente desembolsados, la principal problemática se basaba en que las transacciones eran perfectamente legítimas⁹⁴ desde el punto de vista del código y, aunque un Tribunal ordenara la devolución de los fondos, no existía método legal o técnico de recuperarlos sin socavar el sistema entero. En consecuencia, lo anterior supuso el fin de The DAO, ya que se abrió una bifurcación de la totalidad de la cadena de bloques de Ethereum en dos cadenas incompatibles, suponiendo el primer gran fracaso de las criptomonedas⁹⁵.

IV. REGULACIÓN DE LOS SMART CONTRACTS

1. DERECHO COMPARADO

Los contratos inteligentes son una figura que ha surgido de la mano de Bitcoin, la divisa criptográfica que ha supuesto un fenómeno global. Se trata de una situación que puede tener importantes consecuencias para las sociedades modernas, y de la que se están haciendo cargo tanto potencias internacionales como instituciones financieras y empresas. En consecuencia, resulta interesante analizar la incardinación de los contratos inteligentes en las diferentes regulaciones. Así, se observa que la variedad de soluciones en el marco del Derecho Comparado es muy amplia, y pueden encontrarse tanto Estados que han sido pioneros en reconocer la figura en sus normativas y darle un tratamiento

⁹² WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts ex ...”, cit., p. 350.

⁹³ NAVARRO LÉRIDA, M.S., “Gobierno corporativo...”, cit., apartado III.

⁹⁴ El propio atacante dirigió una carta abierta defendiendo la legitimidad de las de las transacciones debido a que “*el código DAO es la Ley*”.

⁹⁵ NAVARRO LÉRIDA, M.S., “Gobierno corporativo...”, cit., apartado III. y WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts ex ...”, cit., p. 350.

específico, como Estados que todavía no lo han hecho, y quizás no lo hagan. Ambas situaciones suponen importantes implicaciones que deben tenerse en cuenta, y que se analizarán en los siguientes apartados.

1.1 Estados sin normativa específica

La falta de regulación específica de los contratos inteligentes o de la tecnología en la que se basan es la regla general entre los Estados occidentales. La solución en estos países es aplicar el Derecho general de contratos y obligaciones al nuevo fenómeno. El problema es que las soluciones previstas en las normas que lo integran no están pensadas para este tipo de relaciones. A estos efectos, tienen particular importancia las normas que regulan la contratación mediante condiciones generales y las que se ocupan del contrato electrónico. Destacamos aquí la posición de dos países con sistemas jurídicos distintos: Gran Bretaña y Alemania.

A) Gran Bretaña

La primera duda que se suscita es si el *Smart contract* puede considerarse un verdadero contrato conforme al Derecho británico. En este sentido, la ley inglesa exige cuatro⁹⁶ elementos necesarios para la validez de los contratos: la oferta y la aceptación, la transferencia de valor, la intención de crear relaciones legales y la completitud de términos⁹⁷.

Sin embargo, es la oferta y la aceptación el requisito que debe analizarse con mayor atención⁹⁸ para el caso de los contratos inteligentes. La oferta y la aceptación son concebidas en Derecho británico de una manera objetiva, por lo que basta con la mera apariencia de ofrecer o aceptar, de manera que los Tribunales aceptan que las partes establezcan libremente qué actos constituyen una aceptación. En este sentido, los correos electrónicos han sido considerados por los Tribunales como capaces de constituir ofertas y aceptaciones válidas, por lo que teóricamente no debería existir objeción a usar

⁹⁶ VON AHN, “Legal ...”, p. 21.

⁹⁷ Para un análisis pormenorizado de los requisitos para la formación de los contratos en Reino Unido ADVOCATES FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT, *At a glance guide for Basic Principles of English Contract Law*, 2016, (disponible en <http://www.a4id.org/wp-content/uploads/2016/10/A4ID-english-contract-law-at-a-glance.pdf>, último acceso 19 de noviembre de 2018).

⁹⁸ Así, los tres últimos requisitos no tienen diferencias importantes en relación con los contratos inteligentes; la adecuación de la transmisión de valor necesaria no suele preocupar a los Tribunales, la intención de crear relaciones se mide de manera objetiva y hay una inversión de la carga de la prueba -bastante difícil de argumentar en un *Smart contract*- y la completitud contractual puede verificarse mediante una prueba pericial. Resumen propio de R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts ...*, cit., pp. 22-26.

cualquier forma de mensajería electrónica con este propósito. Al iniciarse los contratos inteligentes mediante mensajería, sería sorprendente que los Tribunales Británicos realizaran distinciones a este respecto⁹⁹.

De esta manera, el que se considere o no contrato puede variar en función del tipo de contrato inteligente y la matriz sobre la que opere, pero el hecho de que sea exclusivamente electrónico o incluso redactado en forma criptográfica no parece ser determinante a la hora de establecer su validez. Es de interés el debate en torno a si los contratos inteligentes iniciados directamente por un software constituyen una declaración de oferta o aceptación válida. No obstante, de momento no existe opinión directa de los Tribunales británicos, por lo que se mantiene la incógnita de su validez bajo la ley británica¹⁰⁰.

B) Alemania

Alemania tampoco cuenta actualmente con una normativa que regule ni directa ni indirectamente la utilización de los contratos inteligentes. Por ello, su capacidad para crear relaciones legales válidas entre las partes y, por tanto, su consideración legal como contratos, quedan supeditadas a la normativa relativa a la formación contractual.

Para concluir un contrato bajo la legislación alemana, resultan necesarias también una oferta y una aceptación, por lo que las partes tienen que expresar su voluntad de crear relaciones contractuales. En este sentido, los contratos inteligentes han dado lugar a un debate sobre la posibilidad de que las máquinas (y/o códigos) puedan realizar declaraciones de voluntad válidas al amparo de esta normativa, las cuales requieren de dos elementos indicados en el Código Civil Alemán:

“El subjetivo consiste de: (1) la voluntad de actuación, (2) la conciencia de hacer una declaración y (3) la voluntad de comprometerse en una transacción. El elemento objetivo requiere que el comportamiento de la parte declarante implique una voluntad de conseguir consecuencias legales”¹⁰¹.

A este respecto, el Tribunal Supremo Federal trató este tema en una sentencia de 16 de octubre de 2012 y consideró que no es posible que un código formule una declaración de

⁹⁹ R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts ...*, cit., p. 22.

¹⁰⁰ R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts ...*, cit., p. 22.

¹⁰¹ Traducción propia R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts...*, cit., p. 42.

voluntad válida y suficiente. Sin embargo, se ha resuelto este problema mediante la atribución de estas declaraciones de voluntad a la persona responsable de la máquina o el software, analizando hasta dónde se satisfacen los requisitos legales de la voluntad de la persona y la conciencia de haber realizado esta declaración. Concretamente, tanto la doctrina como la jurisprudencia toman como referencia el momento de activación de la máquina o el código, y se interpreta como un “poder general” entregado a la máquina por parte de la persona. Por lo tanto, el titular actúa con una conciencia genérica de su declaración de voluntad, que más tarde se atribuye a las acciones emprendidas por la máquina¹⁰².

1.2 Estados con normativa específica

Por otra parte, existen Estados que han sido pioneros en recoger esta figura o, al menos mencionarla. Analizamos brevemente los casos de Estados Unidos y Francia, dado su interés.

A) *Estados unidos*

Con respecto a la normativa estadounidense, los contratos precisan de los mismos requisitos de validez que los exigidos en el régimen de la Common Law. Sin embargo, las transacciones de bienes y servicios se regulan por el Código de Comercio Uniforme, el cual puede incluir variaciones entre Estados¹⁰³.

Pese a no existir una regulación nacional específica, la primera experiencia regulatoria de los contratos inteligentes se encuentra en el Estado de Arizona¹⁰⁴, donde la nueva normativa de transacciones electrónicas les otorga el estatus de contratos electrónicos e impide que se les deniegue la naturaleza contractual exclusivamente por su forma. Adicionalmente, esta ley aporta una definición legal tanto de la cadena de bloques como de los contratos inteligentes, a los que se refiere como “*un programa impulsado por*

¹⁰² Según el caso del Tribunal Supremo (Bundesgerichtshof) en su sentencia de 16 de octubre de 2012 (X ZR 37/12) y la doctrina mayoritaria, las máquinas o el software no pueden hacer una declaración de voluntad válida y suficiente, pues se requiere un comportamiento humano y capacidad legal, de la cual carecen éstos sistemas y no puede ser sustituida por la inteligencia artificial. Para más información, ver R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts ...*, cit., p. 42.

¹⁰³ La gran problemática relativa a su validez consiste en probar que reúnen todos los requisitos necesarios para ser considerados válidos. No obstante, podría resolverse analizando cómo los tribunales han lidiado con innovaciones tecnológicas anteriormente, como es el caso del comercio electrónico, R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts ...*, cit., p. 27-29.

¹⁰⁴ Véase 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 (disponible en <https://legiscan.com/AZ/text/HB2417/id/1497439>, último acceso 19 de noviembre de 2018).

*eventos, con capacidad de ejecutarse y que lo hace mediante un libro mayor distribuido, descentralizado, compartido y replicado, que puede hacerse cargo de la custodia de los activos incluidos en el registro e instruir transferencias de los mismos”*¹⁰⁵.

Sin embargo, Arizona cuenta con otra Ley que declara ilegal la utilización de métodos que permitan el seguimiento electrónico de las armas de fuego, o la revelación de cualquier información personal con el objetivo de conseguir realizar dicho seguimiento¹⁰⁶. En consecuencia, parece que el sector del comercio de armas supondrá una frontera a la aplicación de los contratos inteligentes, pese a haber sido reconocidos y promovidos por una norma específica.

También en el marco del Derecho estadounidense, resulta interesante destacar que recientemente la *Commodity Futures Trading Commission* publicó el pasado 27 de noviembre un documento informativo sobre la utilización de los contratos inteligentes en el mercado financiero. Se trata de un esfuerzo adicional de conectar las innovaciones técnicas con los participantes del mercado y se encuentra en relación con un documento publicado en 2017 sobre criptomonedas¹⁰⁷.

*B) Francia*¹⁰⁸

El caso francés resulta especialmente interesante tanto desde la perspectiva de la normativa general como desde la particular cercanía de su sistema jurídico al español.

En primer lugar, el Código Civil francés incluye artículos que afectan de manera indirecta a los contratos inteligentes ya que regula los contratos electrónicos y la firma electrónica. Además, y como novedad de interés, se refiere a la expresión del consentimiento mediante el uso de la criptografía asimétrica¹⁰⁹.

¹⁰⁵ Traducción propia de “*an event-driven program, with state, that runs on a distributed, decentralized, shared and replicated ledger and that can take custody over and instruct transfer of assets on that ledger*”.

¹⁰⁶ FELIU REY, J., “Smart Contract: Concepto...” cit., apartado III.3.

¹⁰⁷ COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION, *A primer on Smart ...*, cit.

¹⁰⁸ Apartado redactado como resumen propio de las ideas extraídas de R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts ...*, cit., p. 39-41 y BAYLE, A., “Analyse prospective des smart contracts en droit français”, (disponible en <https://aureliebayleblog.files.wordpress.com/2017/06/analyse-prospective-des-smart-contracts-en-droit-franc3a7ais-aurc3a9lie-bayle.pdf>, último acceso 18 de septiembre de 2018).

¹⁰⁹ Adicionalmente, a este respecto es necesario tener en cuenta que, en 2016, el Código fue sometido a una reforma y algunos de los requisitos de la formación contractual han sido objeto modificaciones importantes. No obstante, esta reforma se aplica de manera no retroactiva a los contratos formados a partir del 1 de octubre de 2016, y apenas afectó a los contratos electrónicos. Antes los requisitos para la formación contractual eran el consentimiento – acuerdo mutuo entre oferta y aceptación-, la capacidad legal de las

Adicionalmente, una sentencia del Tribunal Supremo del 2015 estableció la validez de la oferta contractual si esta era realizada por e-mail, condicionada a que incluyese suficiente nivel de detalle y no se limitase exclusivamente a tratos preliminares. Teniendo en cuenta que los *Smart contracts* se constituyen mediante la mensajería instantánea y la escritura criptográfica, existen razones suficientes para pensar que la normativa general francesa reconocería a los contratos inteligentes como una figura contractual legalmente válida.

En segundo lugar, el legislador ha abordado la regulación de los contratos inteligentes para el caso particular de los *bons de caisse* o bonos con interés. Así, el *Code monétaire et financier*¹¹⁰ francés prevé específicamente la posibilidad de contratar a través de libros mayores distribuidos en su artículo L223-12, y se asume la validez de la transmisión del bono mediante esta tecnología. Por otra parte, los artículos 1322 y 1323 del Código Civil exigen documentar por escrito la anotación de la deuda por lo que, para el caso específico de estos bonos, el registro distribuido podría llegar a sustituir el medio escrito.

De esta manera, la compraventa de bonos supone una transferencia de propiedad que se inscribe en el seno del libro distribuido, y tienen carácter de contrato escrito en aplicación de los artículos 1321, 1322 y 1323 del Código Civil francés. Su inscripción en la cadena de bloques es oponible a terceros y sirve como título. Como resultado, el registro distribuido pasa a formar parte del círculo de pruebas privilegiadas¹¹¹.

