

**VIABILIDAD DE APLICAR *SMART CONTRACTS* EN LOS CONTRATOS  
MARCO LOCALES DE DERIVADOS FINANCIEROS**

**CATALINA GUERRA POSADA**

**Artículo presentado como requisito para optar por el título de abogada**

**Asesor**

**JUAN MANUEL URIBE RESTREPO**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE DERECHO  
PREGRADO EN DERECHO  
MEDELLÍN  
2023**

## CONTENIDO

1. Introducción
2. Resumen
3. ¿Qué son los *smart contracts*?
  - a. *Blockchain*
  - b. ¿Cómo están regulados los *smart contracts* y el *blockchain* en Colombia?
4. ¿Qué son los derivados financieros?
  - a. ¿Qué son los contratos marco locales de derivados financieros y cómo es su estructura jurídica?
  - b. ¿Cómo están regulados en Colombia?
5. Viabilidad de aplicación de *smart contracts* en contratos marco de derivados financieros
  - a. Ventajas jurídicas de su aplicación
  - b. Obstáculos jurídicos de su aplicación
6. Conclusiones
7. Referencias

### 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el mundo se está enfrentando a lo que se conoce como la cuarta revolución industrial, por cuanto el uso y el desarrollo de nuevas tecnologías han venido transformando la manera en la que nos comunicamos, tomamos decisiones e incluso realizamos negociaciones. Básicamente, el impacto producido por las nuevas tecnologías está en la transformación del mundo que conocemos. El *blockchain* y los contratos inteligentes hacen parte de esta revolución industrial, pues son tecnologías que están modificando la manera de realizar contrataciones y operaciones económicas.

El objetivo del presente documento es entender qué son los *smart contracts* y la tecnología sobre la cual están basados: el *blockchain*. Una vez se tenga claro ambos conceptos, se busca identificar como están reguladas tales figuras en el ordenamiento jurídico colombiano. Posteriormente se pasará a introducir todo el tema de derivados financieros, su regulación en Colombia, en qué consisten y ejemplos. A continuación, se pasará a determinar cuáles serían las ventajas y desventajas de aplicar contratos inteligentes en los contratos marco de derivados financieros, para finalmente identificar si es viable o no la aplicación de *smart contracts* en contratos marco de derivados financieros y realizar las debidas conclusiones.

Cómo se explicará con mayor detalle más adelante, el término de contratos inteligentes hace referencia a secuencias de código de programación en el que se plasman las relaciones entre las partes del contrato, produciendo de forma automática y sin intervención humana, las prestaciones en que consiste la ejecución del contrato. De esta manera, cuando se da lugar a un supuesto de hecho, el código es capaz de leerlo, reconocerlo y asociarlo a una consecuencia jurídica, que es la que las partes han establecido en el código para dicha situación, procediendo entonces al cumplimiento exacto y puntual del contrato. Lo que garantizan los *smart contracts* son automaticidad y transparencia en la ejecución de los contratos.

La importancia de estas nuevas herramientas ha generado revuelo en diferentes países, pues no solo tienen un impacto en el desarrollo tecnológico sino también un gran impacto en ámbitos económicos y empresariales, pues grandes empresas ya hacen uso de los contratos inteligentes. Por lo anterior, vale la pena entonces entender su funcionamiento y sus efectos en el ámbito jurídico, pues claramente es un sector que se ve afectado por la creación de esta nueva modalidad de ejecutar contratos.

Así entonces, el derecho, siendo una ciencia en búsqueda de regular la vida en sociedad, debe ir evolucionando y adaptándose a la manera en la que la sociedad se va comportando y, por tanto, la regulación en los nuevos temas tecnológicos que mueven el mundo se va haciendo necesaria. En el caso de Colombia, si bien se existe regulaciones sobre el uso de tecnología

en sentido amplio, se observará la existencia o no de normativas relevantes a los *smart contracts* y *blockchain*, para de esta manera entender cómo podría hacerse uso de estas figuras en dicho ordenamiento jurídico.

Por otro lado, los contratos marco de derivados financieros son contratos que se componen de: i) un contrato marco; ii) un suplemento, por medio del cual se hacen las respectivas modificaciones al contrato marco de acuerdo con lo que pacten las partes; y, iii) una confirmación, este último es donde se pactan las condiciones particulares de la operación como tal (monto, plazo, tipo de derivado, entre otros). Haciendo entonces que la negociación y ejecución de este tipo de contratos requiera de muchos paso a paso entre las partes, lo que se traduce en mucha intervención humana a lo largo de la ejecución del contrato, y también generan muchos costos, por dicha intervención. Lo anterior se podría ver considerablemente reducido con la aplicación de contratos inteligentes, o al menos, eso es lo que se busca analizar en el presente documento.

En síntesis, el objetivo es no solo explicar cómo es el funcionamiento de los *smart contracts* y la tecnología sobre la cual están basadas (*blockchain*), sino también estudiar los contratos marco de derivados financieros en Colombia, para finalmente analizar la posibilidad de aplicar la tecnología de contratos inteligentes a este tipo de contratos desde el estudio de las ventajas y desventajas de dicha aplicación.

## **2. RESUMEN**

Los *smart contracts* van encaminados a formalizar y asegurar las relaciones contractuales jurídicas a través de redes informáticas. Los objetivos para el diseño de esta tecnología se derivan de principios jurídicos y teorías económicas. Se realizará entonces una revisión de las ventajas y desventajas de la aplicabilidad de los *smart contracts* en los contratos marco de derivados financieros, haciendo uso de lenguaje informático, para poder: i) asegurar el cumplimiento de lo pactado de una manera automática y eficaz; y ii) evitar interferencias por terceros. Este artículo pone en perspectiva cómo sería aplicar contratos inteligentes en

contratos muy propios del sistema financiero, como lo son los contratos marco locales de derivados financieros.

### 3. ¿QUÉ SON LOS *SMART CONTRACTS*?

Los *smart contracts* o contratos inteligentes no son un tipo de contratación como tal, sino que son una tecnología aplicable al contrato, mediante la cual se les permite a las partes ejecutar de manera automatizada las obligaciones pactadas previamente, sin intervención de terceros. Estos surgieron en 1993 con Nick Szabo, acorde con él, los contratos inteligentes consisten en "*un conjunto de promesas, especificadas en forma digital, incluyendo protocolos dentro de los cuales las partes realizan estas promesas*" (Szabo, 2018). En otras palabras, aquellos contratos sometidos a la tecnología de *smart contracts*, son contratos de los cuales sus cláusulas se traducen a un sistema software integrados en una cadena de bloques, mediante los cuales se permite el recibimiento y el envío automático de activos e información.

Los *smart contracts* están estructurados por la tecnología conocida como *blockchain* o cadena de bloques. De acuerdo con la Guía de Referencia para la Adopción e Implementación de Proyectos con Tecnología *blockchain* para el Estado Colombiano, las características principales del *blockchain* corresponden a: (i) **inmutabilidad de los registros**, el *blockchain* tiene la capacidad de permanecer inalterable e indeleble debido a su lenguaje informático, lo que genera mayor transparencia y confianza en sus procesos; (ii) **seguridad de la información**, ya que los datos se almacenan de forma cifrada y la interacción con tales datos se da a raíz del consentimiento de su titular en relación a los datos personales, se produce entonces una adecuada trazabilidad de las interacciones, pues estas quedan registradas en la cadena de bloques, generando una mayor seguridad; (iii) **eliminación de intermediarios**, las partes que utilicen esta tecnología en sus acuerdos jurídicos no requerirán de la intermediación de terceros para que lo pactado se dé a lugar, pues se realizan de una manera automática, eliminando la necesidad de que un tercero valide sus transacciones y reduciendo los costos de intermediación y tergiversación de la información; (iv) **base de datos descentralizada**, al ser bases de datos que no se encuentran en un único servidor o centro de

datos, proporciona entonces la inmutabilidad de estos ya que no dependen de un registro único como fuente de información (MinTic 2022).

La idea básica detrás de los contratos inteligentes es que muchos tipos de cláusulas contractuales (como garantías, transacciones, cumplimiento de plazos, etc.) pueden estar incrustadas en el hardware y el software que tratamos, de tal manera que el incumplimiento del contrato sea costoso para el infractor (Szabo, 1997). De igual manera, el diseño de los *smart contracts* sugiere que sus protocolos de seguridad sean encaminados a integrar cierta propiedad a los términos contractuales que pactan las partes. Es decir, que se implementen claves criptográficas para que las partes sean propietarias de los términos del contrato, de esta manera ningún tercero podría modificar los acuerdos del contrato y se genera más seguridad.

Otra definición de *smart contracts*, es que son contratos de ejecución automática donde los usuarios pueden codificar sus acuerdos y relaciones de confianza, que luego se almacenan en una cadena de bloques de alojamiento (Cuccuru,P. 2017) . A su vez, estos contratos facilitan actividades comerciales seguras y confiables ya que, al proporcionar transacciones automatizadas, no se requiere la supervisión de un sistema financiero y jurídico externo como bancos, tribunales o notarios, pues son transacciones, transparentes e irreversibles. El *blockchain* permite a las partes realizar transacciones de forma segura sin un intermediario centralizado y evitando un alto costo legal y transaccional (Ahmed K., 2016).

Fue entonces hasta el año 2009 que nacieron los Bitcoin, pues a raíz de esta nueva “moneda”, se necesitaba un sistema de pagos que facilitara las transacciones, creando entonces una tecnología que resultó ser bastante útil: *blockchain*. Incluso en el 2014, gracias a la creación de Ethereum, una plataforma de código abierto (open source) que sirve para ejecutar contratos inteligentes (entre otras cosas), estos últimos volvieron a ser populares alrededor del mundo. Ethereum permitió extender las características funcionales de las cadenas de bloques agregando más lógica de programación. Esta lógica de programación es la que permite crear contratos inteligentes con un amplio conjunto de reglas y condiciones para luego almacenar el código fuente en su *blockchain*, permitiendo la posibilidad de crear

infinidad de programas que serán ejecutados en cada computadora de la red y que tendrán todos los beneficios del *blockchain*.

Una de las principales diferencias entre los contratos inteligentes y los contratos tradicionales se relaciona con su ejecución autónoma y terminación. Los *smart contracts* son esencialmente obligaciones codificadas que se aplican de forma autónoma, mientras que en los contratos tradicionales para que se realice el cumplimiento de una obligación, en la mayoría de los casos, se requiere acciones de bancos, jueces, abogados, etc.

Un ejemplo sencillo de cómo podrían funcionar los contratos inteligentes es el siguiente: supongamos que Andrés y Federico participan en una casa de apuestas online para apostar sobre la final de la Copa del Mundo del 2022 entre Argentina y Francia. Ambos sujetos al ingresar a la plataforma debieron registrar su número de cuenta bancaria, para que la página les descontara el valor de inicio de apuesta y a su vez para registrar a qué cuenta deben depositar dado el caso resulten ganadores.

Andrés y Federico al suscribirse a la plataforma y aceptar los términos y condiciones están pactando entonces que: (i) el que resulte ganador obtendrá el total del dinero apostado; (ii) se le debitará al ganador el dinero en el momento que el hecho incierto sea cierto y determinado, es decir, cuando se conozca el resultado del partido; (iii) el dinero será depositado en la cuenta registrada en la plataforma.

Andrés apuesta entonces por Argentina y Federico por Francia. Para entrar a la apuesta cada uno debe aportar 100.000 COP, dinero que quedará en la plataforma digital de la casa de apuestas hasta que se sepa el resultado del partido. Finaliza el juego y Argentina sale ganador, por tanto, el contrato inteligente será el encargado, a través de su tecnología, de verificar quién es el ganador (que en este caso es Andrés), cuánto dinero le pertenece y dónde se debe depositar.

Sucedirá entonces que la plataforma como ya tiene el valor de 200.000 COP (100.000 COP aportados por cada apostador) en su dominio, entonces de manera automática transferirá a la

cuenta que fue registrada por Andrés el valor de 200.000 COP (valor que ganó) por el resultado 4-2 ganando Argentina (hecho incierto que ya es determinado y cierto). Cumpliéndose así lo pactado por las partes sin intervención de terceros, de manera eficaz y automática.

Legalmente lo que sucede en el ejemplo es que se está realizando un contrato aleatorio donde no se tiene certeza del resultado final, es decir, uno de sus elementos es la dependencia de un acontecimiento incierto (como lo es no saber el resultado de un partido de fútbol que no ha sido previamente jugado); donde el azar es para ambas partes (ni Andrés ni Federico sabían quién iba a ganar), y es un contrato bilateral, oneroso y principal. Por tanto, jurídicamente resulta ser un contrato válido, pues está abalado por el Código Civil Colombiano en su artículo 2282.