Aunque el término *blockchain* se nombra entre paréntesis, mediante este artículo Francia se ha convertido en el primer Estado europeo que aborda la regulación de la tecnología de la cadena de bloques y su definición legal.

2. EL DERECHO ESPAÑOL ANTE LOS SMART CONTRACTS

Tras analizar la situación de los contratos inteligentes en el panorama normativo internacional es preciso abordar la situación en nuestro país. España pertenece al grupo de Estados que todavía no han optado por regular los contratos inteligentes, debido a la novedad de esta forma de contratación y al intenso debate en la doctrina sobre si constituyen o no contratos legalmente válidos.

partes, el objeto determinado o determinable de la obligación y la causa de la obligación. Con la reforma se eliminan el objeto y la causa unificándolos bajo el concepto “contenido”.

¹¹⁰Code monétaire et financier, Version consolidée au 1 janvier 2019, (disponible en <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006072026> último acceso 6 de enero de 2019).

¹¹¹ BAYLE, A., “Analyse prospective des smart contracts... », cit., p. 13.

Sin embargo, España sí que cuenta con normativa que aborda los contratos inteligentes de una manera indirecta. Dentro de la normativa más genérica les serían aplicables la regulación básica de la formación contractual contenida en el Código Civil (CC) y el Código de Comercio, la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y del Comercio Electrónico (LSSICE)¹¹² y la Ley de la Firma Electrónica¹¹³ (LFE), así como la normativa relativa a la protección de datos, entre las que se incluyen el Reglamento Europeo de Protección de Datos¹¹⁴ (REPD) y la reciente Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales¹¹⁵.

No obstante, es posible que la normativa de protección de datos suponga un obstáculo para la implantación de los contratos inteligentes, ya que se prohíbe la toma de decisiones mediante un tratamiento automatizado de los datos del interesado del que deriven consecuencias jurídicas¹¹⁶. Cabría entrar a valorar si esta prohibición puede ser desplazada por la autonomía de la voluntad. Es decir, si en el caso de que sean las partes las que deciden que sus datos sean tratados de forma automatizada para producir consecuencias sobre su esfera jurídica y patrimonial se puede salvar esta prohibición. Adicionalmente, deberían estudiarse las posibles incidencias que la cadena de bloques podría tener con respecto a los diferentes derechos reconocidos en la normativa de protección de datos. No parece que la cadena de bloques sea incompatible con respecto al ejercicio de los derechos de acceso (vid. art. 13 LOPD), el de limitación (vid. art. 16) o el de portabilidad (vid. art. 17), pero sí que pueden surgir problemas de colisión con el derecho de rectificación (vid. art. 14), supresión (vid. art. 15) y oposición (vid. art. 18). Estas posibles colisiones traen su causa especialmente en las singulares características de la cadena de bloques y, entre ellas, la imposibilidad de que sea modificada -en

¹¹² Ley 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico, (BOE núm. 166, de 12 de julio de 2002).

¹¹³ Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica (BOE núm. 304, de 20 de diciembre de 2003).

¹¹⁴ Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos). (DOUE núm. 119/1 de cuatro de mayo del 2016).

¹¹⁵ Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (BOE núm. 294, de 6 de diciembre de 2018,).

¹¹⁶ DAVARA FERNÁNDEZ DE MARCOS, E.D., “Los Smart contract”, *Actualidad Administrativa*, nº 7, Julio-Agosto 2017, apartado I.

principio¹¹⁷-. No obstante, estas cuestiones merecen un estudio en profundidad que sobrepasa los objetivos establecidos en este trabajo.

Finalmente, en función de aspectos específicos del contrato como el objeto o las partes intervinientes les serán aplicables otras regulaciones específicas como el Texto Refundido de la Ley de Defensa del Consumidor y el Usuario, la Ley de Condiciones Generales de la Contratación la Ley del Contrato de Seguro, etc...

En definitiva, el hecho de no tener una normativa específica que regule la figura no parece resultar un problema para dar a la figura de los contratos inteligentes un tratamiento adecuado o, por lo menos, suficiente. No obstante, su incardinación en el sistema regulatorio español y sus consecuencias se estudiarán de forma más profunda en los apartados siguientes.

V. NATURALEZA JURÍDICA DE LOS SMART CONTRACT

1. ¿SON VERDADEROS CONTRATOS?

Cuando Nick Szabo definió los *Smart Contracts* no especificó si constituían o no contratos válidos jurídicamente. Existe un intenso debate en la literatura en el que convergen tanto voces que señalan que los contratos inteligentes no precisan de ninguna institución legal para su existencia -viendo en ellos el fin del Derecho de contratos-, como aquellas que niegan rotundamente su carácter contractual¹¹⁸. Así las cosas, su capacidad para crear relaciones jurídicas entre diferentes partes va a depender del sistema jurídico desde el cual se analicen. Este juicio ha de realizarse para aquellos casos más cercanos al modelo <<interno>> anteriormente explicado¹¹⁹.

Partiendo de las consideraciones anteriores, nuestro Código Civil (en adelante CC) no aporta una definición de contrato, pero la doctrina ha llegado a elaborar una definición clásica basándose en diferentes disposiciones (arts. 1.089, 1.091, 1.254 CC), según las

¹¹⁷ En diferentes blogs especializados se habla ya de la posibilidad de crear cadenas de bloques modificables. No obstante, esta tarea entraña una dificultad importante, por lo que no parece que vaya a conseguirse en un futuro próximo.

¹¹⁸ LEGERÉN-MOLINA, A., “Los contratos inteligentes ...”, cit., pp. 211-212

¹¹⁹ En caso en que sólo una parte del acuerdo se encuentre codificada, no pueden analizarse la validez de dichas cláusulas establecidas en forma criptográfica como contrato, puesto que no suponen un acuerdo completo sino el medio de automatizar una parte de un acuerdo. LEGERÉN-MOLINA, A., “Los contratos inteligentes ...”, cit., p. 213.

cuales por contrato ha de entenderse “*un acuerdo de voluntades de dos o más personas (duorum vel plurium consensus) dirigido a crear obligaciones entre ellas (ad constituendum obligationem)*”¹²⁰, cuyos requisitos de validez se incluyen en el artículo 1.261 CC e incluyen el consentimiento, el objeto y la causa de la obligación.

Por consiguiente - y una vez se constate la existencia de objeto y la causa en el contrato- el consentimiento puede emitirse de manera oral, escrita, por medio de los actos previstos por las partes¹²¹ o a través de medios informáticos mediante la firma digital o la adhesión mediante los sistemas de *clickwrap* o *browsewrap* -especialmente para el caso de consumidores-¹²². Independientemente de cómo se exprese, el consentimiento ha de existir para que el código en el que se plasma el acuerdo pueda vincular a las partes y tener eficacia jurídica entre ellas. Por ende, la expresión que plasme el consentimiento de las partes sobre el código debe incluirse o tener una figura homóloga en el código¹²³.

Visto que se consagra la libertad de forma en el artículo 1.278 del CC y el 51 del Código de Comercio (CCo) siempre que concurren los requisitos del 1.261 y, salvo que se trate de los supuestos observados en el 1.280, el hecho de que el acuerdo se plasme completamente de manera criptográfica no ha de suponer impedimento para que se consideren contratos legalmente válidos. El no expresarse en un lenguaje comprensible para la mayoría no implica que no poseamos máquinas o expertos que los puedan traducir, así como casos en que sea exigible una versión en lenguaje natural. Este último caso es especialmente frecuente en la contratación con consumidores, debido a que los contratos inteligentes se considerarán dentro del ámbito de contratación electrónica y, como tal se les aplicará lo dispuesto en el Título III del TRLGDCU en aplicación del artículo 94. Concretamente, se exige la provisión de información precontractual “*de forma clara y comprensible*” (vid. art. 97.1 TRLGDCU) y como mínimo poner a su disposición dicha información en términos claros y comprensibles (vid. art. 98.1 TRLGDCU). Si existiesen discordancias bastará con dar prioridad a esta última, pues es sobre la que realmente el manifestante otorga su expresión de voluntad¹²⁴.

¹²⁰ FELIU REY, J., “Smart Contract: Concepto...”, cit., apartado II.

¹²¹ TUR FÁUNEZ, C., *Smart contracts ...*, cit., p. 75.

¹²² LEGERÉN-MOLINA, A., “Los contratos inteligentes ...”, cit., p. 213.

¹²³ FELIU REY, J., “Smart Contract: Concepto...”, cit., apartado IV.

¹²⁴ ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos ...”, cit., p. 72.

Empero, debe realizarse un análisis más extenso de la existencia de los requisitos expresados por el 1.261 CC para el caso particular de los contratos inteligentes suscritos por las propias máquinas – los llamados *M2M*: <<*machine to machine*>>-, aun cuando en la realidad esta contratación no sea algo frecuente. A este respecto, los mayores problemas se plantean en torno a la capacidad de una máquina para prestar un consentimiento válido que genere obligaciones y derechos, a la vista de que la capacidad para ser su titular es típicamente humana o atribuible a personas jurídicas¹²⁵, mientras que en estos casos quien realiza la manifestación de voluntad es una máquina. Sobre este tema hay abundante literatura a la que nos remitimos¹²⁶.

De todo lo expuesto podemos concluir que, incluso aunque nos encontremos ante una innovación tecnológica disruptiva, es posible analizarla con el régimen normativo actual, aunque algunos de sus extremos o implicaciones se presten a debate. El que se utilice una tecnología nueva y exótica para implementar la ejecución automática de las prestaciones del contrato no conlleva la necesidad de crear un Derecho “nuevo”. En palabras del juez americano Frank Easterbrook, *“las nuevas tecnologías no implican necesariamente nuevas doctrinas legales, cuando los patrones de hecho se mantienen potencialmente invariables”*¹²⁷.

2. NATURALEZA JURÍDICA DEL SMART CONTRACT

Habiendo establecido que – a condición de que reúnan los requisitos establecidos por la ley- los contratos inteligentes pueden ser considerados como legalmente válidos para crear derechos y obligaciones entre las partes, a continuación se determinará el tipo de contrato del que se trata.

¹²⁵ No obstante, si se observa desde la perspectiva de las personas jurídicas también se demuestra que el consentimiento es típicamente humano. Aunque la que tiene capacidad jurídica es la persona jurídica, su consentimiento suelen expresarlo sus órganos directivos, que comúnmente son personas físicas -aunque en ocasiones también pueden ser personas jurídicas-. Adicionalmente, uno de los requisitos para la validez del consentimiento de las personas jurídicas es que éste haya sido expresado por las personas autorizadas para ello (por ejemplo, los administradores ex. arts. 209 y 234 del Real Decreto Legislativo 1/2010, de 2 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Sociedades de Capital (BOE núm. 161 de 03 de Julio de 2010)).

¹²⁶ Por ejemplo, LEGERÉN MOLINA, M., Considera que este obstáculo puede salvarse a través de la figura del precontrato y a la emisión del consentimiento de manera anticipada por las partes, subordinando en tal caso el contrato a que cumpla las circunstancias que las partes hayan establecido para que dicho consentimiento sea válido. No obstante, habrá que estar a qué sucede en el futuro con las DAOs y las inteligencias artificiales, y si finalmente se les observa como sujetos titulares de derechos y obligaciones. LEGERÉN-MOLINA, A., “Los contratos inteligentes ...”, cit., p. 216.

¹²⁷ WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts...”, cit., p. 338.

Los contratos inteligentes han sido caracterizados por numerosos autores¹²⁸ como contratos electrónicos. Para ello se han utilizado una serie de líneas argumentales entre las que destacamos las expuestas a continuación¹²⁹. En primer lugar, es evidente que se trata de contratos que, pese a tener versión en lenguaje natural, se redactan de forma criptográfica y se firman electrónicamente (ex. art. 3.1 de la Ley de Firma Electrónica¹³⁰). Adicionalmente, su ejecución tiene su origen en procesos electrónicos y se encuentra automatizada. Pese a no establecerse nada sobre contratos codificados de ejecución automatizada en la Ley 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la sociedad de la información y del comercio electrónico (en adelante, LSSICE), en aquellos casos en que el código contenga cláusulas no negociadas e impuestas por una de las partes les será de aplicación también la Ley 7/1998, de 3 de abril, sobre Condiciones Generales de la Contratación (LCGC en adelante).

Por otra parte, incluso si el contrato es elaborado técnicamente entre presentes desde la óptica física es un contrato perfeccionado a distancia. Esto se debe a que se entiende celebrado cuando las partes reciben los mensajes de confirmación por parte del sistema designado por el destinatario de la oferta. Por ello les serán de aplicación las disposiciones relativas a contratación entre ausentes del CC y del CCo (artículo 51).

De los argumentos anteriores puede concluirse que los contratos inteligentes son contratos válidos legalmente si reúnen los requisitos que la Ley les exige y que, concretamente, tienen naturaleza electrónica. No obstante, existen autores que han defendido que no se puede definir los *Smart contracts* únicamente como contratos de “naturaleza electrónica”, puesto que esto supone obviar una parte esencial de la figura: la autoejecución sin intervención humana. Esto supondría que el concepto actual de contrato electrónico no sería suficiente para encuadrar esta figura, viendo en la misma un paso hacia delante en la innovación técnica que necesitaría ser reconocida por el mundo jurídico -por ejemplo, ampliando el concepto de contrato electrónico-¹³¹.

¹²⁸ Véase IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J., “Smart contract...”, cit., apartado I, LEGERÉN-MOLINA, A., “Los contratos inteligentes ...”, cit., pp. 211, WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts ex ...”, cit., p. 322.

¹²⁹ Resumen propio de IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J., “Smart contract...”, cit., apartado III.

¹³⁰ Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica (BOE núm. 304, de 20 de diciembre de 2003).

¹³¹ FELIU REY, J., “Smart Contract: ...”, cit., apartado II, WERBACH K., CORNELL, N., “Contracts...”, cit., p. 321.

En mi opinión estos argumentos son especialmente interesantes debido a que en ellos sí puede encontrarse una llamada a una ampliación, redefinición o creación de un concepto jurídico cuyo origen se encuentra en el ánimo de adaptar la ciencia jurídica al progreso técnico. Sin embargo, considero que a falta de tal concepto innovador las características básicas de los contratos inteligentes permiten asignarles –por el momento- la naturaleza de contratos electrónicos. En ulteriores reflexiones en este trabajo se partirá de esta consideración.

VI. ESPECIALIDADES DE RÉGIMEN JURÍDICO APLICABLE

En el apartado anterior se ha concluido que los contratos inteligentes pertenecen sin duda alguna al grupo de los contratos electrónicos, que se ejecutan mediante dispositivos automáticos. Continuaremos realizando en el presente apartado un estudio de la especial incardinación de esta figura en la normativa existente en España sobre las diferentes fases del contrato -entendiendo las mismas como formación, perfección y consumación, así de su situación respecto a la normativa procesal en materia probatoria.

1. FORMACIÓN DEL CONTRATO

Cualquier contrato -y esto incluye al inteligente- experimenta diferentes fases en su formación, entre las que destacan la formación, la perfección y la ejecución. Las dos primeras apenas son tratadas por nuestro Código Civil, razón por la cual es preciso acudir para su análisis a normativas sectoriales¹³². En este subapartado se procederá a realizar un estudio concreto de dichas fases de formación contractual en el caso de los contratos inteligentes.

1.1 Tratos preliminares

Los tratos preliminares son la piedra angular de la fase de formación contractual y consisten en actuaciones, negociaciones, tratos y conversaciones previos a la “redacción” del acuerdo. Este período preparatorio comienza con la emisión de un acto volitivo por una de las partes -a la que se califica como proponente-, que consiste en una oferta, proposición o publicitación. El destinatario recibirá esta propuesta y, en su caso, emitirá una segunda manifestación de voluntad expresa o tácita de interés sobre aquella¹³³, que

¹³² LEGERÉN MOLINA, M., “Los contratos inteligentes...”, *cit.*, p. 221.

¹³³ Sentencia de la Audiencia Provincial de Baleares (Sección 5) de 29 de octubre de 2014, nº 340/2014, (ECLI:APIB:2014:2265).

constituye la aceptación y que -como veremos en el siguiente subapartado- supondrá la perfección del contrato.

Como se ha establecido en apartados anteriores, los contratos inteligentes son contratos de naturaleza electrónica. Les son por tanto de aplicación las disposiciones de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y del comercio electrónico, cuyo artículo 23 de la LSSICE dispone: “*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*”. Este precepto reenvía a los **requisitos** establecidos en el art. 1.261 del CC y el art. 51 del CCo. Adicionalmente, en función de las características específicas del contrato y del negocio jurídico que contenga les pueden ser exigibles requisitos de validez adicionales recogidos en normativas específicas¹³⁴. Como ejemplo puede pensarse en la Ley de Condiciones Generales de la Contratación, el Texto Refundido de la Ley General de Defensa de Consumidores y Usuarios o la Ley del Comercio Minorista. Del mismo modo, rige lo dispuesto en el apartado 2º del artículo 23 de la LSSICE, de lo que resulta que no será necesaria la celebración de un acuerdo entre las partes sobre la utilización de medios electrónicos para la contratación.

La LSSICE en sus preceptos exige también que las ofertas contractuales de la contratación electrónica cumplan con las obligaciones de información previas a la contratación establecidas en el artículo 27, entre las que se encuentran proveer de información sobre los diferentes trámites que la contraparte debe llevar a cabo para celebrar el contrato, si el documento electrónico en el que se formalice el contrato va archivarse y si va a ser accesible etc...¹³⁵. El incumplimiento de estas obligaciones puede suponer sanciones de hasta 150.000 euros, de acuerdo con el artículo 39 de la LSSICE. Adicionalmente, si las ofertas fueran realizadas por medios electrónicos les será aplicable también lo dispuesto en el artículo 20 de la LSSICE, que exige que sean claramente identificables la persona física o jurídica en nombre de la que se realiza la oferta.

Las exigencias de información en la fase de tratos preliminares en la contratación electrónica, y por ende en los contratos inteligentes, tienen su razón de ser en que es sobre

¹³⁴ Por ejemplo, el artículo 5.1 de la Ley 7/1998, de 13 de abril, sobre Condiciones Generales de la Contratación, (BOE núm. 89 de 14 de abril de 1989) o el 60.1 y 97 del Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias (BOE núm. 287 de 30 de Noviembre de 2007).

¹³⁵ Véase artículo 27.1 de la LSSICE.

esta oferta sobre la que el contratante elabora una configuración mental en función de la cual expresará su consentimiento a vincularse obligacionalmente. No obstante, las ofertas no rigen por tiempo indefinido, sino que serán válidas durante el período que establezca el oferente o, en su defecto, durante el tiempo que permanezcan accesibles a los usuarios (vid. art. 27.3 LSSICE).

No obstante, llama la atención que, en virtud del artículo 27.2.b) LSSICE, no existe obligación de facilitar la información anteriormente expuesta cuando el contrato se haya celebrado “*exclusivamente mediante intercambio de correo electrónico u otro tipo de comunicación electrónica equivalente*”. En este sentido, TUR FÁUNDEZ explica¹³⁶, tal y como se ha mencionado¹³⁷, que los contratos inteligentes se inician en Ethereum mediante el intercambio de mensajería instantánea por parte de los usuarios de la red descentralizada. En consecuencia, con respecto al citado precepto cabe plantearse si las obligaciones de información previas son imperativas realmente en el caso de contratos inteligentes iniciados mediante mensajería electrónica.

A *priori* podría pensarse que a la mensajería realizada en Ethereum le es de aplicación este precepto. Sin embargo, si se realiza un análisis profundo, esto no resulta tan claro pues el legislador utiliza la expresión “*otro tipo de comunicación electrónica equivalente*”.

Es necesario puntualizar que el correo electrónico no tiene nada que ver con otras vías de mensajería instantánea como Whatsapp, Messenger o los servicios de mensajería instantánea de Instagram, Facebook o Twitter¹³⁸. En este sentido, el Tribunal Supremo se pronunció sobre la aportación de historiales de mensajería en estas plataformas como medio de prueba¹³⁹, e hizo una llamada a la cautela a la hora de abordar la prueba mediante datos extraídos de sistemas de mensajería instantánea bidireccional, debido a que admiten

¹³⁶ Véase TUR FAUNEZ, *Smart contract...*, cit., p. 41.

¹³⁷ Véase apartado II. 4. Experiencias de automatización en redes descentralizadas: *Ethereum*.

¹³⁸ Mientras que el primero no es necesariamente instantáneo y sus mensajes – en principio- no son modificables una vez son enviados, las segundas admiten la modificación de mensajes con facilidad. En este sentido es preciso recordar que una de las últimas actualizaciones del software de Whatsapp permite la eliminación de mensajes que ya hayan sido enviados con anterioridad. Adicionalmente, en redes sociales con servicios de mensajería instantánea como las citadas en el texto la comunicación no se realiza exclusivamente por escrito, sino también mediante imágenes, vídeos, grabaciones, GIF (Graficos en Formato de Intercambio), Memes...

¹³⁹ Sentencia del Tribunal Supremo, Sala de lo Penal, (Sección 1º), de 19 de mayo de 2015, nº 300/2015, (ECLI: TS:2015:2047). Pese a pertenecer al orden penal, considero que los argumentos expuestos en torno a la aportación de este tipo de mensajería como medio de prueba en un proceso son aplicables también a su aportación en el orden civil.

con abrumadora facilidad su falsificación o manipulación. Puede incluso llegar a simularse una conversación entre dos partes que en realidad está llevándose a cabo por sólo una persona.

En mi opinión, los argumentos que llaman a la precaución en su consideración como prueba en el proceso justifican que no se considere a estos medios válidos para la celebración del contrato. En consecuencia, considero que el hecho de que la mensajería realizada en Ethereum pueda considerarse como válida para la celebración del contrato, y por tanto exenta de la obligación de información del artículo 27 de la LSSICE, dependerá de su grado de similitud a la comunicación efectuada por correo electrónico. Si, en cambio, es más parecida a la mensajería instantánea anteriormente citada no debería considerarse como medio válido para la celebración y no debería entrar en la aplicación del artículo 27.2.b) de la LSSICE.

Sin perjuicio de lo anterior, la oferta en los contratos inteligentes puede presentar importantes diferencias. En primer lugar, LEGERÉN MOLINA considera que existen importantes variaciones de incardinación legal en función de si el contrato inteligente responde al modelo externo o al interno¹⁴⁰. En caso de que el código sea externo al contrato legal y que solo se encuentre codificada la ejecución automática de algunas de sus prestaciones, les será de aplicación el régimen de los contratos a distancia celebrados por dispositivos automáticos, recogido en los artículos 1262.3 del CC y 54.2 del CCo. De esta manera, hasta que la otra parte manifieste la aceptación se estará en fase de formación contractual y no se dará por perfeccionado el contrato. Sin embargo, cuando se trate de contratos que pertenezcan al modelo interno, en los cuales la mayoría de las cláusulas se encuentran codificadas, la autora considera que la fase de formación podría asimilarse a la figura del precontrato, entendiéndolo como un *pactum in contrahendo* que se identifica como una fase preparatoria del *iter negocial*. De acuerdo con esto, las partes celebrarían un acuerdo previo en el que condicionan la perfección del acuerdo ulterior a la concurrencia de determinadas circunstancias -por ejemplo, que un activo alcance precio determinado, el transcurso de un plazo...-¹⁴¹.

En segundo lugar, los tratos preliminares en contratos inteligentes podrán diferenciarse en función del tipo de relación contractual que el contrato inteligente contenga. Por un

¹⁴⁰ Véase apartado III. 2. Tipos de *Smart Contract*.

¹⁴¹ LEGERÉN MOLINA, M., “Los contratos inteligentes...”, cit., p. 221.

lado, en el contexto de relaciones B2B *-business to business-*¹⁴² las partes pueden desplazar las obligaciones de información previa si así lo han pactado (vid. art. 27.2.a) LSSICE). La oferta inicial, que da lugar al inicio de esta fase preparatoria, no tiene por qué ser realizada por una parte determinada. El contrato inteligente, así como los diferentes elementos que se encuentren redactados de forma criptográfica, pueden diseñarse para adaptarse a los entresijos de la relación contractual que se persiga. En este sentido, es posible que no exista una oferta como tal realizada por una parte determinada, sino que el contrato sea el resultado de un proceso de diseño y formación llevado a cabo por ambas partes de forma colaborativa¹⁴³.

Por otro lado, las relaciones contractuales normalmente se caracterizan por una parte predisponente que realiza una oferta determinada. En estos casos pueden ser de aplicación, entre otros, el artículo 9 de la Ley Orgánica del Comercio Minorista, así como la normativa de Condiciones Generales de la Contratación cuando la oferta se realice por el predisponente mediante condiciones generales a las que la otra parte deba adherirse.

Adicionalmente, cuando en el negocio jurídico contenido por el contrato inteligente una de las partes intervinientes sea un consumidor son de aplicación las exigencias relativas a la oferta contractual reguladas en el TRLGDCU¹⁴⁴. En estos casos, los deberes de información previos regulados en el artículo 27 de la LSSICE son imperativos, y deberán respetarse las previsiones contenidas en el TRLGDCU en aras de la protección de los consumidores. Entre las distintos deberes de información precontractual que impone el TRLGDCU destaca la importancia de proveer información sobre el derecho de desistimiento, puesto que su falta puede tener importantes consecuencias en la relación contractual, por lo que la información sobre este derecho debe ser tenida en cuenta a la hora de diseñar el código¹⁴⁵.

¹⁴² Entre empresas o empresarios, entendidos como personas físicas o jurídicas, ya sean privadas o públicas, que actúen directamente o a través de otra persona en su nombre, o siguiendo sus instrucciones, con un propósito relacionado con su actividad comercial, empresarial, oficio o profesión, ex. art. 4 TRLGDCU.

¹⁴³ En concreto, las partes pueden llegar a acuerdos sobre la determinación y codificación de los actos que determinen la manifestación del consentimiento ulterior y, en consecuencia, la perfección del contrato. TUR FÁUNDEZ, C., *Smart Contracts...*, cit., p. 74.

¹⁴⁴ En concreto los preceptos 61, 68, 79, 97, 98, 101, 106, 150, 152, 153. Adicionalmente, el artículo 94 ofrece soluciones para las posibles incompatibilidades que puedan surgir con respecto a la LSSICE, como el deber de información precontractual, TUR FÁUNDEZ, C., *Smart Contracts...*, cit., p. 74.