Para que los contratos inteligentes funcionen, las obligaciones de las partes deben estar muy bien estructuradas y pensadas, pues estarán arraigadas a un código de ejecución automática donde la lógica a usar será: si (...) entonces (...). Se ha llegado a hacer la alusión de que las máquinas expendedoras son la analogía adecuada para los contratos inteligentes, pues en las máquinas expendedoras las obligaciones de las partes son cuidadosamente predeterminadas con la lógica mencionada (Ghodoosi, F., 2021). Por ejemplo, cuando se realiza una compraventa de unas galletas de una máquina expendedora lo que sucede es lo siguiente: la máquina establece el precio de COP \$3.000 pesos por las galletas, que están ubicadas en el C4; David conseguirá las galletas si inserta a la máquina el valor de COP \$3.000 y selecciona el botón C4. Las condiciones de precio y cantidad estaban establecidas previamente y son condiciones inmodificables pues David no puede pedirle una rebaja a la máquina, para ello tendría que cambiar todo el algoritmo y programación. Claramente, los contratos inteligentes son un poco más complejos, pero tener esta estructura en mente servirá para comprender mejor el presente escrito.

Así mismo, un contrato inteligente es en sí una transacción autoejecutable entre las partes, desencadenada por eventos que pueden determinarse definitivamente como que han sucedido o no. Tales contratos se prestan a condiciones definibles con una lógica bastante simple “si

X entonces Y”; una vez se condiciona una disposición del contrato a la intervención humana, los *smart contracts* dejan de ser viables, pues no es un secreto que la comunicación interpersonal suele ser mucho más compleja que “si X entonces Y” (Koonce, L., 2016).

Ahora bien, es pertinente analizar si los *smart contracts* son compatibles con la regulación contractual existente en Colombia, es decir, si los *smart contracts* podrían entenderse como contratos reales, solemnes, consensuales, bilaterales, onerosos, principales o accesorios, entre otros. Se observó entonces que los contratos al ser realmente una tecnología aplicable a los pactos de las contrapartes en un lenguaje informático, no se entienden como una clasificación adicional a los tipos de contratos existentes, así entonces ¿un *smart contracts* puede ser aplicado a un contrato aleatorio/ bilateral/ oneroso y/o consensual? Depende, pues volviendo al ejemplo de Andrés y Federico se puede observar que, por la naturaleza de ese contrato (apuesta), la aplicación del contrato inteligente no suponía obstáculo alguno, pero ¿qué pasa cuando el contrato es solemne/ gratuito/ o unilateral? Se analizará el siguiente ejemplo: un contrato de donación entre vivos.

Analizando al artículo 1443 del Código Civil Colombiano se puede determinar las características del contrato de donación, siendo este un contrato: gratuito, unilateral, consensual, principal e irrevocable, por cuanto el artículo mencionado estipula que: “La donación entre vivos es un acto por el cual una persona transfiere, gratuita e irrevocablemente, una parte de sus bienes a otra persona que la acepta”. Además, el artículo 1457 del mencionado código expresa que no será válida una donación de un bien inmueble entre vivos (como lo es el ejemplo) cuando no sea otorgada por escritura pública inscrita en el registro de instrumentos públicos, indicando de esta manera que el contrato de donación cuenta también con la característica de ser solemne. E incluso el artículo 1458 indica que si la donación excede los 50 SMMLV deberá el notario autorizar la donación mediante escritura pública.

Así entonces, supongamos entonces que Clara le quiere donar a Sara su taller de cerámica puesto que Clara desea migrar y dejarle patrimonio a Sara, dicho taller está avaluado en 70 millones de pesos. Sin la aplicación de los contratos inteligentes el negocio sería el siguiente:

Clara y Sara van a realizar un contrato de donación, donde Clara se compromete a transferirle de manera gratuita a Sara el bien inmueble, para ello Sara no se puede comprometer a realizar un pago por dicha transferencia, pues se perdería el sentido de la donación. Así mismo, deberán realizar el trámite de la donación ante notaría por ser una transferencia de más de 50 SMMLV, lo que implica tiempo, dinero e intervención de terceros. Además, se requiere que el taller sea otorgado por escritura pública inscrita en el registro de instrumentos públicos.

Ahora, ¿se podría hacer el mismo trámite con los *smart contracts*? ¿cómo los *smart contracts* van a ayudar a que el trámite notarial sea eficaz y automático? ¿los *smart contracts* serían útiles solamente en negociaciones que no impliquen trámites con entidades del sector público? ¿podrían los *smart contracts* llegar a aplicarse en trámites judiciales? ¿qué sucedería si el *smart contracts* queda con un error volviendo el negocio jurídico inválido? ¿cómo se podría reversar dicho contrato si al momento de volverlo *smart contracts* se vuelve inmodificable? Pues bien, se empiezan entonces a presentar obstáculos frente a la aplicación de los contratos inteligentes en sectores diferentes al financiero.

Otra cuestión que resulta interesante de analizar es ¿qué sucedería en caso de que las cláusulas que pacten las partes resulten ser abusivas para una de ellas? ¿en un *smart contract*, al ser inmodificable, cómo se haría el control jurídico a dichas cláusulas abusivas? Consideremos el siguiente caso hipotético: Felipe le quiere comprar a Claudia un cuadro original que ella tiene de René Magritte, que se encuentra avaluado por 130 millones COP. Felipe no sabe en cuanto está avaluado y Claudia le dice que se lo vende por 390 millones COP, a lo que Felipe acepta y deciden realizar la compraventa a través de un *smart contract*. Sucede entonces que hay una lesión enorme<sup>1</sup> en dicha compraventa, pues Felipe estaría pagando más del doble de lo que realmente vale el cuadro, ¿qué sucedería entonces en este caso puesto los *smart contract* son inmodificables? ¿existe entonces una seguridad jurídica en las negociaciones que se realicen a través de los contratos inteligentes? ¿habría posibilidad de implementar una acción rescisoria respecto de ese *smart contract*? Nuevamente se observa

---

<sup>1</sup> Artículo 1947 del Código Civil: “El vendedor sufre lesión enorme cuando el precio que recibe es inferior a la mitad del justo precio de la cosa que vende; y el comprador a su vez sufre lesión enorme, cuando el justo precio de la cosa que compra es inferior a la mitad del precio que paga por ella”.

que el panorama de la aplicación de los contratos inteligentes no es tan sencillo como se alcanzaba a percibir al inicio del presente documento.

Con lo anterior se busca poner en perspectiva los grandes vacíos que existen alrededor de la aplicación de los contratos inteligentes en sectores diferentes al financiero, pues en este último debido a la naturaleza de la ejecución de las obligaciones, estas se pueden automatizar, aspecto contrario a cuando se trata de obligaciones en las que su ejecución depende de la entrega de un bien. Respecto de esto último, el presente trabajo no busca responder a tales aristas, la intención es dar a entender que es un tema que aún le falta mucho por explorar y analizar, tanto a nivel jurídico como tecnológico.

Los contratos inteligentes son una modalidad relativamente nueva, y su implementación requiere de un profundo análisis jurídico y presupone un completo desafío para los legisladores, abogados, jueces, entre otros. Puesto que existen demasiadas variantes a analizar en el momento de aplicar un *smart contracts*, como se observó en los ejemplos anteriores. El objetivo de este capítulo es poner en perspectiva que implica el uso de un *smart contracts*, pues nuevamente, al ser una modalidad reciente, no existen aún claras respuestas a dichas incógnitas aquí plasmadas.

### **3.1 BLOCKCHAIN**

Cómo se pudo observar en el acápite anterior, los *smart contracts* están basados en la tecnología *blockchain*, y aunque el presente estudio va encaminado al análisis jurídico, no se puede dejar de lado la comprensión criptográfica que los contratos inteligentes llevan detrás, pues si no se comprende su funcionamiento tampoco se entenderán sus implicaciones.

Así entonces, aunque el *blockchain* no tiene una definición universal, se entenderá como una base de datos digital que registra información de forma cronológica y pública, que por su estructura garantiza la confianza y transparencia, pues consiste en una red distribuida de nodos (De Filippi y Wright, 2018). Explicado de otra manera, el *blockchain* o cadena de bloques está estructurado a raíz de otros avances tecnológicos, como lo son: las redes entre

pares, la criptografía, la prueba consenso, el hashing y los nonce (MinTic, 2022). Se ahondará en estos dos últimos elementos, pues son los que resultan ser más esenciales para el funcionamiento de las cadenas de bloques.

La función hash son algoritmos que aplicados sobre textos entregan un resumen de “X bits”: un número que digitalmente representa esos textos o documentos de una forma única. Las funciones hash entregan siempre un resumen con número fijo de bits, independiente del tamaño de ese archivo (Kumay y Dash, 2021). Estas funciones se suelen usar para la seguridad informática, pues como su resultado actúa como una huella digital de un texto, el hash es útil en el proceso de autenticación de la información, como el almacenamiento de contraseñas.

Para poner en mejor perspectiva la función hash está el siguiente ejemplo: María creó una cuenta en una página web, como es de saber, se le solicitó que creara una contraseña. María se dispuso a indicar que su contraseña será “Trabajo\_2022\*”. La página web lo que hará no es guardar la contraseña como está literalmente escrita, sino que le aplicará la función hash, volviendo entonces ese texto en un número de bits, que para el ejemplo serán 40 bits. Unos meses después María desea volver a ingresar a la página, pero no recuerda bien su contraseña y esta vez escribe “Grados\_2022\*\*”, aplicando la función hash a ese texto, el número, que tiene los mismos 40 bits, va a ser diferente al número que genera la contraseña original de María, por lo que no va a haber una coincidencia y la página no le dará acceso.

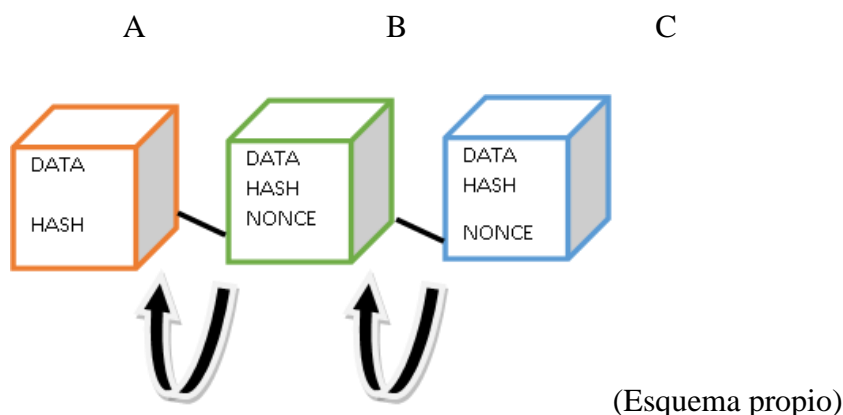
Luego están los nonce, que funcionan en combinación con el hash como un elemento de control para evitar la manipulación de la información de los bloques. A través del nonce se verifica si el hash es correcto. Este básicamente es un número aleatorio de un único uso que se utilizan para confirmar ciertos movimientos informáticos.

Ahora, según la data y el hash que se calcula, queda como resultado un bloque de información. La validez del bloque se puede determinar porque el hash cumple una propiedad o porque el bloque está firmado digitalmente y aprobado por el mecanismo de consenso. Cuando se altera la información de un bloque, este se invalida porque no hay coincidencia

entre la data y el hash generado (MinTic, 2022), o porque la firma digital es inválida. Cuando se produce otro bloque se pegará al anterior, y así sucesivamente, de manera que se crean cadenas de bloques. La forma de garantizar que nadie modifica la cadena adicionando un bloque o eliminándolo, es nuevamente mediante los hash. Uno de los datos que tiene un bloque nuevo es el hash del bloque anterior. Si alguien modifica el bloque anterior, el hash cambia y cambiará el hash de todos los bloques de ahí en adelante. Obviamente, para garantizar que esto es detectado, cada vez que se realiza una transacción se calculan todos los hash de la cadena para verificar que la información no haya cambiado.

Explicado de otra manera, un *blockchain* es un archivo digital inmutable compartido y descentralizado que puede ser consultado por cualquier persona que haga parte de la red; una vez que la información se registra dentro de la cadena de bloques es muy difícil de modificar. Desde la literalidad, un *blockchain* es una cadena de bloques, cada bloque contiene tres elementos: data, hash y firma digital. **Data** corresponde a los datos del bloque (información de una transacción, quién es el destinatario, cantidad a transferir, quien es el remitente, etc.); **hash**, como ya se explicó, corresponde a una cadena de números y letras (algoritmo) que identifica ese bloque y contenido, y siempre es única, funciona como una huella dactilar. Cada que hay un nuevo bloque, hay un nuevo hash, y si algún dato dentro del bloque cambia, el hash también cambiará; el tercer elemento es la **firma digital**, que es la información del bloque anterior y es lo que da lugar a la cadena de bloques.

Por ejemplo, el bloque A contiene su data y hash; el bloque B tiene su data, hash y nonce; y el bloque C tiene su data, hash y nonce. El nonce del bloque C se referirá al hash del bloque B, y el nonce del bloque B se referirá al hash del bloque A.



El bloque A es un bloque particular, pues al no poder referirse a un bloque anterior no contiene un nonce, por lo que se le conoce a este bloque como un genesis block. Si alguna información (data) del bloque B fuera modificada, el hash de ese bloque se cambiaría automáticamente y en consecuencia el bloque C ya no sería válido porque no contendría el nonce válido del bloque B, comprometiendo así la validez de los bloques que siguen después del C. He aquí donde se ve que es un sistema creado para ser inmodificable una vez sea subido a la red, garantizando así la seguridad y transparencia.