¹⁴⁵ El legislador considera que los consumidores se encuentran en situación de desventaja, pues no tiene capacidad de negociación de su contenido obligacional -ya que normalmente acepta unas condiciones generales-, a lo cual se suma un probable desconocimiento de las nuevas tecnologías. A este respecto, una

1. 2. Especialidades en materia de perfección del contrato

Según el Código Civil, la perfección del contrato se da concretamente con el concurso de la oferta y la aceptación de las partes, y es desde ese momento que quedan obligadas al cumplimiento de las contraprestaciones a que se hubiesen obligado¹⁴⁶, según el 1258 en relación con el 1261 del CC. La perfección del contrato presenta numerosas especialidades en los *Smart contract* que conviene analizar.

1.2.1. La prestación del consentimiento

La prestación del consentimiento es el elemento central de la fase de perfección del contrato. Partiendo de la aplicación del artículo 23 de la LSSICE a los contratos inteligentes, les será asimismo aplicable lo dispuesto en los artículos 1.262 del CC y 54.2 del CCo, según los cuales el consentimiento se manifiesta por el concurso de la oferta y la aceptación sobre la cosa y la causa que constituyen el contrato, entendiéndose producido en contratos celebrados mediante dispositivos automáticos desde que se manifiesta la aceptación.

En mi opinión, en los contratos inteligentes las partes otorgan un consentimiento más extenso que el que se da en el momento de perfección del contrato en la contratación tradicional, y que alcanza diferentes dimensiones. En primer lugar, existe un consentimiento prestado sobre el fondo del contrato inteligente, es decir, sobre el negocio jurídico que contiene. Este consentimiento recae sobre las prestaciones que van a realizarse y, por tanto, corresponde con el primer consentimiento de la contratación tradicional -aquél en el que las partes manifiestan la “voluntad de obligarse”-. En segundo lugar, se presta también el consentimiento sobre la forma de ejecución del contrato, es decir, sobre el hecho de que las prestaciones se ejecuten de forma automatizada y sin intervención humana. Considero que este consentimiento sería una suerte de “renuncia” al control de la ejecución del contrato en un momento posterior -aquél que va implícito en las acciones destinadas a cumplir el contrato-, por lo que recae sobre cuestiones

de las principales soluciones a las diferencias de poder en la relación contractual que aporta el TRLGDCU es el derecho de desistimiento del consumidor regulado en el artículo 71.2, siendo nulas de pleno derecho las cláusulas que le impongan restricciones y regulándose en el artículo 103 los casos en los que no es aplicable. En concreto, el derecho de desistimiento dura 14 días desde la recepción de la cosa, pero si el consumidor no ha sido debidamente informado del mismo se prorroga durante los 12 meses siguientes. Debido a estas importantes consecuencias respecto al negocio jurídico debe ser específicamente tomado en consideración de cara al diseño del código, de manera que se incluyan en él las órdenes necesarias para que se haga efectivo.

¹⁴⁶ Sentencia del Tribunal Supremo, Sala de lo Civil, (Sección 1ª), de 19 de diciembre de 1991, nº 7162/1991, (ECLI: ES:TS:1991:7162)

relativas al cómo y cuándo serán ejecutadas sus prestaciones, así como las consecuencias derivadas de su incumplimiento¹⁴⁷. Finalmente, existe un consentimiento que recae sobre el hecho de que la relación contractual se exprese en forma de contrato inteligente. Aunque la característica principal de los contratos inteligentes sea la ejecución automática, esta se consigue gracias a la especial forma en la que estos se encuentran redactados, la cual hace posible la automatización de procesos y la ejecución del contrato sin intervención humana.

En esta fase de perfección del contrato, hay otra cuestión que afecta especialmente a los contratos inteligentes y es la posibilidad de que concurren vicios del consentimiento. En particular, interesa analizar el error como vicio del consentimiento, es decir, aquel que lo invalide debido a que recae sobre la sustancia de la cosa objeto del contrato o sobre condiciones de aquella que dieron motivo para la celebración del contrato. A este respecto, pese a no constar -a nuestro conocimiento- pronunciamientos expresos de tribunales españoles sobre contratos inteligentes, la jurisprudencia del Tribunal Supremo ha desarrollado un concepto de error de vicio subjetivo, en otras palabras, se considera que existe error de vicio cuando *“la voluntad del contratante se forma a partir de una creencia inexacta. Es decir, cuando la representación mental que sirve de presupuesto para la realización del contrato es equivocada o errónea [...]”*¹⁴⁸.

En consecuencia y siendo que el consentimiento en los contratos inteligentes abarca una amplia variedad de cuestiones, es de vital importancia que las partes cuenten con información clara y comprensible sobre los procesos mediante los que se va a desarrollar la ejecución y el alcance patrimonial que ésta podría llegar a comportar. Es preciso tener en cuenta que, si el lenguaje legal ya supone un desafío para aquellos que no cuentan con formación jurídica, su combinación con la criptografía puede incrementar la penosidad de la tarea considerablemente. A este respecto, existen interesantes propuestas de combinación de los contratos inteligentes con otras innovaciones tecnológicas recientes

¹⁴⁷ Pueden no darse los supuestos de hecho sobre los que se han diseñado los contratos inteligentes - recordemos que son previsibles, pero no seguros-, así como una de las partes puede provocar una imposibilidad de ejecución del contrato – por ejemplo, vaciando la cuenta sobre la que debían cargarse pagos- ver apartado V. 2.1. Implicaciones de la ejecución automatizada.

¹⁴⁸ Estos pronunciamientos se refieren a casos de errores de vicio existentes en contratos de SWAP entre empresarios y entidades financieras, pero en mi opinión esta doctrina podría ser aplicable también a los contratos inteligentes. Sentencia del Tribunal Supremo, Sala de lo Civil, (Sección 1ª), núm. 354/2014, de 20 de enero de 2014, (ECLI: ES:TS:2014:354). Véase también TUR FÁUNDEZ, Smart contracts..., cit. p. 82.

de cara a desarrollar exposiciones de información que faciliten la comprensión a los potenciales usuarios¹⁴⁹.

Adicionalmente, el método de expresión tradicional del consentimiento es mediante la firma. A este respecto, los contratos inteligentes pueden firmarse por los métodos convencionales -incluyendo la firma natural en todo el texto, en una parte *-hash-* del código o en su totalidad-. No obstante, los métodos de firma criptográfica suponen una mayor confianza para el sistema. Esta cuestión se regula en nuestro país mediante la Ley 59/2003 de 19 de diciembre, de firma electrónica (LFE en adelante), revisada tras la aprobación del Reglamento (UE) nº 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 1999/91/CE, la cual resulta aplicable a aquellos que utilicen contratos inteligentes (vid. art. 2.1 y 3.5 LFE). Ambas normativas diferencian entre firma electrónica simple (art. 3.1 LFE), avanzada (art. 3.2 LFE) y cualificada (art. 26 Reglamento) o reconocida (art. 3.3 LFE)¹⁵⁰. Las firmas cualificadas no son frecuentemente utilizadas en el tráfico, pues hasta ahora se ha funciona con otras menos seguras que no han merecido especiales reproches judiciales hasta el momento¹⁵¹. No obstante, no parece que sea recomendable el uso de la firma manuscrita incluida en forma de archivo adjunto al código, debido a que su falsificación no resulta difícil y no puede acreditarse de que el firmante sea realmente quien debe serlo. En mi opinión, para mayor seguridad de las partes deberían usarse, como mínimo, firmas avanzadas.

¹⁴⁹ En este sentido, HAZARD, J., HAAPIO, H., proponen la combinación con el big data u otras innovaciones de cara a crear lo que ellos denominan “contratos verdaderamente legibles por humanos” - *truly human-readable contracts*-. Según ellos, ya existe la tendencia de representación mediante elementos visuales diseñados para conseguir una mejor comprensión del usuario. Del mismo modo, este tipo de técnicas permiten obtener un valioso *feedback* del sistema que puede utilizarse para perseguir la excelencia en la redacción e implementación de los contratos inteligentes. Así, pueden crearse plantillas de contratos inteligentes que provean de diferentes aproximaciones a diferentes temáticas, e ilustran esta idea con el ejemplo de las licencias de Creative Commons. Para saber más, véase HAZARD, J. y HAAPIO, H., “Wise Contracts: Smart Contracts that Work for People and Machines” *Trends and Communities of Legal Informatics. Proceedings of the 20th International Legal Informatics Symposium IRIS 2017*, 2.3 Presentation and Markup, *Österreichische Computer Gesellschaft*, Erich Schweighofer et al. (Eds.), Wien 2017, pp. 425–432 (Accesible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2925871> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2925871>, ultimo acceso 09-08-2018).

¹⁵⁰ Para una explicación extensa de sus diferencias véase “Firma electrónica avanzada, simple o cualificada, ¿sabes distinguir las?”, *Signaturit*, (disponible en <https://blog.signaturit.com/es/firma-electronica-simple-vs-avanzada> , último acceso diciembre de 2018).

¹⁵¹ ANGUIANO, J.M., “Blockchain: Fundamentos y ...”, cit., apartado XVIII.

1.2.2. Momento de perfección del contrato

Partiendo de las consideraciones sobre el consentimiento hasta ahora realizadas, este se expresa de una vez en el contrato inteligente, sin que exista un segundo momento para su expresión implícita en las actuaciones de las partes. De esta manera, de acuerdo con el principio consensualista, la perfección del contrato se producirá cuando cada una de las partes realice los actos que previamente hayan sido determinados en los tratos preliminares y programados como necesarios para considerar la existencia de un consentimiento válidamente emitido. Estos actos darán lugar a un mensaje en el contrato inteligente que “dispara” el proceso de ejecución¹⁵².

1.2.3. Lugar de perfección del contrato

Para determinar el lugar de perfección del contrato, es preciso partir de la consideración de que los contratos inteligentes de Ethereum han sido pensados para iniciarse mediante mensajería electrónica, por lo que se trataría de contratos celebrados a distancia. Adicionalmente, incluso si las partes prestaran el consentimiento sobre el contrato inteligente en el mismo lugar, dado que el contrato va a consumarse sin intervención humana y mediante dispositivos automáticos, puede considerarse que materialmente se celebra a distancia. En este sentido y para los contratos celebrados a distancia, tanto el 1262.3 del CC como el 54.2 del CCo establecen que el contrato se presupondrá celebrado en el lugar en que se hizo la oferta¹⁵³.

Sin perjuicio de lo anterior, si se parte de la visión de los contratos inteligentes como contratos de naturaleza electrónica, les es de aplicación lo establecido en la LSSICE y en la normativa básica de contratos. Concretamente, el artículo 29 de la LSSICE establece una diferenciación en función de si se trata de un contrato entre empresarios o si, por el contrario, una de las partes intervinientes ostenta la condición de consumidor¹⁵⁴. En el primer caso, se entenderá que el contrato se celebra donde las partes hayan pactado y, en defecto de pacto, en el lugar establecido por el prestador de servicios. Sin embargo, si una

¹⁵² TUR FÁUNDEZ, C., *Smart Contracts...*, cit., p. 74.

¹⁵³ A este respecto, cabría realizar consideraciones sobre cuándo y por quién se entiende realizada la oferta, lo cual puede resultar una tarea complicada en los casos en que el contrato se haya realizado por ambas partes y, especialmente, en los casos en los que se considere que existe un precontrato, pues habría que determinar qué oferta es la que se toma de referencia -la del precontrato, o la del contrato-.

¹⁵⁴ Una vez más, entendiendo al mismo como una persona física o jurídica que actúa en tráfico de forma que no responde a su actividad profesional.

de las partes es un consumidor el contrato se entiende cumplido en el lugar en que éste tenga su residencia habitual.

Finalmente, resulta especialmente interesante traer a colación la problemática del lugar de perfección del contrato asociada a los contratos inteligentes implementados mediante la tecnología *blockchain*. Como se ha explicado en apartados precedentes, cuando un contrato inteligente se encuentra inserto en el registro distribuido es porque sus protocolos han sido incluidos en él añadiendo una serie de nodos nuevos de información. Al ser un registro distribuido, no existe un nodo central que cuente con la copia original que transmite al resto, todos los nodos son a la vez centrales y periféricos, pues contienen todos, la versión original del registro¹⁵⁵. Esto no implica ningún tipo de problema cuando se trata de registros y negocios jurídicos locales, pero supone un importante desafío para la ciencia jurídica en orden a la determinación de la jurisdicción y la ley aplicable cuando se trata de cadenas de bloques y negocios en los que las partes se encuentran en Estados diferentes. Si las cadenas de bloques son internacionales, habrá copias del registro en diferentes Estados sin que ninguna de ellas o todas sean la original. Surge, por tanto, la cuestión de qué ha de tomarse como referencia de cara a determinar la jurisdicción y la ley aplicable al registro y al negocio jurídico.

Concretamente, los principales problemas surgen en torno a los foros especiales por razón de la materia contractual sin intervención de consumidores y salvando las excepciones de los contratos de seguros y de trabajo. Esta cuestión se regula en el artículo 7.1 del Reglamento de Bruselas I¹⁵⁶ -cuando el domicilio del demandado está en la Unión Europea- y, en el caso de España, por el artículo 22 quinquies de la Ley Orgánica del Poder Judicial¹⁵⁷ -cuando el domicilio del demandado se encuentre fuera de la Unión Europea-. La problemática surge debido a que, pese a primarse la autonomía de la voluntad de las partes para determinar el lugar de celebración del contrato, las partes no han ejercitado esta potestad. Automáticamente se establecen una serie de criterios

¹⁵⁵ Véase explicación y esquema aportado en el apartado II.