No obstante, la función hash no es por sí sola suficiente para generar la seguridad que prometen las cadenas de bloques, por ende, existe algo llamado proof of work<sup>2</sup>, que es un protocolo matemático que básicamente es una solicitud de cálculos adicionales para hacer más lento el proceso de creación de nuevos bloques y así cualquier intento de hackeo a un bloque será más complejo, pues tardará no solo en el cálculo del hash si no también en el cálculo del proof of work, haciendo el proceso más tardío.

Otro aspecto del *blockchain* que hace que se garantice su seguridad es que es un sistema descentralizado. Esta tecnología usa lo que se llama red de peer to peer a la que cualquiera puede acceder y participar, quien accede a la red se convierte en un nodo, obteniendo entonces una copia completa de la cadena de bloques con la que puede verificar que todo está en orden. Cuando alguien crea un nuevo bloque, este bloque se envía a todos los nodos de la red y cada nodo revisa el bloque para asegurarse que todo esté correcto y una vez revisado cada nodo agrega ese bloque a su cadena de bloques. Mientras que si un nodo agrega un bloque que ha sido manipulado, ese bloque será rechazado por todos los demás nodos de la red. Por tanto, para manipular con éxito el *blockchain* sería necesario manipular todos los bloques de la cadena, rehacer el proof of work para cada bloque y tomar el control de al menos el 50% más 1 de la red, lo cual es prácticamente imposible<sup>3</sup>.

La estructura descentralizada del *blockchain* tiene muchas ventajas por ofrecer, tales como la **seguridad**, pues en un sistema centralizado de la información aquel usuario que tiene acceso

---

<sup>2</sup> PoW, PoS y PoI para principiantes. (n.d.)

<sup>3</sup> Napier, A., Crimson, K. [Teloexplico]. (2021, junio 1). Qué es una blockchain y cómo funciona. [Video file]. <https://www.youtube.com/watch?v=8rUGRdOi3XM>

podrá modificar los datos que allí se resguardan, mientras que uno descentralizado como todos los datos se distribuyen entre los nodos de la red, la edición, adición o eliminación de datos en cualquier servidor de la red se verá reflejada en todos los demás servidores, siendo el propio sistema autorregulador.

Para concluir, se observa entonces que la tecnología *blockchain* es un sistema complejo y con tecnicismos informáticos difíciles de comprender, sin embargo, es un sistema que se ha construido a lo largo del tiempo, lo que ha permitido enfocarse en las fallas que pudieron haberse presentado, creando entonces actualmente una tecnología útil, única, inmodificable, transparente y eficaz.

### **3.2 ¿CÓMO ESTÁN REGULADOS LOS *SMART CONTRACTS* Y EL *BLOCKCHAIN* EN COLOMBIA?**

Hoy en día Colombia no cuenta con una normatividad o regulación expresa y específica sobre el uso de *smart contracts*, no obstante, esto no significa que el país no tenga regulación alguna respecto de los demás tipos de tecnologías provenientes de la cuarta revolución industrial como las criptomonedas; big data; inteligencia artificial; entre otros. Los anteriores se han venido utilizando y conociendo de manera gradual y por tanto también lo ha sido su regulación.

Así entonces, en vista del vacío jurídico que existía respecto de la creación y desarrollo de nuevas tecnologías, el Congreso de la República de Colombia expidió la Ley 1341 de 2009, por la cual se definen los principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC- y otras disposiciones. Y aunque esta ley se centró en establecer el marco regulatorio para la tecnología aplicada a las telecomunicaciones, también dio un gran paso en cuanto a la regulación de tecnologías en general.

Esto último se puede ver establecido en el artículo segundo de la mencionada ley, pues allí se mencionan unos principios orientadores, dentro de los cuales se encuentra el principio de Neutralidad Tecnológica, que dispone que:

El Estado garantizará la libre adopción de tecnologías, teniendo en cuenta recomendaciones, conceptos y normativas de los organismos internacionales competentes e idóneos en la materia, que permitan fomentar la eficiente prestación de servicios, contenidos y aplicaciones que usen Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y garantizar la libre y leal competencia, y que su adopción sea armónica con el desarrollo ambiental sostenible (Congreso de Colombia, 2009).

Así mismo, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (en adelante “MinTIC”) ha realizado una guía de referencia para la adopción e implementación de proyectos con tecnología *blockchain* para el Estado colombiano en donde hace alusión a que la implementación de tecnología *blockchain* exige el cumplimiento del principio de legalidad, lo que implica que las entidades del Estado deben estar obligadas a cumplir lo establecido por la ley, es decir, el *blockchain* en Colombia debe respetar la protección de datos personales, seguridad de información, debe ir acorde a la normatividad, entre otros. Si bien esta guía busca que la aplicación del *blockchain* sea encaminada a proyectos públicos y del gobierno, ésta da lineamientos de lo que se entiende que es la cadena de bloques y qué aspectos jurídicos deberían considerarse en su aplicación.

Pese a que en los últimos años el gobierno colombiano pareciera haber tomado iniciativa para incluir dentro de su ordenamiento jurídico el uso de las nuevas tecnologías asociadas a la cuarta revolución industrial, no se puede obviar que existe un vacío legal latente, lo que permite afirmar que la regulación colombiana necesita adaptar nuevas herramientas legales que definan conceptos, alcance y forma de ejecución de sistemas como *blockchain* en los contratos inteligentes, pues de lo contrario podría generarse una autorregulación de las partes al celebrar *smart contracts* y a su vez el aparato judicial se enfrentaría a grandes retos al resolver este tipo de conflictos debido a la falta de certeza legal.

Los aspectos que sería ideal que se tuvieran en mente para implementar una normatividad respecto de los contratos inteligentes serían: (i) adecuar los elementos tradicionales de los contratos a los *smart contracts* o en su defecto, brindar nuevos conceptos jurídicos en el uso y aplicación; (ii) especificar el régimen de responsabilidad para los desarrolladores de los *smart contracts*; (iii) regular el *blockchain* de manera tal que se garantice la transparencia,

veracidad e inmutabilidad que este sistema promete; (iv) tener presente los conceptos técnicos y desarrollo normativo en materia de *smart contracts* a nivel internacional.

Respecto de lo anterior, el Código Civil colombiano, en su artículo 1495 define el contrato como:

Un acto por el cual una parte se obliga para con otra a dar, hacer o no hacer alguna cosa. Cada parte puede ser de una o de muchas personas.

A su vez, el mencionado Código establece que los contratos poseen elementos esenciales, naturales y puramente accidentales conforme a su artículo 1501, siendo los esenciales aquellos sin los cuales un contrato no puede nacer a la vida jurídica, dentro de esos se encuentran: (i) voluntad; (ii) capacidad; (iii) objeto lícito; (iv) causa lícita y (v) formalidades propias de cada contrato (Ortiz Monsalve, 2010).

Ahora, al momento de hacer la transición de estos elementos para ver si son compatibles con los *smart contracts*, habría que analizar de manera detenida los elementos de (i) voluntad y (v) formalidades de cada contrato, ya que estos pueden verse afectados por la forma en que se implementan este tipo de tecnologías.

Para entender más el obstáculo que se presentaría con el elemento voluntad, se pondrá en perspectiva lo siguiente: la voluntad se entiende como la exteriorización del deseo interno, para generar un efecto jurídico (Ortiz Monsalve, 2010). Ahora, los *smart contracts* (como se ha mencionado en repetidas ocasiones) son esencialmente un programa de computadora que produce consecuencias determinadas automáticamente una vez que se cumple una condición (Si “x” entonces “y”), debido a sus características de autosuficiencia y auto ejecución, se pueden llegar a producir consecuencias que una de las partes realmente no desea que se produzca (Utamchandani Tulsidad, 2018), generando entonces un vicio a la voluntad y por consiguiente en el consentimiento, generando así la invalidez del negocio.

Para subsanar aquel posible vacío en cuanto al elemento de voluntad, sería ideal que se estableciera un régimen de responsabilidad por el cual se entienda que previo a la materialización del contrato, todo usuario de *smart contracts* ha sido debidamente informado,

ha entendido y aceptado sus términos, incluido lo expresado por el código del programa, hasta que se demuestre lo contrario.

De igual forma, debe tenerse en mente qué sucede si por error se programó erróneamente el código, pues lógicamente esto generaría consecuencias jurídicas (del mismo modo en que sucede con los contratos tradicionales), pues el error es uno de los vicios del consentimiento, volviendo nulo el negocio jurídico, aspecto que supondría otro complejo obstáculo en los contratos inteligentes ya que estos son inmodificables. Por eso mismo, la importancia de un buen programador es fundamental, pues este es el punto de partida para que el *smart contract* resulte correcto y se logre ejecutar adecuadamente.

Frente al objeto y causa lícita, se podría afirmar que no existe la necesidad de adaptar estos conceptos para el uso apropiado de los *smart contracts* pues estos son elementos que no varían en las innovaciones propias del contrato inteligente y su auto ejecución. Dicho de otro modo, el objeto del contrato continua intacto al igual que su causa pues son elementos que permanecen en la incorporación de la nueva tecnología. Por lo tanto, lo dispuesto por los artículos 1519 y 1524 del Código Civil Colombiano resultan suficientes.

Respecto del *blockchain* como tal, sería ideal que se regulara aspectos como parámetros de vigilancia, auditoria, control, requerimientos técnicos de los sistemas, posibles riesgos y fallas y la forma de mitigarlos. Ahora, aunque parte de la promesa de los contratos inteligentes es la eliminación de intermediarios, y por consiguiente la disminución de potenciales riesgos asociados a fallas humanas, no se puede eliminar tal intervención por completo, pues quienes desarrollan -programan- los *smart contracts* son humanos, que naturalmente se encuentran expuestos a cometer errores (Gatto, 2018). Por tanto, es necesario que el régimen que se llegue a implementar pueda prever y entender los diferentes tipos y niveles de responsabilidad en los que puedan incurrir los desarrolladores de estos programas, pues son quienes deben garantizar a las partes de un *smart contracts* una certeza sobre cómo se ejecutará el negocio una vez sea codificado por este. Sin duda alguna los *smart contracts* y el *blockchain* requieren un profundo análisis y una regulación que busque mitigar la mayor cantidad de vacíos legales actualmente existentes. Lo ideal sería que la regulación sobre estos temas no resulte ser tan específica que se vuelva restrictiva, pues sería idóneo que sea lo suficiente para evitar contradicciones y vacíos jurídicos generados por la ambigüedad

del principio de Neutralidad Tecnológica. Cualquier tipo de regulación que se cree a raíz de las nuevas tecnologías debe crear un amplio margen de acción e interpretación para fomentar su uso (Lyons, Courcelas, & Timsit, 2019).

#### **4. ¿QUÉ SON LOS DERIVADOS FINANCIEROS?**

Los derivados financieros surgieron a raíz de la necesidad de mitigar la incertidumbre económica de las negociaciones para los comerciantes. Lo que se busca es pactar un precio anticipado con el que ambas partes podrían cubrir o mitigar sus riesgos. En Colombia el mercado de derivados surgió a raíz de la crisis financiera del 2000, cuando se hicieron ajustes y modificaciones a la regulación financiera.

Al respecto de lo anterior, el Ministerio de Hacienda en el 2019 indicó que un mercado desarrollado de derivados es señal de la madurez de un mercado de capitales, pues un mercado de derivados solo puede profundizar sobre la liquidez y profundidad del mercado subyacente<sup>4</sup>. En otras palabras, contar con un mercado de derivados desarrollado significa tener un mayor conjunto de posibilidades de inversión, los cuales permiten a sus agentes una mayor cantidad de vehículos para cubrir riesgos de mercado. Los derivados son operaciones que van encaminadas a la administración de riesgos, lo que les facilita a los administradores tener mayor certeza en cuanto a las diferentes variables que afectan su actividad financiera.

Acorde con el Capítulo I, Título 1 del Libro 35 del Decreto 2555 de 2010: “[...] un instrumento financiero derivado es aquella operación cuya principal característica consiste en que su precio justo de intercambio depende de uno o más subyacentes y su cumplimiento o liquidación se realiza en un momento posterior. Dicha liquidación puede ser en efectivo, en instrumentos financieros o en productos o bienes transables, según se establezca en el contrato o en el correspondiente reglamento del sistema de negociación de valores, del sistema de registro de operaciones sobre valores o del sistema de compensación y liquidación [...]”. Explicado de otra manera, un contrato de derivados es un contrato que adquiere su valor conforme al precio que pueda tener el activo subyacente que se desea comprar o vender a través de la negociación de dicho contrato. Es decir, el derivado es el vehículo que lleva

---

<sup>4</sup> Ministerio de Hacienda. (2019). Informe final: misión del mercado de capitales. Bogotá, D.C.: Gobierno Nacional.

como pasajero un activo subyacente que puede ser vendido o comprado en el futuro, estableciendo desde hoy el precio y cantidad a ser entregada.