¹⁵⁶ 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 (Refundición) (DO num. L 351, de 20 de diciembre de 2012; modificado por Reglamento 542/2014 DO núm. L163, de 29 de mayo de 2014).

¹⁵⁷ Ley Orgánica 6/1985, de 1 de julio, del Poder Judicial, modificada por Ley Orgánica 7/2015, de 21 de julio (BOE Núm. 157, de 2 de julio de 1985; modif. BOE núm. 174 de 22 de julio de 2015).

subsidiarios en función del tipo de contrato del que se trate¹⁵⁸. En muchos casos, la jurisprudencia resulta decisiva para la concreción de los requisitos de localización, pero normalmente utiliza términos jurídicos indeterminados que no tienen cabida en la redacción de un contrato inteligente. Adicionalmente, cuando se trata de activos financieros cuya *traditio* se produce en la red distribuida las dificultades aumentan.

Como solución a esta problemática, sería interesante el fomentar la elección de la sumisión de las partes a una jurisdicción determinada en códigos de conducta, buenas prácticas y revistas especializadas en la cadena de bloques y los contratos inteligentes. En defecto de esta, en mi opinión debe no tenerse en cuenta el lugar de registro del bien – pues, como se ha dicho, está en todas partes a la vez en una cadena de bloques internacional-, sino que deben utilizarse factores derivados de la transacción real: el lugar de entrega efectiva, el origen del bien, la nacionalidad de las cuentas en las que se ingresa el pago, en las que se domicilia... En cualquier caso, la determinación de la jurisdicción y la ley aplicable en función del domicilio del demandado debe utilizarse como último recurso, pues puede dar lugar a situaciones injustas.

2. EJECUCIÓN DEL CONTRATO

La característica esencial de los contratos inteligentes es la automatización de su ejecución, sin que sea preciso para su consecución la intervención humana. El método de redacción codificado se basa en el esquema si es A entonces B. De esta manera, las consecuencias del contrato se condicionan a la conjunción de una serie de condiciones preestablecidas, que no tienen por qué darse, pero se presume que sí¹⁵⁹.

2.1 Consideraciones sobre la ejecución automatizada

Debe analizarse la figura tomando en consideración las posibles dificultades que el sistema pueda encontrar.

En primer lugar, es preciso tener en cuenta que los contratos inteligentes no eliminan de manera completa el incumplimiento contractual, sino que lo dificultan extremadamente al hacer la ejecución del contrato “inevitable”¹⁶⁰. En este sentido, lo que se elimina es el

¹⁵⁸ Por ejemplo, si se trata de un contrato de compraventa de mercaderías se estará a donde la mercancía haya o deba haberse entregado, mientras que si se trata de un contrato de servicios se estará al lugar de prestación del mismo.

¹⁵⁹ LEGERÉN MOLINA, M., “Los contratos inteligentes...”, cit., p. 221.

¹⁶⁰ Los contratos inteligentes no eliminan completamente el incumplimiento, pero sí que lo restringen de forma notable SASLEYEV, “Contract law 2.0: ...”, cit., p. 15.

hipotético “derecho a incumplir”, entendiéndolo como la capacidad de las partes de optar en contratación tradicional en la fase de consumación por no realizar las acciones necesarias para lograr el cumplimiento del contrato que, en cualquier caso, no se encuentra consagrado por nuestro Derecho¹⁶¹. A este respecto, la única posibilidad de incumplimiento en el sentido tradicional en sede de contratos inteligentes sería la realización por parte del obligado de actos que obstruyan la ejecución¹⁶².

En el caso de que se produzcan fallos en el código – que, como se ha dicho, se producen solo en el 3% de los contratos inteligentes de Ethereum- estos no tendrán un efecto liberatorio del cumplimiento de la obligación¹⁶³.

2.2. Especialidades relativas al pago en contratos inteligentes

Los contratos inteligentes tienen importantes implicaciones en lo que respecta al pago de las prestaciones.

En primer lugar, en relación con el artículo 1157 del CC la realización del pago ha de sujetarse al programa de prestación previsto al constituirse la obligación, de manera que solo se entenderá cumplido cuando se ejecute de manera exacta la prestación debida, esto es, respetando los requisitos de integridad, identidad e indivisibilidad. En este sentido, en nada se diferencia de la contratación tradicional, de manera que si uno de los elementos contractuales consiste en la automatización del pago se facilitará que con ello se produzcan los efectos extintivos de la obligación, liberación del deudor y satisfacción de las pretensiones al acreedor.

En segundo lugar, aunque se dificulte el incumplimiento en el sentido tradicional, éste de hecho podría llegar a acaecer en caso de que se produzca imposibilidad o cualquier otra circunstancia que supusiera que la obligación quedara vacía de contenido¹⁶⁴. En relación con esto, el contrato inteligente supone la aparición de nuevas obligaciones derivadas del contrato, como es la obligación de “*adress*” entendida como el mantenimiento de la cuenta sobre la cual el programa cobrará las prestaciones. De esta manera, solo si se

¹⁶¹ ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos ...”, cit., p. . 73.

¹⁶² WERBACH, CORNELL, “*Contracts...*”, cit. p. 348.

¹⁶³ A este respecto, sería recomendable que se diseñaran vías de cumplimiento alternativo TUR FÁUNDEZ, C., *Smart contracts ...*, cit., p. 110.

¹⁶⁴ LEGERÉN MOLINA, M., “Los contratos inteligentes...”, cit. p. 232.

incumple la obligación de *adress* se puede entender incumplido el contrato en el sentido tradicional.

En tercer lugar, aunque en principio en nada se diferencien con la contratación tradicional respecto a la forma en que ha de realizarse el pago; respecto a otros elementos básicos del pago¹⁶⁵, el automatismo contractual puede tener implicaciones negativas.

Por un lado, queda constatado que el automatismo contractual dificulta, aunque no impide, el pago por tercero. Concretamente, es perfectamente posible que un tercero cubra la deuda pendiente. Sin embargo, salvo que el contrato inteligente sea modificado, desactivado o inhabilitado, lo previsible es que cuando se den las circunstancias que en él se encuentran codificadas éste se ejecute, incluso si un tercero ha pagado antes, dando lugar a un doble pago, en cuyo caso será de aplicación lo establecido en el 1158 y 1159 del CC¹⁶⁶.

Finalmente, parece que también podrían existir dificultades para que se produjera el pago por cesión de bienes (vid. art. 1175 CC), la dación en pago (vid. arts. 1255, 1521, 1636, 1849 CC) y los demás subrogados del cumplimiento¹⁶⁷. Una vez más, la precisión consustancial al lenguaje criptográfico implicaría que, una vez cumplidos los presupuestos establecidos en él por las partes, éste se ejecutaría sobre los bienes que expresamente se hayan indicado y en los términos codificados. Cualquier ejecución diferente implicaría una modificación o un acuerdo nuevo por las partes.

2.3 Internet de las cosas y especialidades en la entrega

Si nos imaginamos un mundo en el que absolutamente todo aquello que nos rodea se encuentra conectado a internet podemos empezar a comprender el concepto de Internet de las Cosas. El término ha sido definido por analistas de Morrison Foerster, como: *“la red de objetos cotidianos físicos que nos rodea y que crecientemente se asocia con una tecnología que le permite recolectar y transmitir datos de sí mismos y su alrededor”*¹⁶⁸.

¹⁶⁵ Por ejemplo, salvo que la ley fije un domicilio específico (ad. Ex. art. 1500, 1615, 1774 CC y art. 73 TRLGDCU) las obligaciones deberán ejecutarse en el lugar pactado por las partes expresa o tácitamente, resultando asimismo de aplicación los criterios subsidiarios establecidos por el 1171 del CC. Véase LEGERÉN MOLINA, M., “Los contratos inteligentes...”, cit., p. 232.

¹⁶⁶ LEGERÉN MOLINA, M., “Los contratos inteligentes...”, cit., p. 232.

¹⁶⁷ LEGERÉN MOLINA, M., “Los contratos inteligentes...”, cit., p. 233.

¹⁶⁸ THIERER, A.D., “The Internet of Things and Wearable Technology: Addressing Privacy and Security Concerns without Derailing Innovation”, *Richmond Journal of Law and Technology*, Volume XXI, Issue 2, II. The growth of the Internet of Things and Wearable Technology: Applications and Opportunities, A.

Aunque esta nueva tecnología merezca un estudio más profundo, es preciso tomarla en consideración en relación con las combinaciones e implicaciones que puede suponer dentro del ámbito de los contratos inteligentes, especialmente para la entrega de la cosa.

En este sentido, LACRUZ BERDEJO considera que la “*tradición, en el sentido del artículo 609 del CC, equivale a la entrega, al desplazamiento de la posesión que se va a transmitir hasta la persona del adquirente*”¹⁶⁹, independientemente de si la transmisión ha sido realmente eficaz o no. Como se ha dicho anteriormente, en el caso de los contratos inteligentes la *traditio* se entiende como la puesta a disposición del control sobre la cosa, o como una entrega de llaves -en este caso, claves criptográficas-¹⁷⁰ (vid. art. 1.463 del CC)¹⁷¹. En este sentido, es la tecnología del Internet de las cosas la que permite que no sea necesario un desplazamiento físico de la cosa para que pueda ser transmitida, sino que basta con transmitir la capacidad de controlar el objeto que se encuentra conectado a una red determinada¹⁷², sobre el cual ejecuta el contrato gracias a un oráculo¹⁷³.

Como resultado, para que el contrato inteligente se ejecute sobre un objeto externo al mismo es preciso que se den cuatro¹⁷⁴ elementos. En primer lugar, debe existir un objeto externo que tenga capacidad de comunicarse bidireccionalmente – es decir, de recabar datos y transmitirlos, así como de ejecutar órdenes recibidas remotamente- que esté provisto de geolocalización. En segundo lugar, es preciso que este dispositivo esté conectado a una red de comunicaciones -por ejemplo, internet-. En tercer lugar, es necesario que exista un contrato inteligente que cuenta con los protocolos a cumplir y que se encuentra inserto en una red descentralizada de manera que, una vez comprueba la existencia de los requisitos preestablecidos, ejecuta el contrato sobre el objeto

The Internet of Things Arrives, 2015, (disponible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2494382 último acceso 7 de enero de 2019).

¹⁶⁹ LACRUZ BERDEJO, J., *Elementos de Derecho Civil III*. Vol. 1º. 1ª parte. Posesión y Propiedad. Bosch, Barcelona, 1988, p. 227.

¹⁷⁰ En el sentido del 1462 y ss del CC. TUR FÁUNDEZ, C., *Smart contracts...*, cit., p. 119.

¹⁷¹ TUR FÁUNDEZ, C., *Smart contracts...*, cit., p. 116.

¹⁷² Considérese como ejemplo el caso de un contrato de alquiler de coche. El contrato inteligente está programado de manera que una vez se pague el precio -el cual puede quedar consignado- se transmita al arrendatario una clave electrónica. Desde el momento en que la clave es introducida el contrato inteligente desbloquea a distancia el coche para que pueda ser utilizado y empieza a contar el transcurso del tiempo por el cual el coche ha sido contratado. De esta manera, lo único que necesita el contrato inteligente es que se especifique el tiempo durante el cual se contrata y el precio total a pagar, así como conexión con el coche que ha de bloquear y desbloquear.

¹⁷³ Véase apartado V.2.5. Oráculos como obligaciones condicionales.

¹⁷⁴ Tur Fáundez considera sólo los tres primeros en TUR FÁUNDEZ, C., *Smart contracts...*, cit., p. 117.

“inteligente”. Finalmente, es preciso que exista un oráculo¹⁷⁵ que enlace al objeto inteligente con el *Smart contract*.

2.4 Oráculos como obligaciones condicionales

La lógica subyacente en la redacción de los contratos inteligentes – si es A entonces B –, que permite la ejecución automática de las prestaciones también podría ser aplicable a las obligaciones condicionales, las cuales pueden ser suspensivas o resolutorias ex. art. 1114 del CC. No obstante, en el caso de los contratos inteligentes la condición ha de darse en la fase de ejecución del contrato de manera que, una vez esta sea comprobada, el contrato se ejecute automáticamente.

Los contratos inteligentes -y más si están insertos en una cadena de bloques, tal y como se está considerando en el presente estudio- solo pueden trabajar por sí mismos con los datos que se encuentren inscritos en los nodos de dicha cadena, pero no tienen forma de obtener *per se* información externa y elegir la más correcta entre las opciones existentes. En otras palabras, los contratos no son *tan* inteligentes.

Para poder determinar cuándo un índice ha alcanzado un determinado valor, o el precio de una acción ha superado un nivel predeterminado se utilizan los oráculos. En mi opinión no se trata de terceros de confianza¹⁷⁶, sino que se trata de agentes externos al contrato - comúnmente máquinas, dispositivos digitales o aplicaciones- que cumplen la función de proveedores de fuentes de información fiable¹⁷⁷ a la cadena. De esta manera, al insertar dicha información en la cadena, accionan el proceso insertado en el contrato inteligente, produciendo la ejecución del evento digital programado, que normalmente consiste en un pago, una transferencia de activos digitales o cualquier otro acontecimiento predeterminado desde el punto de vista del Derecho y que, en ocasiones, puede calificarse de negocio jurídico¹⁷⁸. Del mismo modo, los oráculos pueden ser utilizados también para

¹⁷⁵ Entendiéndolo más como un enlace que como una fuente de datos, pues en este caso la fuente de datos sería el objeto inteligente.