En términos generales, los derivados financieros son productos financieros cuyo valor dependen de la evolución del precio de otro activo, que se denomina activo subyacente. Dichos activos subyacentes pueden ser: acciones, valores de renta fija, divisas, tipos de interés, índice bursátil, entre otros.

Existen entonces dos tipos de derivados: (i) **los de cobertura** y (ii) **los de carácter especulativo**. Los primeros son aquellos que son tomados por los agentes del mercado con el objeto de cubrir los riesgos financieros asociados a los negocios que desarrollan, mientras que los segundos corresponden a que los inversionistas toman determinadas posiciones respecto de ciertas variables del mercado, con el fin de obtener ganancias, esperando que la volatilidad del mercado les favorezca.

Los de cobertura no tienen por objeto tener una rentabilidad o una ganancia económica, sino que buscan cubrir las potenciales pérdidas financieras en la eventualidad de que la fluctuación del mercado genere afectaciones.

Por ejemplo: una empresa exportadora sólo recibe pagos en dólares, pero mantiene obligaciones en pesos colombianos (pago a trabajadores, impuestos, etc), por lo que la fluctuación del dólar respecto del peso colombiano está haciendo que la contabilidad de la empresa se vea afectada por la baja del peso respecto del dólar, por lo que al recurrir a un derivado de cobertura está mitigando ese desfase de TRM y protegiendo su rentabilidad.

Explicado de otra manera, los derivados de cobertura son aquellos instrumentos que se negocian con el fin de cubrir una posición primaria de eventuales pérdidas que puedan afectar al activo, al pasivo o a la contingencia. Quienes prefieren hacer uso de este tipo de derivados prefieren reducir los riesgos de los cambios que se pueden generar en el precio de un activo específico, al igual que mantener una posición estable en el mercado, como se logra entender en el ejemplo expuesto.

Por otro lado, los **derivados especulativos** los suelen usar los inversionistas que no mantienen operaciones productivas, sino que de cierta manera buscan apostar que la

variación del mercado va a estar en favor de ellos, es decir, la especulación en el mercado de derivados se fundamenta en negociar activos con el fin de percibir una rentabilidad por su valorización o desvalorización. En este tipo de derivados, el sujeto especulador prevé un comportamiento del instrumento y, conforme a su predicción, lo compra o lo vende, esperando tener una rentabilidad en el futuro, cuando los precios adopten un comportamiento previsto.

Ahora, los derivados financieros se pueden operar en dos modalidades: **Over The Counter (OTC)**, que es un mercado extrabursátil, es decir, se basa en que las partes implicadas negocian las condiciones del negocio de manera privada. Estos contratos derivados OTC pueden acercarse más a las necesidades de las partes implicadas de lo que es posible con un producto negociado en bolsa, aunque esta flexibilidad va acompañada de un mayor riesgo potencial de contraparte debido a la falta de arreglos sobre la cámara de compensación (Gray, S. & Place, J., 2013). Conforme al artículo 7.4.1.1.1 del Decreto 2555 de 2010, el mercado mostrador es aquel que se desarrolla fuera de los sistemas de negociación de valores. Básicamente los mercados OTC funcionan a través de la instrumentalización de sus operaciones en contratos en donde se establecen todas las condiciones de negociación y liquidación de los instrumentos, no obstante, están sujetos a obligación de registro en sistemas de registro.

Por otro lado, el artículo 2.14 del Capítulo XVIII de la Circular Básica Contable y Financiera de la Superintendencia Financiera de Colombia, define el mercado OTC como:

“El mercado mostrador u “Over the Counter” (OTC) corresponde a las operaciones con instrumentos financieros derivados o con productos estructurados que se transen por fuera de bolsas, de sistemas de negociación de valores o de sistemas de negociación de divisas”. (Circular Externa 100, 1995).

La segunda modalidad de operación de los derivados financieros es en el **mercado regulado de valores**, que es el mercado bursátil, es decir, el que opera a través de una bolsa de valores. Lo que sucede en este mercado es que los instrumentos financieros que allí se transan tienen la característica de valor, acorde con la Ley 964 de 2005, y su liquidez tiende a ser mayor que la de los derivados OTC explicados anteriormente. Básicamente lo que sucede en este

mercado es que los instrumentos no logran ajustarse al 100% a las necesidades de los intervinientes del mercado, por lo que los agentes deben analizar qué contrato se ajusta a su necesidad y comprar tantos contratos como requieran.

Ahora, es importante tener presente que en este tipo de mercados figura lo que se conoce como la Cámara de Riesgo Central de Contraparte (en adelante “CRCC”), entidad inspeccionada y vigilada por la Superintendencia Financiera de Colombia, y su función es organizar y administrar los riesgos existentes en el mercado de derivados. Básicamente se encarga de compensar y liquidar las posiciones que se hayan negociado en el mercado estandarizado, garantizando de esta manera el pago de las obligaciones y derechos que allí se generan a través de la exigencia de garantías a las partes.

Los riesgos que busca mitigar la CRCC son: (i) el riesgo de contraparte y (ii) el riesgo de liquidez. El primero hace referencia al eventual incumplimiento de una obligación por parte de algún participante, para mitigar ese riesgo, la CRCC se encarga de gestionar y administrar dicho riesgo por medio de un esquema de seguridad que se basa en una serie de requisitos financieros y operativos para aquellos que deseen participar dentro del sistema. El segundo riesgo, el de liquidez, puede entenderse como la posibilidad de que los activos deban venderse a precios menores al del mercado debido a su escasa liquidez; o puede entenderse como la imposibilidad de una de las partes de afrontar sus obligaciones a corto plazo por falta de liquidez económica. Para este riesgo, la CRCC busca exigir garantías en efectivo.

Los derivados financieros también se pueden determinar conforme a su forma de entrega. Existen entonces los **delivery** y los **non delivery**. En el primer tipo, la entrega total del subyacente se da en la fecha de vencimiento que se fijó al momento de celebrar el contrato. Mientras que en los segundos -los non delivery- la entrega se realiza el día del vencimiento de la operación como tal.

De igual forma, existen entonces varios tipos de derivados, dentro de los cuales están: (i) forwards; (ii) futuros; (iii) opciones; y (iv) swaps. En otros términos, los forwards y los futuros son como contratos de compraventa sujetos a plazo, en los cuales las partes fijan un día la cantidad y el precio de un determinado activo subyacente (tasa de cambio, acciones,

tasas de interés, bonos, etc), pero acuerdan someter a plazo su entrega y pago para una fecha futura predeterminada.

Así mismo, en los derivados existe lo que se conoce como posiciones largas (compra) y cortas (venta). El que compra el derivado adopta la posición larga, y al momento del vencimiento del contrato éste tendrá derecho a percibir el activo subyacente; mientras que el que vende el derivado adquiere posición corta, pues se compromete a entregar el subyacente al vencimiento a cambio del precio establecido.

A continuación, se explicará brevemente en qué consisten los diferentes tipos de derivados financieros existentes.

- **Forwards**

Son acuerdos a través de los cuales las partes se comprometen a comprar o vender cierta cantidad de un activo subyacente en una fecha futura predeterminada por un precio fijado previamente en una negociación, es decir, pactan las obligaciones a plazo. Estos se negocian en el mercado OTC (Over The Counter), es decir, que no son contratos estandarizados, sino que son pactados de acuerdo con las necesidades particulares de las partes.

Funcionan básicamente de la siguiente manera: Valeria negocia con Bancopesos que el 23 de junio de 2023 Bancopesos le venderá a Valeria la suma de USD\$80.000 a una tasa de cambio de COP\$3.500 por 1 USD, por su parte, Bancopesos esperará recibir de Valeria a mediados de junio de 2023 la suma de COP\$280.000.000 como contraprestación por dicha operación celebrada en el mercado cambiario. Lo que obtiene Valeria es la probabilidad de ganancia sobre esos USD\$80.000, pues existe la posibilidad que el 23 de junio de 2023, 1 USD sea equivalente a COP\$4.200, así entonces si Valeria sale el 23 de junio de 2023 a vender esos USD\$80.000 habrá ganado en COP \$336.000.000, por lo que obtuvo una utilidad de COP\$56.000.000.

Los forwards no son únicamente para divisas, se pueden pactar forwards sobre tasas de interés, acciones, materias primas, entre otros. Ahora, una de las principales características de los forwards es que son celebrados en el mercado OTC, es decir,

según las necesidades de las partes, por tanto, son contratos celebrados de acuerdo con las especificaciones y necesidades de las partes. Básicamente son contratos hechos a la medida.

Otro ejemplo que pone en mejor perspectiva a los forwards es el siguiente: Comercio Colombia S.A.S el día 1 de diciembre de 2022 adquirió un volumen importante de mercancía en Estados Unidos como preparación para la campaña navideña, por cual debe pagar USD \$10.000.000 dentro de seis meses, es decir, el 1 de junio de 2023. Como Comercio Colombia S.A.S opera en pesos colombianos y venderá sus productos en dicha moneda, está expuesta a que el peso se deprecie respecto del dólar y que el monto en pesos a pagar el 1 de junio de 2023 sea mayor de lo que vale el 1 de diciembre de 2022. Para mitigar ese riesgo, Comercio Colombia S.A.S decide asegurar su tasa de cambio de pesos a dólar en COP\$3.800, a través de la celebración de un forward con un banco.

Mediante ese forward, Comercio Colombia S.A.S se comprometió a comprar USD\$10.000.000 dentro de seis meses al precio de 3.800 COP/USD y el banco se comprometió a vender esa suma de dinero a 3.800 COP/USD. En consecuencia, si dentro de seis meses la tasa de cambio se dispara por cualquier motivo, Comercio Colombia S.A.S podrá sentirse segura que sus costos financieros no se incrementarán y por ende no tendrá necesidad de alterar el precio ofrecido a su clientela.

- **Futuros**

Estos derivados son similares a los forwards. Un futuro es estandarizado y negociable en un mercado regulado, por tanto, en esta figura no hay cabida a que las partes negocien términos y condiciones particulares aplicables a la operación, tales como precio, calidad, cantidad, plazo, etc., si no que las partes que negocian el futuro deben adherirse a las condiciones que presta el mercado.

Ahora, existen varios tipos de mercado, el mercado primario es aquel donde se emiten los títulos financieros, dichos títulos pasan luego a negociarse en el mercado secundario. En el mercado primario solo se negocian una vez los títulos entre el

emisor y el comprador, ya si el primer comprador quiere vender el título a un tercero entonces deberá acudir al mercado secundario, donde se comercian los títulos ya emitidos para la negociación. Los futuros se negocian y se transan en un mercado secundario y organizado, esto último permite que puedan ser comprados o vendidos en cualquier momento de la sesión de negociación, sin necesidad de esperar a la fecha de vencimiento.

Algunas de las características de estos derivados son: (i) los intervinientes, tanto para comprar como para vender futuros, deben aportar **garantías al mercado**, es decir, deben realizar un importe como indicio del cumplimiento de su parte, de forma que se mitigue el riesgo de la contraparte de que este no cumpla con lo acordado; (ii) la **cotización** de los futuros se da de manera paralela a la de la cotización del activo subyacente; (iii) el **riesgo de precio** es aquella incertidumbre que se presenta con el movimiento del precio del activo, dicho riesgo lo asume todo inversor cuando posee ya el activo y dicho activo tiene modificaciones en su valor (generando ganancias o pérdidas conforme a como cambie el valor del activo); (iv) cuentan con una **liquidación diaria**, es decir, se mira cuáles fueron las ganancias y las pérdida diariamente, y aquellas posiciones (cortas o largas) que no se hayan cerrado tendrán que pagar o cobrar lo acordado.

- **Opciones**

Es un contrato que se puede confundir con un pacto unilateral, pues lo que sucede en esta figura es que el que contrata la opción tiene la facultad de comprar (calls) o vender (puts) el activo subyacente si así lo desea, y en caso de que no desee no se entenderá que incumplió el contrato. Explicado de otra manera, la opción es el derecho, pero no la obligación, de comprar o vender el subyacente. Las opciones se venden a un precio llamado prima.

Las opciones son entonces acuerdos que confieren a su titular el derecho a comprar (opción de compra) o a vender (opción de venta) un activo financiero o de otro tipo, previamente definido en una fecha futura y a un precio pactado al momento de celebrar el contrato, el cual puede resultar ser inferior, igual o superior al precio de

mercado del activo subyacente. Al llegar entonces la fecha de vencimiento, el tenedor de la opción puede ejercerla ya sea pagando (opción de compra) o recibiendo (opción de venta) el precio de ejercicio, o simplemente no ejercerla, dejando que expire el plazo y perdiendo así la prima pagada.