¹⁷⁶ Pues dicha función la realiza la cadena de bloques y el propio contrato inteligente, al contrario de lo expuesto en TUR FÁUNDEZ, C., *Smart Contract...*, cit., p. 113

¹⁷⁷ Al contrario que la cadena de bloques, el oráculo es fácilmente modificable, por lo que es vital tener confianza en el oráculo -independientemente de si se entiende por tal el enlace o la fuente-.

¹⁷⁸ IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J.W., *Blockchain: Primeras ...*, cit., p. 159.

localizar un objeto en cualquier parte del mundo y ejecutar los protocolos del contrato inteligente sobre él¹⁷⁹, con los requisitos expuestos en el apartado V.2.3.

Tienen, por lo tanto, una función primordial en la consecución de la ejecución automática, pues sin su existencia solo un reducido número de contratos inteligentes sería ejecutable. Desde una perspectiva jurídica se trata de un servidor de datos que proviene de una persona responsable de su fuente¹⁸⁰. Adicionalmente, los oráculos no agotan su función con la introducción de la información en la cadena para conseguir la ejecución contractual, sino que en caso de errores, fallos o cumplimientos diferentes a lo pactado que produzcan consecuencias, los oráculos deberían participar también en los procedimientos judiciales que se llevaran a cabo, de cara a acreditar la veracidad de la información introducida y la existencia – o no – de responsabilidad.

3. PRUEBA DEL CONTRATO

Al ser los contratos inteligentes de naturaleza electrónica, en materia probatoria es aplicable lo establecido en el artículo 24 LSSICE que establece que la prueba en este tipo de contratación se sujetará a las reglas generales del ordenamiento jurídico. Los artículos 24.2 y 25 de la LSSICE confieren al soporte electrónico la condición de medio de prueba documental admisible, y permiten que un tercero de confianza archive las declaraciones de voluntad de las partes en un soporte informático y por un tiempo no inferior a cinco años. Adicionalmente se admite como prueba documental el soporte electrónico en el que conste el contrato. De esta manera, los contratos inteligentes podrían llegar a formar parte de la categoría de documentos privados conforme al artículo 326 de la Ley 42/2015, de 5 de octubre, de Enjuiciamiento Civil¹⁸¹ (LEC en adelante).

En este sentido, desde el punto de vista del letrado, un documento privado es impugnabile por dos vías distintas. Por un lado, puede rebatirse desde una perspectiva formal, de manera que los principales objetivos a este respecto serían determinar la autenticidad de la firma y la corrección del texto. Puede asimismo perseguirse su no consideración en el

¹⁷⁹ BLANCO PÉREZ, M.A, LÓPEZ-ROMÁN, E., “Contratos inteligentes: los “smart contract””, *Abogacía Española*, 6 de marzo de 2017 (disponible en <https://www.abogacia.es/2017/03/06/contratos-inteligentes-los-smart-contract/> último acceso diciembre de 2018).

¹⁸⁰ Aunque objetiva y materialmente el oráculo es un enlace que conecta la cadena en la que se inserta el contrato inteligente con fuentes de datos que se ha encargado de verificar, las cuales disparan las órdenes de los contratos inteligentes. En ocasiones, también se denomina oráculo a la fuente. IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J.W., *Blockchain: Primeras cuestiones en ...*, cit., p. 159.

¹⁸¹ Ley 1/2000, de 7 de enero, de Enjuiciamiento Civil, (BOE núm. 7 de 8 de enero de 2000).

proceso por la vía del negocio jurídico de fondo, debiendo considerar en dicho caso cuestiones relativas al consentimiento y/o si se ha llegado a ejecutar lo pactado.

En primer lugar, en el caso de los contratos inteligentes la firma del texto puede expresarse tanto por los medios tradicionales como por los electrónicos. En este último caso, les es aplicable lo establecido en el artículo 3 de la LFE, siendo de un especial interés el caso de la firma reconocida¹⁸² debido a que permite una eficaz individualización de las partes, que cuenta con una presunción de validez *iuris tantum* del mismo modo que si hubiera sido expresada en papel. En este sentido, si la firma es impugnada deberán realizarse las comprobaciones establecidas en el apartado 8 de dicho artículo. Si arrojan un resultado positivo las costas, gastos y derechos que hubiese generado la impugnación correrán a cargo del impugnante, pudiendo imponer el Tribunal una multa de 120 a 600 euros si considera que la impugnación fue temeraria¹⁸³.

En segundo lugar, la impugnación del documento puede referirse a la falta de correspondencia de lo codificado con lo pactado. Pese a que el documento codificado es admisible *per se* como prueba en el proceso (ex. art. 24.2 LSSICE), evidentemente no ha de presumirse el conocimiento del lenguaje codificado por el tribunal, por lo que será preciso someter el contrato a una prueba pericial (ex. art. 326.2 LEC) llevada a cabo por peritos con formación especializada.

En tercer lugar, podría perseguirse la impugnación del contrato inteligente por la vía de la falta de consentimiento o la existencia de vicios. En este caso, será necesario acreditar que el consentimiento emitido por las partes sobre el documento electrónico responde a una representación mental coincidente con la realidad¹⁸⁴, siendo en este caso importante comprobar el cumplimiento de los deberes de información sobre los que se ha reflexionado en el apartado V.1.2 *Especialidades de prestación del consentimiento*, así como puede ser necesaria la traducción pericial explicada en el apartado anterior. A este respecto, LEGERÉN MOLINA, M. considera que la “traducción” anteriormente referida del contrato no resultará problemática si existe una versión “tradicional” del contenido

¹⁸² Se trata de una firma electrónica avanzada -aquella que permite identificar perfectamente a la persona y se relaciona con los datos de la misma, de manera que incluye cualquier cambio que pueda producirse en su información- basada en un certificado reconocido y generada mediante un dispositivo seguro de creación de firma (ex. art. 3.3 LFE).

¹⁸³ Este régimen es el mismo establecido en el artículo 320.3 de la LEC para las comprobaciones de documentos privados.

¹⁸⁴ TUR FÁUNDEZ, C., *Smart contracts...*, cit., p. 105.

codificado que haya sido utilizado, por ejemplo, para que las partes presten el consentimiento, sea un texto escrito en papel, una caja en la página web o continuar navegando en un dominio web determinado. En mi opinión, considero que esta traducción no será menos problemática, sino innecesaria porque tal y como expone la autora ya hay una versión “tradicional” del contrato, y más si se han cumplido los deberes de información relativos a este tipo de contratación¹⁸⁵. Lo que está claro es que la prueba del consentimiento resulta mucho más sencilla si existen pliegos o condiciones que hayan sido aceptados expresamente, o si el código viene firmado tradicional¹⁸⁶ o electrónicamente.

En cuarto lugar, para comprobar que cabe una impugnación del contrato inteligente debido a que no se desarrolla la ejecución de conformidad con lo que se ha pactado o con lo que pretendían obtener las partes, deberá realizarse un análisis tanto de lo pactado – lo que, probablemente, implique una prueba pericial del código del contrato inteligente y su traducción-, como del consentimiento expresado por las partes, la representación mental subjetiva que tuviesen -de cara a comprobar que no existe un error de vicio en el consentimiento- y el cumplimiento de los deberes de información de este tipo de contratación.

Finalmente, considero necesario mencionar que existen elementos colindantes al contrato inteligente que también deberían ser tenidos en cuenta en el proceso, como son los oráculos y el propio registro distribuido¹⁸⁷. En el caso de la cadena de bloques, existe un interesante debate en la actualidad sobre si puede ser considerado como medio de prueba, debido a su carácter inmutable. A este respecto, existen voces de la profesión notarial que han criticado duramente esta tecnología, especialmente por la desafortunada utilización realizada por los programaciones de expresiones como *to notarize* “notarizar”¹⁸⁸, del

¹⁸⁵ La autora expresa esta menor dificultad en contraposición con contratos completamente codificados suscritos ab initio por inteligencia artificial. Aunque en el futuro pueda darse esta situación, esta cuestión no se va a tratar en este trabajo debido a la poca probabilidad que existe para que se produzca en un futuro próximo.

¹⁸⁶ Puede introducirse una firma manuscrita como un hash o archivo que forma parte del código. Sin embargo, su uso no es recomendable debido a la facilidad de falsificación que presenta y a que no resulta posible certificar que el firmante es realmente quien debe serlo. HAZARD, J. y HAAPIO, H., “Wise Contracts: ...” cit., apartado 2.5.

¹⁸⁷ Considérese que se lleva a cabo también de un registro de los datos que son introducidos en la cadena y utilizados para la ejecución del contrato inteligente.

¹⁸⁸ Véase ROSALES DE SALAMANCA RODRÍGUEZ, F., “Notarizar con blockchain”, Notario Francisco Rosales (disponible en <https://www.notariofranciscosales.com/notarizar-con-blockchain> último acceso 29 de diciembre de 2018). TUR FÁUNDEZ, C., *Smart contracts...*, cit., p. 95.

mismo modo que otras hacen balance de la figura asumiendo los diferentes avances e iniciativas existentes en el ámbito internacional, concretamente de cara a la creación de un registro de propiedad basado en la tecnología de la cadena de bloques¹⁸⁹. En este sentido, se ha llegado a decir que, aunque la cadena de bloques no “notariza”, sí que puede ser un medio de prueba extremadamente útil, por lo que los sistemas probatorios deberían actualizarse con el fin de introducir tecnologías dentro de su abanico cerrado que proporcionen medios que permitan alcanzar una mayor excelencia en el cumplimiento de su función¹⁹⁰. Este debate obliga a reflexionar sobre los principios más básicos de los ordenamientos jurídicos y a ponerlos en relación con las últimas manifestaciones del progreso técnico, razón por la cual se encuentra en íntima conexión con este trabajo.

VI. PROPUESTAS DE REGULACIÓN

A lo largo de este trabajo se ha ido analizando los diferentes aspectos de los contratos inteligentes y su incardinación en el sistema legislativo español. Se ha intentado profundizar en las cuestiones más importantes, y explicar suficientemente aquellas que no podían abarcarse. Se ha concluido -y demostrado- que a esta figura le es de aplicación la normativa vigente en España, la cual además permite llegar a soluciones razonablemente satisfactorias desde el punto de vista jurídico.

Hasta 2017 los esfuerzos del legislador en los Estados u organismos internacionales de referencia se han centrado en la supervisión de los sistemas de automatización de pagos y en la limitación del comercio electrónico mediante bitcoin y otras criptomonedas¹⁹¹. No obstante, ya existen legislaciones más aperturistas como las de Francia y el Estado de Arizona, aunque en el caso de ésta última encuentre problemas de aplicación en ciertos ámbitos. Con todo, existen diferentes problemas para los que la normativa actual resulta insuficiente. Aunque algunos se han ido mencionando hasta ahora, se resumen en los siguientes.

¹⁸⁹ Algunos ejemplos pueden ser Honduras, Ghana, Suecia, Georgia, Brasil, Japón o Estados Unidos. Véase TUR FÁUNDEZ, C., *Smart contracts...*, cit., p. 95.

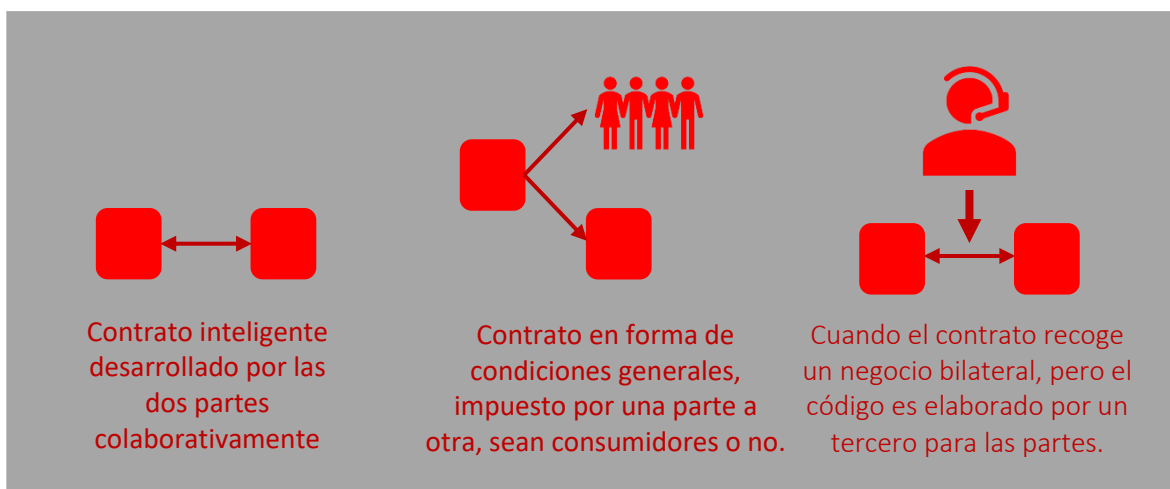
¹⁹⁰ Véase la opinión de BUENO DE MATA, F., en TUR FÁUNDEZ, C., *Smart contracts...*, cit., p. 98.

¹⁹¹ Ha habido críticas en torno a este tipo de regulaciones, especialmente en Estados Unidos, por considerarse que obstruían la adecuada integración de la cadena de bloques en la generalidad de los servicios y productos financieros. Véase IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J.W., *Blockchain: Primeras ...*, cit., p. 160.