Un ejemplo de opción de compra (call) es el siguiente: el 30 de abril de 2023 el precio de cotización de las acciones de Noel S.A. en la Bolsa de Valores de Colombia es de COP\$25.000. Supongamos que Federico es un inversionista que está convencido de que la cotización de las acciones de Noel S.A. subirá en el corto plazo, pero debido a que carece de liquidez inmediata, se le dificulta adquirir dichas acciones en ese momento. Federico entonces decide adquirir una opción call sobre las acciones de Noel S.A., lo que le permitirá realizar una inversión menos riesgosa a un mayor rendimiento. La opción que adquirió Federico es entonces una opción de compra en el mercado con vencimiento el 30 de julio de 2023 a un precio de compra de COP\$25.000, para lo cual le paga en contraprestación una prima de COP\$6.000. De esta manera, Federico podrá beneficiarse de un aumento en el precio de la acción de Noel S.A. sin haberla adquirido aún, ya que recién asumirá la condición de accionista de la empresa en la fecha de vencimiento de su contrato (30 de julio de 2023) siempre y cuando decida ejercer la opción de compra a su favor.

Federico decidirá ejercer su opción de compra si a la fecha de vencimiento de la opción de compra, el precio de mercado de la acción de Noel S.A. es superior al precio de ejercicio convenido en la opción de compra (COP \$20.000), ya que tendría la posibilidad de adquirir las acciones (subyacente) a un precio menor al fijado en el mercado. Por el contrario, si el 30 de julio de 2023 la cotización de la acción de Noel S.A. es inferior al precio de la opción, Federico no ejercerá la opción call, perdiendo entonces los COP\$6.000 de prima que pagó, ya que podría adquirir las acciones de Noel S.A. directamente en la Bolsa de Valores por un precio menor al que tendría que pagar por el ejercicio de su opción de compra.

Ahora, un ejemplo aterrizado a una de opción de venta (put), sería el siguiente: se presentan entonces varios rumores sobre la presunta tendencia a la baja de las acciones de Noel S.A., y ansiosa por obtener un beneficio, Claudia -amiga de

Federico- decide adquirir una opción put sobre 100 acciones ordinarias de Noel S.A. con fecha de vencimiento el 30 de julio de 2023 por un precio de ejercicio de COP\$22.000, pagando para ello una prima de COP\$8.000. Claudia decidirá ejercer su opción de venta si es que en la fecha de vencimiento el precio de mercado de la acción de Noel S.A. es inferior al precio de ejercicio de su opción de venta (COP \$26.000), ya que podrá vender dicho activo por un precio superior al fijado en el mercado.

Por el contrario, si el 30 de julio de 2023 la cotización de la acción de Noel S.A. es superior al precio de ejercicio de su opción, Claudia venderá sus acciones en el mercado bursátil, operación que le proporcionará un precio mayor en comparación con el que recibirá con el ejercicio de opción, perdiendo en consecuencia la prima pagada (COP \$8.000).

- **Swaps**

Son contratos donde las partes que los celebran se obligan a intercambiar en un periodo de tiempo determinados flujos de dinero, que se encuentran vinculados o se derivan de determinados activos subyacentes. Este tipo de derivado va más encaminado a que los agentes de mercado cuenten con una herramienta eficiente que les permita reducir o eliminar determinados riesgos de mercado en los que incurrierán en sus operaciones.

El objetivo de este instrumento financiero es lograr un beneficio en torno a la rentabilidad o sobre las tasas de interés de una operación financiera. Generalmente se usa como cobertura frente a un riesgo. El mercado de swaps se considera un mercado secundario y extrabursátil- OTC-.

Un ejemplo simple de cómo funciona un swap de tipos de interés es el siguiente: la compañía Guerra y Asociados busca obtener un préstamo ligado a un interés fijo, sin embargo, por sus condiciones específicas sólo puede acceder a préstamos ligados a interés variable requerido por su banco A. Por otro lado, la compañía Financial Solutions quiere acceder a financiación con interés variable, pero su banco B lo ha

condicionado a un interés fijo. Guerra y Asociados y Financial Solutions acuerdan entre ellos un intercambio de los flujos de las tasas de interés, pero siguen teniendo las mismas obligaciones de pago de cara a sus respectivos bancos. Así entonces Guerras y Asociados pacta con Financial Solutions que mensualmente este último le pagará un interés fijo a Guerra y Asociados, pero Guerra y Asociados de cara al banco A sigue teniendo un interés variable a pagar. Y Financial Solutions de cara al banco B paga un interés fijo, pero Guerra y Asociados le paga a Financial un interés variable.

Para entenderlo mejor: Financial Solutions pacta con su banco b un interés fijo mensual de 1.000.000 COP, y con Guerras y Asociados un interés variable mensual. El mes de agosto, Guerra y Asociados le pagó un interés de 900.000 COP, pero Financial Solutions debe pagarle al banco 1.000.000 COP, asumiendo entonces 100.000 que le faltan; pero para el mes de septiembre, Guerra y Asociados le debe pagar 1.200.000 COP, de todas maneras, Financial al banco le sigue pagando 1.000.000 COP, donde ese mes le quedaron 200.000 COP libres.

También existe lo que se conoce como swap de divisas o currency swap, donde las partes se comprometen al intercambio de pagos de intereses y pagos de capital en sus divisas correspondientes. Como los pagos se hacen en la moneda de la contraparte, este tipo de swap conlleva a la exposición del tipo de interés y el mercado de divisas.

No obstante, todo lo anteriormente expuesto, no se puede dejar de lado la siguiente cuestión: ¿cómo se negocian entonces los derivados OTC? La negociación de derivados en este mercado debe efectuarse con las formalidades que la normatividad- colombiana y del exterior- exigen. En el caso colombiano, se efectúan a través de las formalidades que la Asobancaria indica, las cuales buscan que en medio de la negociación de reduzcan los riesgos crediticios de las partes, se aumente la transparencia de las operaciones y se mejore la infraestructura operativa de la industria de los derivados financieros; construyendo así un mercado financiero estable y con un marco regulatorio financiero sólido. Sin embargo, en otro capítulo se ahondará en la estructura jurídica de este tipo de contrato.

#### **4.1 ¿QUÉ SON LOS CONTRATO MARCO LOCALES DE DERIVADOS FINANCIEROS Y CÓMO ES SU ESTRUCTURA JURÍDICA?**

El **contrato marco local (CML)**, como su nombre lo indica, es un contrato estandarizado para aquellas partes nacionales que vayan a celebrar derivados OTC. La mayoría de estas operaciones suelen ser bastante similares entre ellas, donde la variación de condiciones particulares de cada negocio es mínima, por lo que se creó un contrato estandarizado, pues así la negociación y documentación es mucho más práctica.

El mencionado contrato de derivados financieros es un documento que refleja un acuerdo sobre la evolución de un activo llamado activo subyacente, es decir, regula el acuerdo de las partes sobre una operación de swaps, forwards o futuros. El modelo más conocido de este tipo de contratos es el ISDA Master Agreement (International Swaps and Derivatives Association), sin embargo, propiamente en Colombia existe un modelo bastante similar al ISDA: el Contrato Marco Local de Derivados Financieros, expedido por Asobancaria (Asociación representativa del sector financiero colombiano).

Así entonces, en el contrato marco lo que se establece son las generalidades del contrato, este documento tiene la característica que no se puede modificar directamente, cualquier modificación que se le desee realizar debe ser mediante el documento conocido como **suplemento**, que es aquel donde se establecen las condiciones particulares del negocio, es decir, donde las partes acuerdan que aspectos del contrato marco local aplicarán en la operación que ellos están pactando. Por último, existe un documento adicional llamado **carta de confirmación**, que es el documento que contiene las condiciones particulares de la operación, definiendo entonces: (i) la forma de cumplimiento, es decir, si será delivery o non-delivery; (ii) los plazos de cumplimiento; (iii) monto de la operación; entre otros. Es decir, acá se estipula cualquier información específica sobre la operación en sí. Adicional, puede haber tantas confirmaciones como operaciones, basado en lo que se pactó en el CML, es decir, por cada operación hay confirmación.

Como el objetivo del presente documento es analizar la posibilidad de migrar un CML a un *smart contracts*, se procederá entonces a poner en perspectiva cuáles cláusulas podrían tener un impacto en dicho proceso.

(Para facilidad del lector, se recomienda dirigirse al siguiente link de la página de Asobancaria: <https://www.asobancaria.com/contrato-marco-derivados/>, y descargar el

Contrato Marco Local de Derivados Financieros. Con el objetivo de lograr una lectura optima del capítulo)

En primer lugar, se encuentra la **cláusula 5** del CML referente al cumplimiento de las operaciones, allí se establece: (i) la fecha de cumplimiento para ambas partes; y (ii) la forma de cumplimiento. Esta cláusula podría ser migrada al formato de *smart contracts* pues resultaría relativamente sencillo trasladar a lenguaje informático la programación de la fecha, hora y día de cumplimiento del derivado, así como el tipo de moneda válido para la operación. La novedad de esta cláusula es que en la fecha de cumplimiento se habla de “día hábil” y es que si la fecha pactada no es un día hábil (festividades, fin de semana) dicho cumplimiento debe hacerse en el día hábil anterior al pactado o en el día hábil posterior, conforme a lo que las partes pacten en el suplemento. Ahí, lo que sucedería es que la programación del *smart contracts* debe tener clara esta información para no caer en errores que invaliden u obstaculicen el cumplimiento del contrato.

La forma de cumplimiento también sería sencilla de programar, pues se indicará allí cual es la moneda de cumplimiento, a que cuentas se deben realizar las transacciones, indicar la modalidad de cumplimiento (delivery o non-delivery). Sin embargo, el numeral 5.2.2 de la cláusula en mención dispone que:

[...] Sin perjuicio de lo anterior, en la Fecha de Cumplimiento de la Operación, la Parte obligada a efectuar el pago podrá indicar que el cumplimiento se efectuará mediante unas instrucciones de pago distintas siempre que notifique a la otra Parte antes de las once de la mañana (11:00 AM), hora local colombiana de la Fecha de Cumplimiento [...]

Lo anterior no podría tener lugar en un *smart contracts*, pues como ya se sabe, una vez estén programados son inmodificables, por tanto, las instrucciones de pago que se indiquen desde el principio deben ser las mismas instrucciones al momento del cumplimiento.

En segundo lugar, la **cláusula 6** podría tener un alto impacto al momento de aplicarlo en un *smart contracts*, pues dicha cláusula establece las formas en las que se entenderá existente

una operación vinculante entre las partes, que es desde el momento en que se hayan acordado los términos esenciales de la misma, ya sea verbalmente o por cualquier otro medio modificable. También dispone que cada operación que se celebre se confirmará mediante un documento escrito o cualquier mensaje electrónico debidamente firmado e incluso menciona que una vez sean corroboradas las condiciones de las operaciones, la parte A del contrato expedirá la Confirmación y la enviará a la parte B en un tiempo que allí se dispone.

La cláusula 6 es bastante extensa y regula muchos pormenores, por tanto, al momento de aplicarla a un *smart contracts*, esta cláusula deberá verse reducida para que cumpla con el lenguaje sencillo que exige esta modalidad (Si “X” entonces “Y”). Por ejemplo, el numeral 6.3 indica que:

Una vez corroboradas las condiciones de la Operación, la Parte A expedirá la Confirmación respectiva y la enviará a la Parte B, a más tardar durante el Día Hábil siguiente a la Fecha de Celebración, mediante documento escrito, fax, un mensaje electrónico SWIFT o cualquier otro mensaje de datos de conformidad con el procedimiento establecido en la Cláusula 13.

Notificaciones del Contrato Marco.

Tal numeral sería complejo programarlo, pues si lo que se tiene en mente es migrar todo el CML (cláusulas del negocio y las operaciones) al *smart contract* desde el inicio, no sería posible que las partes se estén notificado cada que haya una corroboración o se cumpla una parte de lo pactado, pues actuaciones posteriores a que el *smart contract* esté en la red es bastante complejo debido a su inmutabilidad. Sin embargo, podría caber la posibilidad de que ciertas cláusulas, debido a su lenguaje, no sean posibles de codificar, por tanto, resultaría viable que la migración del CML al *smart contract* no sea total, sino que se dé en un modelo mixto.

Es importante resaltar que el CML se hace exigible cuando se pactan las condiciones de la confirmación, que es el objeto del CML. Si las condiciones de la confirmación no se han pactado por las partes, el suplemento y el CML realmente son solo papeles sin obligaciones exigibles. Así entonces, el ideal es entonces migrar a contrato inteligente todo aquello que se pacta en la confirmación y las cláusulas que permitan ser automatizables por su naturaleza,

el resto puede seguirse pactando de manera tradicional. Creándose de esta manera un modelo híbrido entre *smart contract* y contrato tradicional.

Por otro lado, la **cláusula 10** de eventos de incumplimiento es otra que podría tener un alto impacto en la migración de modalidades, puesto que allí se indica que de acuerdo con determinadas circunstancias se habrá configurado un incumplimiento salvo que se subsane en un periodo de tiempo establecido, la cuestión aquí es: ¿cómo sabrá el contrato inteligente que algo fue subsanado cuando este es inmodificable? Siguiendo la premisa de que un contrato inteligente una vez configurado no se puede cambiar, una vez se cometa el incumplimiento los efectos de esto serán inmediatos, pues serán automáticos y no habrá cabida a subsanación, cambiando de esta manera parte de la esencia de la cláusula 10 del CML. No obstante, no resulta del todo correcto la afirmación anterior, pues simplemente se podría cambiar la redacción del código en el contrato inteligente, es decir, resulta posible que el desarrollador codifique de manera tal que el *smart contract* luego de determinado tiempo, emprenda una búsqueda de la información necesaria en la red para determinar si se subsanó o no el incumplimiento.

Nuevamente, habría que analizar cuidadosamente cuales incumplimientos que piden subsanación permiten que aquello que se necesita para subsanar sea información extraíble de la red, para que su codificación sea posible. De no ser posible, se dejaría esa cláusula de manera tradicional.

Otro aspecto de la cláusula 10, es que su numeral 10.1.2 expone una causal de incumplimiento del contrato de la siguiente manera:

La inexactitud e imprecisión sustancial en relación con este Contrato Marco o cualquier obligación derivada del mismo, en algún aspecto material de las declaraciones o manifestaciones realizadas por la Parte respectiva, o alguno de sus Garantes, incluyendo cualquier inexactitud o imprecisión sustancial que les sea atribuible en relación con la Cláusula 3. Manifestaciones y Declaraciones de las Partes del Contrato Marco o con la Cláusula 1. Manifestaciones y Declaraciones Adicionales de las Partes del Suplemento, cuando no se subsane dentro de los cinco (5) Días Hábiles

siguientes contados a partir del recibo por dicha Parte de la notificación sobre la ocurrencia del evento respectivo.

Una vez migrado el CML a un contrato inteligente no puede haber lugares a inexactitudes y/o imprecisiones sustanciales puesto esto configuraría un error y como -nuevamente- es inmodificable, dicho error configuraría un vicio en el negocio jurídico y por tanto dicha operación o negocio no tendrían validez. Por eso es importante reiterar que el momento de traducir todo lo pactado entre las partes al lenguaje informático del *smart contracts* es crucial.

De igual forma, se considera que las causales de incumplimiento no podrían ser tan amplias en un *smart contracts* como lo son en un CML tradicional puesto que el contrato inteligente promete una automaticidad y la no intervención de terceros que ciertas causales de la cláusula 10 no son posibles de comprenderse sin un tiempo de análisis y una interpretación humana, como por ejemplo el numeral 10.1.5.4 expone que será causal de incumplimiento: “Cualquier reclamación judicial o extrajudicial en relación con la validez de la Garantía por la Parte Incumplida, por el propio Garante o por un tercero”. ¿Cómo el contrato inteligente podría conocer de una reclamación judicial? Sin duda este sería un numeral que no tendría lugar, pues va en contra de las premisas del *smart contracts*.

Por ejemplo, el numeral 10.3.1 indica que la parte que haya cumplido con sus obligaciones deberá notificar a la parte incumplida que debido al incumplimiento se aplicará el procedimiento de liquidación anticipada de todas las operaciones. Esto no es compatible con el contrato inteligente, pues una vez el sistema entienda que hubo un incumplimiento sus efectos se derivarán de manera automática sin la notificación a la contraparte, pues nuevamente desde el momento en que se transcriba el contrato las partes deben tener pleno conocimiento de todas las consecuencias de sus obligaciones pues una vez montado no hay vuelta atrás.

Así mismo, el numeral 10.4.2 de la cláusula en mención establece cuales son las obligaciones del Agente de Cálculo, dentro de las cuales está que realizará los cálculos necesarios dentro de los ocho días hábiles siguientes a la fecha designada.

Así pues, esta figura hace referencia a la parte o el tercero que está encargado de realizar todos los cálculos para determinar las prestaciones o sumas de dineros a pagar o entregar en

virtud del procedimiento de liquidación anticipada, terminación anticipada o recouping, según el caso. ¿Sería necesario entonces que en el contrato inteligente dichos cálculos sean previamente analizados y determinados a fines de cumplir con su eficacia, inmodificabilidad y automaticidad? No realmente, pues el mismo código del *smart contract* y su tecnología, tiene la capacidad de realizar los cálculos necesarios al momento de la programación del contrato, por tanto, el mismo contrato actuaría como Agente de Cálculo.

Respecto de la **cláusula 11**, que determina los eventos de terminación, el tema de la aplicación de un *smart contracts* resulta ser un poco más complejo. Por ejemplo, dicha cláusula dispone que será un evento de terminación cuando se dé la muerte de una de las partes o cuando ocurra un desastre natural o un evento de fuerza mayor o caso fortuito, ¿cómo indicarle a un lenguaje informático que es inmodificable que una de las partes ya no existe? ¿cómo implementar de manera automática el conocimiento de un desastre natural que como consecuencia va a impedir que se cumplan las obligaciones de las partes? Se va poniendo en perspectiva que la aplicación del *smart contracts* no resulta tan ligero y sencillo como en un principio podría llegar a pensarse, existen muchos obstáculos y retos que se deben contemplar en esta nueva modalidad y que sin duda los vacíos legales e incluso tecnológicos existentes no permiten comprender a cabalidad la aplicación de esta tecnología de manera útil y posible.

Un numeral de esta cláusula que llama especial atención es la 11.1.9, que dispone que será una causal de terminación la siguiente:

Cuando, con antelación a la Fecha de Cumplimiento, sea declarado como no representativo por la autoridad competente, desaparezca o deje de existir el Índice que se estuviere empleando como referencia para la liquidación de la Operación y las Partes, dentro de los treinta (30) días siguientes a la ocurrencia del hecho no hubieren determinado un Índice de reemplazo de común acuerdo.

Si el CML ya migró al *smart contracts*, ¿no será este numeral problemático? No necesariamente, pues si por ejemplo se dejase por algún motivo de publicar el Índice Bancario de Referencia (IBR), entonces el sistema (*blockchain*) no tiene de donde extraer la información, y para ello el *smart contract* deberá tener una consecuencia programada para tal escenario.

En esta cláusula de terminación sucede lo mismo con la del incumplimiento en cuanto a que se requiere que una parte notifique a la otra sobre la ocurrencia de uno de los eventos de terminación, y como ya se mencionó, no es compatible con el contrato inteligente pues lo ideal es que estos pasos se eliminen para convertir el contrato en algo más sencillo y ágil.

Otro aspecto relevante es el numeral 11.3 que indica los efectos de los eventos de terminación, pues allí se establecen varios escenarios donde si una parte hace X conducta entonces sucederá Y cosa, y aunque pareciese que esa lógica funciona en los *smart contracts* (pues ya se ha mencionado), realmente dichas secuencias o acciones que deben emplear las partes no pueden ser programadas. Por ejemplo:

**11.3.2. En el evento en que la Parte Afectada no notifique a la Parte No Afectada dentro de los cinco (5) Días Hábiles siguientes a la fecha en que haya ocurrido el evento respectivo, y que el evento sea de aquellos en los que solamente una de las Partes es Parte Afectada, se considerará que la Parte Afectada ha incurrido en el Evento de Incumplimiento contenido en el Numeral 10.1.8 de la Cláusula 10. Eventos de Incumplimiento del Contrato Marco, sujeto únicamente a la notificación de su ocurrencia por la Parte No Afectada y sin que haya lugar a Periodo de Gracia alguno.**

Esencialmente la lógica del párrafo anterior es: **si x, entonces y**. No obstante, resulta complejo indicarle a un lenguaje informático condiciones como “que el evento sea de aquellos en los que solo una de las partes resultó afectada” puesto que es una premisa que requiere de análisis para determinar que sí se cumple, análisis que -se considera- deben ser realizados por humanos en tiempo real, por lo que esta cláusula se mantendría tradicionalmente.

Otro aspecto relevante es cómo funcionaría a nivel judicial un incumplimiento de un *smart contract* aplicado a un contrato marco de derivado financiero. Si bien en un principio se podría entender que un incumplimiento no podría darse a lugar por la automaticidad de la ejecución de las obligaciones que el *blockchain* garantiza, no se puede asegurar tal escenario, pues puede suceder que una de las partes se quede sin recursos en medio del cumplimiento del contrato de derivados financieros, por lo que la ejecución de las obligaciones (las

transacciones de dinero pactadas) no se darán en el día y hora estipulado, por tanto sí se configuraría un incumplimiento.

Ese caso entonces habría que analizarse de la siguiente manera: nuevamente, un *smart contract* no es un tipo de contrato nuevo, sino que es una tecnología aplicable a los contratos ya existentes, por tanto, en el caso de los contratos de derivados financieros, una vez las partes acuerdan los elementos de la confirmación (que es donde se pactan todas las particularidades de la operación y donde se entiende que ya hay una vinculación entre las partes y la facultad de exigibilidad), se entiende que ya existe un mérito ejecutivo para pedir ante la jurisdicción ordinaria la exigibilidad de la parte incumplidora, pues la confirmación es el documento donde la obligación está expresa, clara y exigible.

Es clara porque no hay duda de que, a raíz de la confirmación firmada entre las partes, las obligaciones pactadas se hacen vinculantes; es expresa porque allí se establece el tipo de operación a realizar: el plazo, el monto y la forma de pago; y es exigible pues como se establece el plazo para pagar, cuando ese plazo pase se entiende que hay un incumplimiento y por tanto está la exigibilidad del pago debido. Igualmente, en la confirmación se deja claro que existe tanto un deudor como un acreedor, por tanto, cumple todos los requisitos para prestar mérito ejecutivo. Así entonces, por más que la confirmación sea en papel o en digital (a manera de contrato inteligente), las condiciones necesarias para llevar ante la jurisdicción ordinaria el *smart contract* ante un incumplimiento se considera que es totalmente viable.

En concordancia de lo anterior, es necesario también tener presente toda la regulación colombiana existente sobre la validez de la firma digital en documentos. La Ley 527 de 1999 define la firma digital como “un valor numérico que se adhiere a un mensaje de datos y que, utilizando un procedimiento matemático conocido, vinculado a la clave del iniciador y al texto del mensaje permite determinar que este valor se ha obtenido exclusivamente con la clave del iniciador y que el mensaje inicial no ha sido modificado después de efectuada la transformación” (Congreso de Colombia, 1999). Definición compatible con la tecnología *blockchain*, pues como se explicó en tal capítulo, uno de sus elementos es la firma digital de quienes lo suscriben.

Incluso el artículo 28 de la mencionada ley, dispone que una firma digital tendrá la misma fuerza y efectos que la firma manuscrita, cuando tal firma pueda ser verificada, está ligada de tal manera que si es cambiada la firma digital es invalidada, entre otros elementos. Estos, nuevamente, son aspectos fieles e incondicionales al *blockchain*, por tanto, la suscripción de una confirmación de un contrato marco de derivados financiero por medio de *smart contract* sería igual de válido que si se hubiera suscrito tradicionalmente, por ende, sus condiciones para ser exigidos ante el sistema judicial y pretender el pago de las obligaciones incumplidas se podría darse sin obstáculos.

El CML puede ser considerado un contrato complejo, puesto que parte de muchos supuestos para regular la posibilidad de ocurrencia de cada uno de ellos. Por ejemplo, el numeral 11.4 de la cláusula 11 regula los procedimientos de terminación anticipada cuando suceda un evento de terminación, pero a su vez de dicho numeral se derivan otros subnumerales, generando entonces que cada vez que suceda un evento de terminación se deba analizar una cantidad de escenarios para ver que procede, lo que implica una intervención sobre el contrato, aspecto que no es competente con los contratos inteligentes, así que ¿para migrar un CML a un contrato inteligente se debe de cambiar en esencia el CML? Si sí, ¿realmente vale la pena? ¿resultará útil?

Como se mencionó al principio del presente acápite, el CML se compone de varios documentos: el CML, el suplemento, la confirmación y los anexos aplicables. Con la aplicación del contrato inteligente parte de lo que se busca es que todo lo relacionado con las operaciones y la negociación esté congregado en un solo documento pues de esta manera se vuelve más eficaz y se presta para que se dé la automaticidad que se busca con los *smart contracts*. Para ello, habría que volver el CML más práctico, sencillo y concluyente.

## **4.2 ¿CÓMO ESTÁN REGULADOS LOS DERIVADOS FINANCIEROS EN COLOMBIA?**

En Colombia los mercados de derivados financieros no se encuentran tan desarrollados como en otras partes del mundo. No obstante, recientemente se ha hecho evidente los esfuerzos por parte de los reguladores por desarrollar y profundizar los mercados en donde se transan este tipo de instrumentos. De hecho, en Colombia la regulación sobre este tema recae en: la

Circular 25 de 2008 de la Superintendencia Financiera; la Circular Única del Mercado de Derivados de la Bolsa de Valores de Colombia; el Decreto 2555 de 2010; capítulo 18 de la Circular Básica Contable y Financiera de la Superintendencia Financiera de Colombia (1995); al igual que los reglamentos que sobre los derivados expiden la Bolsa de Valores de Colombia.

Ahondar en cada tipo de regulación existente resultaría redundante, por ejemplo, el Banco de la República en la Resolución Externa No. 1 de 2018 definió los derivados financieros como operaciones cuya principal característica consiste en que su precio justo de intercambio depende de uno o más subyacente y su cumplimiento o liquidación se realiza en un momento posterior<sup>5</sup>. En esta misma Resolución, el Banco de la República regula quienes están autorizados para celebrar derivados financieros y como debe ser el cumplimiento y el pago de estos. Por su lado, el capítulo 18 de la Circular Básica Contable y Financiera de la Superintendencia Financiera establece disposiciones especiales para la gestión de riesgos, indica cuales son los tipos de instrumentos financieros derivados, expone como debe ser el cálculo de la exposición crediticia de estos instrumentos, entre otros. Cada regulación que hay en Colombia sobre los derivados financieros se complementa entre sí.