En primer lugar, en mi opinión es necesario el establecimiento de una definición legal de contrato inteligente y de la tecnología de la cadena de bloques, del mismo modo que ha sido recogida en la legislación del Estado de Arizona. Como se ha explicado, en la doctrina pueden encontrarse multitud de definiciones de contrato inteligente; esta amplia variedad resulta muy interesante desde un punto de vista teórico, pero muy poco práctica. Por ello, es preciso que el legislador establezca un punto de partida que permita delimitar con claridad el concepto de contrato inteligente vinculante desde la perspectiva jurídica.

En segundo lugar, de cara a solucionar los problemas relativos al establecimiento de la ley aplicable para el caso en que para el cumplimiento de obligaciones contractuales se utilicen contratos inteligentes, sería interesante el establecimiento como mínimo de unos criterios¹⁹² a cumplir por un contrato inteligente y una cadena de bloques para que les fuera aplicable la legislación y la jurisdicción española.

En tercer lugar, es un hecho constatado que las innovaciones tecnológicas generan una desconfianza de los usuarios, y los contratos inteligentes no son una excepción, más aún si se tiene en cuenta que las experiencias de fallos en contratos inteligentes han generado daños de importes cuantiosos. Esta desconfianza puede paliarse con información veraz y clara. Sin embargo, considero que una regulación del reparto de responsabilidades de los daños generados en negocios jurídicos en los que interviene o se ejecutan mediante un contrato inteligente sería muy positiva, y supondría una medida realmente efectiva con respecto a los reparos del público objetivo de la figura. En la figura siguiente se resumen las diferentes autorías posibles de un contrato inteligente:



¹⁹² No obstante, como sucede normalmente en el ámbito del Derecho Internacional Privado, este objetivo también podría conseguirse mediante la jurisprudencia. Quizás, debido a la novedad de la figura y a su actual desconocimiento general, sería más recomendable que así fuera, ya que permite una mayor flexibilidad a los criterios que se establezcan. No obstante, hasta el momento no se conoce de casos con contratos inteligentes de los que hayan tratado los Tribunales españoles.

Fuente: Elaboración propia.

En el primer caso, por ejemplo, el legislador podría “obligar” a las partes a asumir como parte de su autonomía de la voluntad la especificación de un reparto concreto de responsabilidades que se adapte a su relación contractual para el caso en que el código que la contenga errores o falle. En defecto de dicho reparto “obligatorio” podría aplicarse subsidiariamente el determinado por la ley para los otros dos tipos de escenarios relacionales.

En el segundo, caso resulta de vital importancia no ya la determinación del responsable de los daños, sino también sus posibilidades de limitación y las eventuales sanciones administrativas que pudieran recaer. Esto se debe a que una de las partes en esta relación carece de capacidad de negociación, por lo que se parte de una posición de debilidad negociadora que se acentúa en el caso de que los destinatarios de las ofertas sean consumidores.

El tercer caso, en el que el contrato que contiene la relación jurídica es elaborado por un tercero contratado por las partes para ello -pero externo al negocio jurídico que el código contiene- supone un gran desafío de cara al establecimiento y limitación de responsabilidades. En el momento en que los programadores comienzan a traducir acuerdos en código ejecutable, están tomando decisiones sobre cómo se ejecutará el contrato en la práctica¹⁹³. Es decir, toman decisiones que van a afectar a la esfera jurídica de las partes. En este sentido debería limitarse hasta dónde llega la responsabilidad del programador por los fallos o errores incluidos en el código, así como por las consecuencias jurídicas que las partes no han buscado cuando diseñaron el contrato y lo expresaron al tercero programador¹⁹⁴.

En cuarto lugar, el legislador debería empezar a estudiar cómo afectan los contratos inteligentes en términos fiscales – por ejemplo, cuándo se entiende realizada la

¹⁹³ BOUCHER, P., NASCIMENTO S., KRITIKOS M., *How blockchain...*, cit., p. 16

¹⁹⁴ A este respecto resulta interesante reflexionar sobre quién y hasta qué punto es responsable de lo contenido en el código, ¿el que ha mandado redactarlo o el que ha recibido el mandato de redactarlo? Adicionalmente, ¿sería un contrato de prestación de servicios o un mandato o comisión?

transacción y en qué sentido manifiesta un aumento de la capacidad económica del contribuyente¹⁹⁵. Esto se debe a que a contratación inteligente puede tener especiales implicaciones en cuestiones de renta, ventas, obtención de ganancias o pérdidas, la sucesión, o los rendimientos de capital, así como en la determinación del momento de realización de la plusvalía de activos insertos en registros distribuidos. Las consecuencias más importantes derivan sobre todo de cuándo se pueden entender hechas las transferencias de activos y, por tanto, en qué momento del tiempo se generan las ganancias o las pérdidas, o la renta que ha de imputarse en un impuesto determinado. En mi opinión, desde un punto de vista fiscal habrá de tomarse como referencia el momento de la ejecución de los contratos de manera efectiva y no el de la firma de los mismos, pues la transmisión –y, por tanto, las variaciones patrimoniales que conlleva– no se produce de manera efectiva hasta la ejecución.

En quinto lugar, considero que tras aportar una definición legal de los contratos inteligentes y de la cadena de bloques, sería interesante plantear la posibilidad de que estos fuesen utilizados dentro de los medios de prueba. Como se ha explicado, a la hora de aportar un contrato inteligente como medio probatorio en un proceso, éste debe acompañarse de los datos recabados por los oráculos y, probablemente, por la cadena de bloques en la que se encuentra inserto. Esta última presenta importantes ventajas en materia probatoria debido a su inmutabilidad y a las posibilidades de registro del día, la hora y hasta del lugar en el que las transacciones fueron efectuadas. En este sentido, pese a ser el gran modo probatorio de nuestro sistema, la escritura pública no es más que un trozo de papel firmado por una persona determinada al que la Ley asigna un determinado valor¹⁹⁶. Conste que no se está proponiendo la sustitución de la escritura pública por el registro distribuido, pues ésta ofrece un valor añadido al documento más allá del probatorio, como es la certificación de su validez, veracidad y que sea fehaciente¹⁹⁷. Sin embargo, se debe asumir que *blockchain* es una técnica que permite fijar el contenido contractual y ofrece unos niveles de seguridad material que lo erigen como un instrumento

¹⁹⁵ BOUCHER, P., NASCIMIENTO S., KRITIKOS M., *How blockchain...*, cit., p. 16

¹⁹⁶ TUR FÁUNDEZ, C., *Smart Contracts...*, cit., p. 96.

¹⁹⁷ En relación con lo anterior, el artículo 25 de la LSSICE establece expresamente que la intervención de terceros de confianza en materia de contratación electrónica (función que en este caso realiza la cadena de bloques) no sustituye la intervención necesaria de aquellas personas facultadas por el derecho para dar fe pública.

potencialmente útil como medio de prueba¹⁹⁸. En este sentido, existen autores que consideran que los medios de prueba no tienen por qué reinventarse, pero sí actualizarse con el fin de introducir en ese abanico cerrado opciones innovadoras que permitan mejorar la labor probatoria en el proceso judicial¹⁹⁹. Considero, por tanto, que ha de incluirse estas innovaciones entre los medios de prueba de nuestro sistema judicial y quizás hasta darles un tratamiento privilegiado dentro de los medios privados, aunque observándolos siempre la prudencia necesaria en la consideración de los medios privados.

Finalmente, muchas de estas cuestiones pueden ser paliadas por el fomento de códigos de conducta y buenas prácticas entre los desarrolladores y diseñadores de contratos inteligentes, así como entre los usuarios. Con todo, estos códigos no tienen carácter imperativo, y sí que sería interesante crear políticas anticipatorias que, por ejemplo, obligaran a tener en cuenta muchas de las técnicas de arquitectura criptográfica que se han mencionado a lo largo de este trabajo, tendentes a minimizar los daños de los contratos inteligentes y a permitir modificaciones o inhabilitaciones de parte o la totalidad de los contratos. En mi opinión, a este respecto deberían involucrarse en el fomento de este tipo de prácticas no sólo el legislador, sino también los poderes públicos y los entes privados con capacidad de influencia en la sociedad.

En mi opinión, en algunas ocasiones -que no en todas- el legislador español ha pecado de no querer ver diferentes manifestaciones del progreso técnico o económico en el momento en el que estaban surgiendo. En consecuencia, solo ha caído en la cuenta de las necesidades regulatorias cuando han explotado problemáticas sociales y económicas de gravedad, que han supuesto grandes consecuencias sobre derechos fundamentales básicos de los ciudadanos. Un claro ejemplo de lo anterior es la incapacidad de los gobiernos central, autonómico y local de responder de una manera eficaz al conflicto de las licencias VTC, o al dramático aumento del precio de los alquileres en las grandes ciudades. La falta de legislación preventiva en el momento adecuado supone que las normativas “de respuesta” sean insuficientes.

En consecuencia, considero imperativo que se realicen políticas anticipatorias sobre las temáticas tratadas en este apartado, así como otras aportadas por la literatura

¹⁹⁸ IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J., “Smart contract y notariado español: algunas claves orientadoras”, cit., apartado V.

¹⁹⁹ TUR FÁUNDEZ, C., *Smart Contracts...*, cit., p. 98.

especializada. Debe tomarse en consideración el fenómeno de los contratos inteligentes y la cadena de bloques con el objetivo de evitar una situación inabarcable en el futuro. En este sentido, podría imitarse a Francia para comenzar realizando “regulaciones de prueba” de esta figura en el ámbito de activos específicos del mercado financiero. En mi opinión, el legislador no debería permitirse el lujo de cometer los errores del pasado, pues en Derecho rara vez se incumple el refrán de que “*es mejor prevenir, que curar*”.

VII. CONCLUSIONES

Del estudio detallado de los contratos inteligentes realizado a lo largo de este trabajo pueden extraerse las siguientes conclusiones.

Primera.- Si bien la idea en sí de contratos que se ejecutaban mediante protocolos informáticos se formuló por primera vez en los 90, los factores catalizadores para que los contratos inteligentes fueran una realidad han sido Bitcoin y Blockchain. Ambos han aportado una base, un ecosistema y una divisa sobre los que poder construir verdaderos contratos inteligentes. De tal manera, Ethereum y su sofisticado lenguaje *Solidity* constituyen uno de los pocos ámbitos en los que es posible el desarrollo de verdaderos *Smart contracts*.

Segunda.- El gran interés que ha despertado la figura supone que existan tantas definiciones diferentes de la misma como académicos, cada una de ellas realizadas frecuentemente con los sesgos propios a la disciplina desde la cual va a abordarse su estudio. En consecuencia, debe primero formalizarse una definición objetiva e interdisciplinar de la que partir. Adicionalmente, es recomendable que el estudio jurídico de los contratos inteligentes se centre –por el momento- en su consecución dentro de registros distribuidos, pues es donde ya se están implementando. No obstante, es de esperar que las conclusiones obtenidas sobre los *Smart contracts* restringidos al registro distribuido sean aplicables también a contratos inteligentes implementados mediante otras tecnologías.

Tercera.- Tras cotejar y valorar la variedad de ventajas e inconvenientes que la figura presenta es posible concluir que, como ocurriría con cualquier otra figura, la utilidad de contratos inteligentes ha de ser estudiada con respecto a situaciones concretas. No deberían hacerse las valoraciones intentando concluir si ha de generalizarse o prohibirse de manera absoluta el uso de los contratos inteligentes. Son las partes interesadas las que,

en cada uno de los negocios jurídicos que lleven a cabo, han de hacer balance sobre la figura, sobre si les permite conseguir ganancias en eficiencia y eficacia o sobre si les facilita obtener los máximos beneficios posibles de sus relaciones jurídicas.

Cuarta.- Una de las conclusiones más importantes de este trabajo es que los contratos inteligentes pueden ser formas contractuales perfectamente válidas. Están sometidos a los requisitos generales de validez de los contratos y, gracias a la libertad de forma consagrada en nuestro Código Civil, el hecho de que estén redactados en forma de código informático no debería suponer ningún problema en este ámbito. No es necesario, por tanto, la elaboración de un derecho “específico” para la determinación de la validez contractual de esta figura, sino que puede ser perfectamente analizada con las herramientas de la regulación actual.

Quinta.- Los *Smart contracts* tienen la naturaleza de contrato electrónico. Sin embargo, este concepto no es capaz de tomar en consideración la característica esencial de esta figura: el tratamiento automatizado de datos que conlleva una ejecución contractual de la que derivan consecuencias jurídicas. Sería interesante la creación de un “contrato orientado hacia los datos”.

Sexta.- El consentimiento que se expresa en los contratos inteligentes es “más extenso” que el prestado en la contratación tradicional, pues no sólo recae sobre la voluntad de obligarse en el negocio jurídico concreto (el fondo del asunto), sino que también recae sobre el modo de ejecución (autoejecución o “renuncia” al control de la ejecución) y sobre el hecho de que el contrato esté redactado en todo o en parte en forma de código (forma contractual). El contrato inteligente no será válido si el consentimiento no recae de forma válida sobre estos tres elementos, debido a las importantes implicaciones que los tres tienen para las partes.