Se observa entonces que Colombia cuenta con una amplia regulación sobre el tema, y ha analizado diversos escenarios intentando de esta manera que queden los menos vacíos legales posibles, para de esta manera evitar que la economía se vea afectada a raíz de este tipo de operaciones.

## **5. VIABILIDAD DE APLICACIÓN DE *SMART CONTRACTS* EN CONTRATOS MARCO DE DERIVADOS FINANCIEROS**

Una vez analizado cómo funcionan los contratos inteligentes y de que van los contratos marco de derivados financieros, el presente capítulo tiene por objetivo mostrar en perspectiva cuales serían los aspectos positivos y desfavorables de realizar la aplicación de *smart contracts* en los contratos de derivados financieros.

---

<sup>5</sup> Sección V, parte II de la Resolución Externa No. 1 de 2018. Banco de la República.

## 5.1 VENTAJAS DE SU APLICACIÓN

Se observará y analizará entonces cuales serían las posibles ventajas de aplicar contratos inteligentes y la tecnología *blockchain* en los CML de derivados financieros:

- **Lograr la sustitución de las contrapartes centrales.** Recordemos entonces que las Cámaras de Riesgo Central de Contraparte (“CRCC”) fueron creadas para disminuir los riesgos principales que hay en el uso de derivados financieros, es decir, mitigar las posibilidades de impago o incumplimiento del contrato. Sin embargo, las CRCC tienen obstáculos debido a su centralización, pues existen muchos agentes que a la final no puede pagar y es la CRCC quien asume esos gastos.

Así pues, con los contratos inteligentes (y el uso de *blockchain*), se podría llegar a sustituir las CRCC o al menos se podría reducir la dependencia de los mercados en las mismas, ya que el *blockchain* va a asegurar que ambas partes del contrato tengan los activos o la liquidez suficiente para que se logre consumar el acuerdo. Esto último quiere decir que si al momento de montar el contrato inteligente, una de las partes no tiene la capacidad de pago suficiente, entonces el *smart contracts* no se logrará montar a la red ni unirse a la cadena de bloques, lo que hace necesario tener el dinero al momento de contratar. Entonces, mediante la aplicación del *smart contracts* se dejará de depender de una entidad central de la que todos los operadores se fían, únicamente deberán fiarse del proceso informático automático mediante el cual funciona el *blockchain* (López Meilán, 2020).

Pese a lo anterior, lo recomendable es no suprimir completamente la CRCC, pues aunque al momento de montar el *smart contract* a la red las partes cuenten con la liquidez para afrontar sus obligaciones e incluso los análisis crediticios de las partes resulten óptimos, puede suceder que en medio de la ejecución del contrato el mercado se estrese, es decir, presente en un tiempo muy corto movimientos muy abruptos, dando lugar a que alguna de las partes se vea en la posibilidad de asumir grandes

riesgos de pérdida, por lo que tener a la CRCC ayudaría sin duda a mitigar esas posibles pérdidas, pues ésta asume el riesgo de contraparte recíproco.

Existen múltiples opiniones al respecto de este punto, pues algunos argumentan que la tecnología *blockchain* no sustituirá completamente las CRCC, y algunos otros comentan que esta podría consolidar la información de las operaciones realizadas en un determinado periodo en un único movimiento. Al respecto, cuanto más ‘madure’ o crezca el *blockchain* más confianza habrá en la misma, no obstante, es claro que esta tecnología deberá demostrar mejoras en la eficiencia para sustituir las CRCC. De igual manera, la utilidad de los *smart contracts* y el *blockchain* es clara, pues en los mercados de derivados OTC, donde no exista un CRCC, la mencionada tecnología podría asumir las funciones que esta entidad tendría, funcionando como una red de compensación descentralizada (Surujnath, 2017).

- **Disminución de costos de transacción y aumento de la transparencia.** Otra de las ventajas fundamentales de la aplicación de los *smart contracts*, es que permiten una reducción considerable de los costos, gracias a la eliminación de los intermediarios de las operaciones y de todos los costos e ineficiencias que llevan asociados, ya que es el propio código del *smart contracts* el que realiza las funciones de liquidación y compensación propias de las CRCC. (International Financial Law Review, 2016).
- **Eliminación de la necesidad de confianza entre las partes.** Los *smart contracts* eliminan la necesidad de confiar en la contraparte con la que se está contratando respecto de la correcta ejecución del contrato en los mercados OTC sin intermediarios, o incluso podrían dejar de necesitar confiar en un intermediario que garantice la ejecución del contrato, pues únicamente necesitarían confiar en el código del *smart contracts*, pues será el que realice la liquidación del contrato cuando se cumplan con los requisitos establecidos para su ejecución. Por ejemplo, en un contrato de futuros pactado mediante *smart contracts*, en cuanto llegue la fecha de vencimiento se realizará automáticamente la entrega del activo subyacente al comprador y del dinero al vendedor, habiéndose asegurado previamente el *smart*

*contracts* que ambas partes disponían tanto del activo subyacente como del dinero correspondiente (Morini, 2016).

- **Modalidades de contratación más simples y concretas.** Como se mencionó en acápite anteriores, los *smart contracts* al tener un lenguaje con una lógica de escritura, las cláusulas que se pacten deben ser claras, expresas y concretas, esto no quiere decir que se deben dejar de presupuestar o pactar que sucedería en diversos escenarios, sino que la forma de redacción de los pactos sería en un lenguaje más simple y conciso.
- **Mejorar la eficiencia.** El uso de los contratos inteligentes para realizar contratos de derivados podrá mejorar la eficiencia al incrementarse la velocidad y la certidumbre de ejecución de los contratos, al calcular el programa automáticamente los importes finales de compensación y generar las instrucciones de pago sin la necesidad de un intermediario. Además, facilitará la eficiencia respecto del cálculo de las posiciones de las partes, la contabilización de los márgenes necesarios y la liquidación. Esto también va ligado con el tratamiento que se les da a los contratos marco de derivados financieros, pues estos en su forma tradicional se componen de 3 documentos que generar un paquete de contrato (el contrato marco, suplemento y confirmación) donde se deben realizar muchos pasos para el cumplimiento de cada uno de ellos, aspecto que se vería considerablemente reducido con la aplicación del *smart contracts*.
- **Conocimiento de la normatividad contractual.** Se observó a lo largo del presente documento que en Colombia la normatividad de los contratos es bastante completa y amplia, y se afirmó que los *smart contracts* no son realmente una nueva modalidad de contratación, sino que son una tecnología aplicable a los contratos, contratos que deben ir acorde a la regulación existente. Esto es una ventaja pues ya se conoce entonces bajo qué reglas deben funcionar los *smart contracts* en lo referente a lo contractual, es decir, en el caso de que un CML de derivado financieros se pacte mediante un contrato inteligente ya se sabe que cláusulas se pueden aplicar para que no sean abusivas, quienes pueden contratar y bajo qué condiciones, con que

parámetros se puede hacer, cómo funcionan las operaciones (swaps, forwards, opciones), y esto facilita considerablemente la migración de este tipo de contratos a un contrato inteligente.

## 5.2 DESVENTAJAS DE SU APLICACIÓN

- **Falta de regulación.** Al no tener una regulación expresa y clara sobre el tratamiento que se le debe dar a los contratos inteligentes y al blockchain, estos no gozan de todas las garantías legales que tienen los contratos de derivados realizados a través de intermediarios autorizados, como temas de protección judicial, responsabilidad de los riesgos, seguridad jurídica, responsabilidad de los programadores, entre otros.
- **Reestructuración esencial en los CML de derivados financieros.** En el contrato marco de derivados financieros existen muchas regulaciones de pormenores en cada cláusula relevante del contrato, por ejemplo, las cláusulas de evento de terminación o incumplimiento se subdividen en al menos 10 puntos adicionales, donde cada subcláusula contiene unos pasos a seguir para llegar a un resultado. Lo anterior al momento de llevarlo a un contrato inteligente no sería viable puesto que son paso a paso que requieren de acciones posteriores a la celebración del contrato, y una vez más, cuando se aplique el *smart contracts* se vuelve inmodificable y esos aspectos no se podrían realizar, por lo que habría que reestructurar y repensar dichos pormenores.
- **Ciberseguridad.** Este concepto hace alusión a la práctica de proteger equipos, redes, sistemas, entre otros, para así evitar filtración de información, que agentes no autorizados no accedan a una actividad de red; básicamente la ciberseguridad lo que busca es evitar y mitigar ataques informáticos. Los *smart contracts* no son inmunes a ser susceptibles de ataques. De hecho, uno de los ataques que suele hacerse en general es el de Denegación de Servicio (DoS) donde prácticamente se ataca un sistema de computadoras o red que causa que un servicio o recurso sea inaccesible a los usuarios. No obstante, en sistemas basados en *blockchain* (como los contratos inteligentes) tal

ataque no es tan efectivo por el hecho de que son un sistema descentralizado, de manera que si se realiza un DoS no existía un fallo concentrado y no se tumbaría toda la cadena de bloques; aunque se consiga inhabilitar uno de los nodos de la red, el resto podría seguir funcionando sin problema alguno. (Suarez, A.)

Un ataque DoS en un *smart contract* podría verse como hacer inaccesible los recursos del contrato específico aprovechando errores que hayan de diseño e implementación. Por ejemplo: en un contrato inteligente donde una parte deba pagar intereses a unos inversionistas, lo común es asegurarse de que cada pago se realice exitosamente, sin embargo, hay que ser muy cuidadoso porque si un pago llegase a ser erróneo (la cuenta quedó mal programada) y se quisiera revertir la operación, se estaría realizando un bloqueo del contrato y los pagos al resto de usuarios no se podría realizar. Alguien de mala de podría forzar que se haga un pago erróneo a su dirección para buscar la reversión y evitar el resto de los pagos. Sin embargo, se afectaría únicamente ese contrato en específico y no toda la cadena de contratos adherida a ese bloque (Suarez, A.).

Si bien lo anterior no es una desventaja material, es decir, no siempre va a suceder un ciberataque, sí es un aspecto que resulta importante tener en cuenta al momento de realizar una ponderación de pros y contras.

- **Errores humanos: desbordamiento de números enteros.** Aunque los contratos inteligentes prometen la no intervención humana, realmente en algún momento una persona es la que codifica el contrato, por tanto, siempre habrá márgenes de errores en los *smart contract* por parte de los humanos. Así entonces, los contratos inteligentes requieren representar valores, para ello se usan los números enteros, y esto requiere reducir el valor a una unidad de valor más pequeña para permitir una mejor precisión; no obstante, puede presentarse que los desarrolladores (programadores) se desborden en la utilización de números enteros. El ejemplo más sencillo que suele usarse para explicar lo anterior es expresar el valor de pesos en lugar de miles de pesos (en moneda colombiana), pues de lo contrario no sería posible

expresar 0.5 pesos. Otro ejemplo podría ser que se quiere usar números enteros para calcular el 25% de 80; por errores de redondeo, expresarlo en el código como  $80/100*25$  resultará en 0, y ese pequeño error afecta el contrato inteligente porque no podrá realizar el cálculo necesario para cumplir con determinada obligación (Escarramán, A., 2022). Por todo lo anterior es fundamental que los desarrolladores conozcan muy bien el tema y mitiguen la mayoría de los errores posibles, pues su papel es fundamental.

## 6. CONCLUSIONES

1. La tecnología *blockchain* y los contratos inteligentes son una completa innovación en el mundo entero, pues la cuarta revolución industrial está generando grandes impactos económicos y jurídicos en el mundo y, por tanto, también en Colombia, por lo que es necesario que este último se enfrente a nuevas regulaciones que den pie para el entendimiento y el buen uso de estas tecnologías. No se trata de tener una regulación excesiva, pero si lo suficiente para evitar vacíos legales.
2. En esencia, por la naturaleza de los derivados financieros, su estructura lógica es compatible con el lenguaje informático de los *smart contracts*. Es decir, sería fácil pactar en un contrato inteligente la operación de un forward o una opción, ya que sería: tal día a tal hora, tal monto será transferido a tal cuenta; no obstante, las condiciones contractuales y su redacción, son lo que no van tan compatibles con los contratos inteligentes, por tanto, se vería necesaria una reestructuración de la redacción de los contratos que regulan los derivados financieros, de una manera más sencilla, para que sea viable la adaptación de los contratos tradicionales a los inteligentes.
3. En concordancia con la anterior conclusión, se logró observar a lo largo del documento, que la migración de un CML a un *smart contract* sí resulta viable pero de una manera mixta, es decir, todo aquello que sea compatible con la

naturaleza del contrato inteligente, que sea susceptible de automaticidad y programación podrá ser migrado sin obstáculo, por ejemplo; las confirmaciones (donde se pactan las operaciones como tal); y todas aquellas cláusulas u obligaciones que no permitan tal adaptación, podrán quedarse pactadas de manera tradicional, creando así un documento híbrido y totalmente innovador.

4. Si bien en Colombia existe una apertura para recibir y adaptarse a las nuevas tecnologías que acaparan el mundo, e incluso ha hecho pronunciamientos sobre el *blockchain* y los *smart contracts*, aún se hace necesaria una regulación amplia que permita entender cuáles serían los alcances de estas tecnologías en el ordenamiento jurídico colombiano. Los aspectos que sería ideal que se tuvieran en mente para implementar una normatividad respecto de los contratos inteligentes serían: (i) adecuar los elementos tradicionales de los contratos a los *smart contracts* o en su defecto, brindar nuevos conceptos jurídicos en el uso y aplicación; (ii) especificar el régimen de responsabilidad para los desarrolladores de los *smart contracts*; (iii) regular el *blockchain* de manera tal que se garantice la transparencia, veracidad e inmutabilidad que este sistema promete; (iv) tener presente los conceptos técnicos y desarrollo normativo en materia de *smart contracts* a nivel internacional.
5. Aunque los contrato marco de derivados financieros en Colombia cuentan con una extensa y amplia regulación y su funcionamiento es bastante óptimo, siempre existe la posibilidad de hacerlos más fáciles para quienes hacen uso de ellos, es decir, que sean más sencillos en su negociación y ejecución, pues esto podría traer beneficios en cuanto a los costos transaccionales y ser más atractivos para el público.
6. La automaticidad y transparencia que garantizan los contratos inteligentes es un beneficio innegable al momento de su aplicación, lo que es bastante

compatible con las necesidades que tienen los contratos en el ámbito financiero, pues finalmente este sector, o este tipo de negocios (financieros) se basan en la confianza. Por tanto, si desde la contratación se le está asegurando transparencia y eficacia, sin duda serán más atractivos para los consumidores.

7. La programación del contrato inteligente antes de subirlo a la red es una etapa clave en el proceso, pues si se llegase a presentar un error en la programación que afecte en esencia lo que previamente habían pactado las partes, el contrato caería en un vicio y por tanto sería un negocio jurídico nulo, y como está en la cadena de bloques, sería irreversible.
8. Aunque parte de la promesa de los contratos inteligentes es la eliminación de intermediarios, y por consiguiente la disminución de potenciales riesgos asociados a fallas humanas, no se puede eliminar tal intervención por completo, pues quienes desarrollan -programan- los *smart contracts* son humanos, que naturalmente se encuentran expuestos a cometer errores (Gatto, 2018). Por tanto, es necesario que el régimen que se llegue a implementar pueda prever y entender los diferentes tipos y niveles de responsabilidad en los que puedan incurrir los desarrolladores de estos programas, pues son quienes deben garantizar a las partes de un *smart contracts* una certeza sobre cómo se ejecutará el negocio una vez sea codificado por este.
9. Llegar en un futuro a utilizar los *smart contracts* de manera común en Colombia, supondría una innovación y reestructuración no solo en la regulación, sino en el sistema judicial. Por ejemplo, se vería necesaria una educación para los jueces sobre cómo funcionan los *smart contracts* para que de esta manera puedan entender las consecuencias de una desfavorecida relación contractual basada en tal tecnología.

10. Llegado el escenario de que un contrato marco de derivados financieros sea pactado a través de un *smart contract*, su naturaleza digital es avalada jurídicamente por la Ley 527 de 1999 y por la regulación del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo (CPACA), por tanto, aunque sea un contrato programado, cuenta con las características y la validez para prestar merito ejecutivo y ser documento probatorio ante la jurisdicción ordinaria en caso de incumplimientos o faltas contractuales, y por ende, cualquier controversia puede ser susceptible de resolverse ante un juez.
  
11. La aplicación de contratos inteligentes en los contratos marco locales de derivados financieros requiere de modificaciones esenciales de los CML para que sean acordes al lenguaje informático que se necesita, a su vez, desde el inicio se debe tener muy claras todas las condiciones del contrato y las posibles situaciones, pues lo que suceda una vez el contrato esté en la red, no podrá ser regulado por el mismo. Así mismo, la aplicación del contrato inteligente en estos contratos supondría una reducción en costos y en intervenciones no solo de las partes sino de terceros, lo que lleva a una mayor seguridad, confianza y transparencia en el negocio.

## **7. REFERENCIAS**

Antonio Legerén-Molina. LOS CONTRATOS INTELIGENTES EN ESPAÑA. La disciplina de los *Smart contracts*.

Ahmed Kosba. 2016. The *Blockchain* Model of Cryptography and Privacy-Preserving *Smart contracts*.

Alejandro José López Meilán. 2020. Derivados financieros en el entorno de las nuevas tecnologías: FinTech, *Blockchain*, Criptomonedas, *Smart contracts* e Inteligencia Artificial. Pág., 19.

Álvaro Suarez. Ataques a los Smart Contracts. Tomado de:

<https://aprendeblockchain.wordpress.com/ataques-a-smart-contracts-y-como-defenderse-iii-denegacion-de-servicio-dos/>

Apuntes generales sobre los Instrumentos financieros derivados. Revista de Iure. Juan Ignacio Sanz Caballero. Página 206.

Autorregulador del Mercado de Valores Colombia [AMV]. (s.f.). Guía de mercados para asesores financieros. Renta fija, renta variable y derivados. Obtenido de <https://www.amvcolombia.org.co>

Banco Bilbao Vizcaya Argentaria [BBVA]. (s.f.). ¿Qué es Forward y para qué sirve? Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com.co/empresas/productos/coberturas-yderivados/forward.htm>

Banco de la República de Colombia. (2010). Boletín No. 37 del 28 de diciembre de 2010. Obtenido de [https://www.banrep.gov.co/economia/pli/Asunto\\_6\\_-\\_20101228.pdf](https://www.banrep.gov.co/economia/pli/Asunto_6_-_20101228.pdf)

Banco de la República de Colombia. (2017). Resolución Externa No. 2 del 24 de febrero de 2017. [Por la cual se reglamenta el registro de operaciones de instrumentos financieros derivados y productos estructurados para efectos de Clase out netting, a que se refiere el artículo 74 de la Ley 1328 de 2009]. Bogotá, D.C., Colombia.

Banco de la República. (2018). Resolución Externa No. 1 del 25 de mayo de 2018. [Por el cual se compendia y modifica el régimen de cambios internaciones]. Sección V, Parte II. Bogotá, D.C., Colombia.

Bolsa de Valores de Colombia. (2020). Circular única del mercado de derivados de la bolsa de valores de Colombia S.A. Bogotá, D.C., Colombia.

*Blockchain* and the law: the rule of code. Primavera De Filippi y Aaron Wright. Harvard University Press. 2018.

*Blockchain* Technology: Introduction, Applications, Challenges. In S. K. Panda, A. K. Jena, S. K. Swain, & S. C. Satapathy (Eds.). 2021.

Congreso de la República de Colombia. (1999). Ley 527 del 18 de agosto de 1999. [Por el cual se define y reglamenta el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y de las firmas digitales, y se establecen las entidades de certificación y se dictan otras disposiciones]. Bogotá, D.C., Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (2005). Ley 964 del 8 de julio de 2005. Diario Oficial No. 45.963. [Por la cual se dictan normas generales y se señalan en ellas los objetivos y criterios a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular las actividades de manejo, aprovechamiento e inversión de recursos captados del público que se efectúen mediante valores y se dictan otras disposiciones]. Bogotá, D.C., Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (2009). Ley 1341 del 30 de julio de 2009. Diario Oficial No. 47.426. [Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones]. Bogotá, D.C., Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (2010). Decreto 2555 del 15 de julio de 2010. Diario Oficial No. 47.771. [Por el cual se recogen y reexpiden las normas en materia del sector financiero, asegurador y del mercado de valores y se dictan otras disposiciones]. Bogotá, D.C., Colombia.

Congreso de Colombia. (2018). Proyecto de Ley 028 de 2018. [Por el cual se regula el uso de las monedas virtuales o criptomonedas y las formas de transacción con éstas en el territorio de Colombia y se dictan otras disposiciones]. Bogotá, D.C., Colombia.

Contracting in the age of *smart contracts*. Farshad Ghodoosi. Washington Law Review. 2021.

De Filippi y Wright. 2018. *Blockchain* and the law: the rule of code. Harvard University Press.

Émile Durkheim, *The Division of Labor in Society* 158 (W.D. Halls trans., The Free Press 1984) (1893).

Escarramán, A. 2022. Seguridad en la Blockchain de Ethereum: explotación y mitigación de vulnerabilidades modernas en Smart Contracts.

Farshad Ghodoosi. 2021. Contracting in the age of *Smart contracts*.

Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. Nick Szabo. 1997.

Fisanotti, L. (2014). Antecedentes históricos de los mercados de futuros y opciones: cobertura y especulación. *Invenio*, 17(33).

Gatto, J. (27 de noviembre de 2018). Desarrolladores de Contratos Inteligentes. Obtenido de: <https://www.lawoftheledger.com/2018/11/articles/blockchain/smart-contracts>

Gray, S., & Place, J. (2003). *Ensayos: derivados financieros*. México, D.F.: Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.

Grupo Financiero Monex. (2019). La historia del mercado de derivados. Obtenido de Grupo Financiero Monex: <https://blog.monex.com.mx/la-historia-del-mercado-de-derivados>

Hannah Arendt, *The Human Condition* 245-246 (2d ed. 1998).

Idelberger, Florian; Guido Governatori; Régis Riveret; and Giovanni Sartor. 2016. Evaluation of Logic - Based *Smart contracts* for *Blockchain* Systems.

In S. K. Panda, A. K. Jena, S. K. Swain, & S. C. Satapathy (Eds.). 2021. *Blockchain* Technology: Introduction, Applications, Challenges.

International Financial Law Review. (2016). *Blockchain's three capital markets innovations explained*. International Financial Law Review.

Kumar Jena, A., & Priyambada Dash, S. (2021). *Blockchain Technology: Introduction, Applications, Challenges*. In S. K. Panda, A. K. Jena, S. K. Swain, & S. C. Satapathy (Eds.), *Blockchain Technology: Applications and Challenges* (Vol. 203). Springer International Publishing. Obtenido de: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69395-4>

Lance Koone. 2016. *Let's Disintermediate All the Lawyers: Smart contracts on Blockchain*.

Lyons, T., Courcelas, L., & Timsit, K. (2019). *Legal and regulatory framework of blockchains and smart contracts*. European Commission.

*Let's Disintermediate All the Lawyers: Smart contracts on the Blockchain*. Koonce, Lance, (2016)

Los instrumentos financieros derivados: ¿qué son, para qué sirven y cómo funcionan?. Rafael Corzo de la Colina y Mauricio Balbi Bustamante. 2007.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2022). *Guía de Referencia para la Adopción e Implementación de Proyectos con Tecnología Blockchain para el Estado Colombiano*. Bogotá, D.C., Colombia.

Ministerio de Hacienda. (2019). *Informe final: misión del mercado de capitales*. Bogotá, D.C.: Gobierno Nacional.

MCJOHN, S. y MCJOHN, I., «The Commercial Law of Bitcoin and *Blockchain* Transactions», 47 num. 2 *Uniform Commercial Code Law Journal* ART 4. Julio de 2017.

Napier, A., Crimson, K. [Teloexplico]. (2021, junio 1). *Qué es una blockchain y cómo funciona*. [Video file]. <https://www.youtube.com/watch?v=8rUGRdOi3XM>

Ortiz Monsalve, A. (2010). *Manual de obligaciones*. Bogotá: Temis.

Pierluigi Cuccuru. 2017. Beyond Bitcoin: an Early Overview on *Smart contracts*.

PoW, PoS y PoI para principiantes. (n.d.). 2018. Obtenido de: [PoW, PoS y PoI para principiantes \(bitcoin.com.mx\)](#)

Rattanapoka, C. (2010). Understanding Peer-to-Peer Technology . Suranaree J. Soc. Sci, 4(1). <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sjss/article/view/23805/20252>

*Smart contracts: Building Blocks for Digital Markets*. Nick Szabo. 1996.

Sir Geoffrey Vos, Chancellor of the High Court. The Launch of the Legal Statement on the Status of Cryptoassets and *Smart contracts*, lunes 18 noviembre de 2019. Recuperado de <https://www.judiciary.uk/wp-content/uploads/2019/11/LegalStatementLaunch.GV..2.pdf>

Surujnath, R. (2017). Off the chain: A guide to *blockchain* derivatives markets and the implications on systemic risk notes. Fordham Journal of Corporate and Financial Law, 22(2), 257

Tapscott, D., Tapscott, A., & Salmerón Arjona, J. (Trad). (2017). La revolución *blockchain*: descubre cómo esta nueva tecnología transformará la economía global. Deusto.

Universidad Externado de Colombia. (2019). [www.uexternado.edu.co](http://www.uexternado.edu.co). Recuperado el 2019, de [Retos y desafíos de los contratos inteligentes - Universidad Externado de Colombia \(uexternado.edu.co\)](#)