Séptima.- España pertenece al grupo de Estados que por el momento no ha regulado los contratos inteligentes. Aunque la normativa actual de, en numerosas situaciones, resultados satisfactorios, es imperativo que el legislador tome consciencia de esta figura y regule aquellos aspectos de la misma para los cuales la normativa actual resulta insuficiente. Estos aspectos incluyen la aportación de una definición jurídica para evitar la inseguridad jurídica, la regulación sobre la responsabilidad por los eventuales daños que puedan surgir del contrato y la regulación de los contratos inteligentes, la cadena de bloques y los oráculos como medios de prueba en un proceso judicial.

Octava.- Finalmente, la generación de buenas prácticas en relación con los contratos inteligentes es una cuestión que tiene un impacto directo sobre numerosos aspectos de la figura. Es necesario el fomento de la selección de la jurisdicción y la ley aplicable al contrato por las partes, así como incentivar técnicas de redacción del código tendentes a minimizar o evitar los daños que puedan producir los contratos. La generación de buenas prácticas a este respecto puede generar efectos altamente positivos. Resulta especialmente importante que el legislador, los poderes públicos y los entes privados con capacidad de influencia se involucren en el fomento de buenas prácticas *a priori*, de manera que se minimicen los posibles problemas que puedan derivar de la figura

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS DOCUMENTALES

1. BIBLIOGRAFÍA

ADVOCATES FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT, *At a glance guide for Basic Principles of English Contract Law*, 2016, (disponible en <http://www.a4id.org/wp-content/uploads/2016/10/A4ID-english-contract-law-at-a-glance.pdf>, último acceso 19 de noviembre de 2018).

ALFARO AGUILA-REAL, J., “Contratos inteligentes (I)”, *Almacén de derecho*, 1 de junio de 2013, (accesible en <https://derechomercantilespana.blogspot.com/2016/06/contratos-inteligentes.html> último acceso 25 de septiembre de 2018).

ANGUIANO, J.M., “Blockchain: Fundamentos y perspectiva jurídica. De la confianza al consenso”, *Diario La Ley*, nº 18, Sección Ciberderecho, 16 de Mayo de 2018, pp. 1 a 25.

BAYLE, A., “Analyse prospective des smart contracts en droit français”, (disponible en <https://aureliebayleblog.files.wordpress.com/2017/06/analyse-prospective-des-smart-contracts-en-droit-franc3a7ais-auc3a9lie-bayle.pdf>, último acceso 18 de septiembre de 2018).

BLANCO PÉREZ, M.A, LÓPEZ-ROMÁN, E., “Contratos inteligentes: los “smart contract””, *Abogacía Española*, 6 de marzo de 2017 (disponible en <https://www.abogacia.es/2017/03/06/contratos-inteligentes-los-smart-contract/> último acceso diciembre de 2018).

BOUCHER, P., NASCIMENTO S., KRITIKOS M., *How blockchain can change our lives, In-depth analysis*, European Parliament Research Service and Foresight, Behavioural Insights and Design for Policy Unit, DG JRC, European Commission, February 2017. (accesible en http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_IDA%282017%29581948, último acceso 09-08-2018).

CLACK, C., BAKSHI, V., BRAINE, L., “Smart Contract Templates: foundations, design landscape and research directions”, *Cornell University Library*, (disponible en <https://arxiv.org/abs/1608.00771> , ultimo acceso 10 de octubre de 2018).

CLYDE & CO, *Blockchain and the law. An uncharted landscape*, Londres 2016.

COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION, *A primer on Smart Contract*, 27 de noviembre de 2018 (disponible en https://www.cftc.gov/sites/default/files/2018-11/LabCFTC_PrimerSmartContracts112718_0.pdf último acceso 21 de diciembre de 2018).

DAVARA FERNÁNDEZ DE MARCOS, E.D., “Los Smart contract”, *Actualidad Administrativa*, Nº 7, Julio-Agosto 2017, pp. 1 a 5.

DEL CASTILLO, *JP Morgan, Credit Suisse among 8 in latest bank blockchain test*, 18 de octubre de 2016 (disponible en <https://www.coindesk.com/jp-morgan-credit-suisse-among-8-in-latest-bank-blockchain-test> último acceso enero de 2019).

ECHEBARRÍA SÁENZ, M., “Contratos electrónicos autoejecutables (Smart contract) y pagos con tecnología blockchain”, *Revista de estudios europeos*, nº. 70, 2017, pp. 69 a 97.

FELIU REY, J., “Smart Contract: Concepto, ecosistema y principales cuestiones de Derecho privado”, *LA LEY mercantil*, nº 47, mayo 2018, pp. 1 a 17.

HAZARD, J. y HAAPIO, H., “Wise Contracts: Smart Contracts that Work for People and Machines” *Trends and Communities of Legal Informatics. Proceedings of the 20th International Legal Informatics*

Symposium IRIS 2017. Österreichische Computer Gesellschaft, Erich Schweighofer et al. (Eds.), Wien 2017, pp. 425–432 (Accesible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2925871> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2925871>, ultimo acceso 09-08-2018)

IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J., “Smart contract y notariado español: algunas claves orientadoras”, *LA LEY mercantil*, N° 4, Junio 2018, pp. 1 a 17.

IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J.W., “Cuestiones jurídicas en torno a la cadena de bloques (<<blockchain>>) y los contratos inteligentes (<<Smart contracts>>), *Icade: Revista de las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales*, n° 101, 2017.

IBÁÑEZ JIMÉNEZ, J.W., *Blockchain: Primeras cuestiones en el ordenamiento español*, Editorial Dickinson, 2018.

ISDA LINKLATERS, *Whitepaper: Smart Contracts and Distributed Ledgers – A legal perspective*, 2017 (accessible en <https://www.isda.org/a/6EKDE/smart-contracts-and-distributed-ledger-a-legal-perspective.pdf> último acceso 18 de septiembre de 2018).

KOTESHOV, D., “Smart vs Ricardian Contracts: What’s the difference?”, *Elinext.com* (disponible en <https://www.elinext.com/industries/financial/trends/smart-vs-ricardian-contracts/>, ultimo acceso diciembre de 2018 de 2018).

LACRUZ BERDEJO, J., *Elementos de Derecho Civil III*. Vol. 1º. 1ª parte. Posesión y Propiedad. Bosch, Barcelona, 1988.

LARGO GIL, R., HERNÁNDEZ SÁINZ, E., *Manual de Derecho mercantil, vol. 1: Títulos valores y obligaciones y contratos mercantiles*, 4ª edición, 2018.

LARGO GIL, R., HERNÁNDEZ SÁINZ, E., *Manual de Derecho mercantil, vol. 2: Derecho del mercado financiero y derecho concursal*, 4ª edición, 2018.

LEE, S., “Blockchain Smart Contracts: More Trouble Than They Are Worth?”, *Forbes*, (disponible en <https://www.forbes.com/sites/shermanlee/2018/07/10/blockchain-smart-contracts-more-trouble-than-they-are-worth/#76cc02fd23a6> último acceso diciembre 2018).

LEGERÉN-MOLINA, A., “Los contratos inteligentes en España (La disciplina de los Smart contracts)”, *Revista de Derecho Civil* , vol. 5, N°. 2 (abril-junio, 2018), pp. 193 a 241.

MUELLER, B., “Safety”, *GitHub.inc*, Octubre de 2018 (disponible en <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/Safety> último acceso diciembre de 2018).

NAVARRO LÉRIDA, M.S., “Gobierno corporativo, blockchain y smart contracts. Digitalización de las empresas y nuevos modelos descentralizados (DAOS) (1) (2)”, *Revista de Derecho del Mercado de Valores* n° 23(2018).

PETERS, G., EFSTATHIOS, P., “Understanding Modern Banking Ledgers through blockchain technologies: Future of transaction processing and smart contracts on the Internet of Money”, *Banking Beyond Banks and Money: a Guide to Banking Services in the Twenty-First Century* (eds. Tasca, P et al.), Springer, Suiza, 2016, pp. 239-279.

PRENAFETA RODRÍGUEZ, J., “Smart contracts: aproximación al concepto y problemática legal básica”, *Diario La Ley*, n° 8824, 15 de Septiembre de 2016, pp. 1 a 4.

R3, NORTON ROSE FULBRIGHT, *Can smart contracts be legally binding contracts?* , (accessible en <http://www.nortonrosefulbright.com/files/r3-and-norton-rose-fulbright-white-paper-full-report-144581.pdf> último acceso 18 de septiembre de 2018).

RAMACHANDRAN, V., “Blockchain can pull trade into the digital age”, *HSBC*, 2 de marzo de 2017 (disponible en <https://www.hsbc.com/news-and-insight/2017/blockchain-can-pull-trade-into-the-digital-age> último acceso enero de 2019).

RASKIN, M., “The Law and Legality of Smart Contracts”, *Georgetown Law Technology Review*, 2017, pp. 304 a 326.

ROSALES DE SALAMANCA RODRÍGUEZ, F., “Notarizar con blockchain”, Notario Francisco Rosales (disponible en <https://www.notariofranciscorosales.com/notarizar-con-blockchain> último acceso 29 de diciembre de 2018). TUR FÁUNDEZ, C., *Smart contracts...*, cit., p. 95.

SKAROFF, J., “Smart Contracts and the Cost of Inflexibility”, *University of Pennsylvania Law Review*, Vol. 166, 2017 (accesible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3008899 último acceso 18 de septiembre de 2018).

SAVELYEV, Alexander, “Contract Law 2.0: «Smart» Contracts As the Beginning of the End of Classic Contract Law”, *Higher School of Economics Research Paper* n°

WP BRP 71/LAW/2016, 14 de diciembre de 2016 (accesible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2885241>, último acceso 09-08-2018).

SURDEN, H., “Computable contracts”, *UC Davis Law Review*, Vol. 4, No. 629, 2012, (disponible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2216866, último acceso 15 de noviembre de 2018), p. 638.

THIERER, A.D., “The Internet of Things and Wearable Technology: Addressing Privacy and Security Concerns without Derailing Innovation”, *Richmond Journal of Law and Technology*, Volume XXI, Issue 2, II. The growth of the Internet of Things and Wearable Technology: Applications and Opportunities, A. The Internet of Things Arrives, 2015, (disponible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2494382 último acceso 7 de enero de 2019).

TUR FÁUNDEZ, C., *Smart contracts, Análisis jurídico*, Editorial Reus, 2018.

VON AHN, “Legal implications of financial technology”, *The Fintech Edition 2018*, 2018, Abstract 4.

WERBACH, K., CORNELL, N., “Contracts Ex Machina”, *Duke Law Journal* vol. 67, 2017, pp. 313 y ss.

“Firma electrónica avanzada, simple o cualificada, ¿sabes distinguir las?”, *Signaturit*, (disponible en <https://blog.signaturit.com/es/firma-electronica-simple-vs-avanzada> , último acceso diciembre de 2018).

2. JURISPRUDENCIA

Sentencia del Tribunal Supremo, Sala de lo Civil, (Sección 1ª), de 19 de diciembre de 1991, nº 7162/1991, (ECLI: ES:TS:1991:7162).

Sentencia del Tribunal Supremo, Sala de lo Civil, (Sección 1ª), núm. 354/2014, de 20 de enero de 2014, (ECLI: ES:TS:2014:354).

Sentencia del Tribunal Supremo, Sala de lo Penal, (Sección 1ª), de 19 de mayo de 2015, nº 300/2015, (ECLI: TS:2015:2047).

Sentencia de la Audiencia Provincial de Baleares (Sección 5) de 29 de octubre de 2014, nº 340/2014, (ECLI:APIB:2014:2265).

3. LEGISLACIÓN

Code monétaire et financier, Version consolidée au 1 janvier 2019, (disponible en <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006072026> último acceso 6 de enero de 2019).

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 (disponible en <https://legiscan.com/AZ/text/HB2417/id/1497439>, último acceso 19 de noviembre de 2018).

Ley 1/2000, de 7 de enero, de Enjuiciamiento Civil, (BOE núm. 7 de 8 de enero de 2000).

Ley 7/1998, de 13 de abril, sobre Condiciones Generales de la Contratación, (BOE núm. 89 de 14 de abril de 1989)

Ley 21/2011, de 26 de junio, de Dinero Electrónico, (BOE núm. 179, de 27 de julio de 2011).

Ley 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico, (BOE núm. 166, de 12 de julio de 2002).

Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica (BOE núm. 304, de 20 de diciembre de 2003).

Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (BOE núm. 294, de 6 de diciembre de 2018).

Ley Orgánica 6/1985, de 1 de julio, del Poder Judicial, modificada por Ley Orgánica 7/2015, de 21 de julio (BOE Núm. 157, de 2 de julio de 1985; modif. BOE núm. 174 de 22 de julio de 2015).

Real Decreto Legislativo 1/2010, de 2 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Sociedades de Capital (BOE núm. 161 de 03 de Julio de 2010).

Real Decreto Legislativo 4/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Mercado de Valores (BOE núm. 255, de 24 de octubre de 2015).

Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias (BOE núm. 287 de 30 de Noviembre de 2007).

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 (Refundición) (DO num. L 351, de 20 de diciembre de 2012; modificado por Reglamento 542/2014 DO núm. L163, de 29 de mayo de 2014).

Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (DOUE núm. 119/1 de 4 de mayo del 2016).

Reglamento 909/2014/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 2014, sobre la mejora de la liquidación de valores en la Unión Europea y los depositarios centrales de valores y por el que se modifican las Directivas 98/26/CE y el Reglamento (UE) nº 236/2012 Texto pertinente a efectos del EEE (DOUE núm. 257, de 28 de agosto de 2014).