

Propuesta para la aplicación de blockchain en la logística en Colombia: caso de estudio en empresa avícola

**Víctor Manuel Cardona
Juan Camilo Orozco España**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
MARZO 2019**

**PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN LA LOGÍSTICA EN
COLOMBIA: CASO DE ESTUDIO EN EMPRESA AVICOLA**

**VICTOR MANUEL CARDONA
JUAN CAMILO OROZCO**

Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial

**Director proyecto
ANDRES LÓPEZ A.**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
MARZO 2019**

Lista de ilustraciones

Ilustración 1; Diagrama causal: Fuente: Autores.....	9
Ilustración 2; Transacción con Blockchain. Adaptado de Kucklehouse (2018)	16
Ilustración 3; Adaptado de Dobrovnik (2018)	17
Ilustración 4; Metodología de trabajo. Fuente: Autores	20
Ilustración 5; Adaptado de Perboli <i>et al.</i> (2018).....	36
Ilustración 6; Fuente: autores, adaptado de Tradelens (2018).....	45

Listado de tablas

Tabla 1. Fuente: Autores	21
Tabla 2; Resultados caso empresa de alimentos (Valores en miles de Euros)	37
Tabla 3. Fuente: Autores	43

RESUMEN:

El presente trabajo estudia uno de los temas tecnológicos en tendencia más fuertes desde el año de su creación 2008: el Blockchain. Los esfuerzos enormes realizados por empresas como IBM y Maersk por crear soluciones basadas en esta tecnología ha llamado la atención mundial, generando gran número de interrogantes relacionados al funcionamiento y aplicabilidad de esta. Para el sector logístico, el Blockchain promete revolucionar la forma como se realiza la gestión de las cadenas de suministro con una alta complejidad de conexiones entre sus actores y un elevado número de transacciones . Sin embargo, según el informe de las tecnologías emergentes del 2018 realizado Gartner, Blockchain aún se encuentra en la fase de especulación y expectativa elevada. Para esto, los autores se propusieron mostrar en este trabajo, con un caso de estudio de aplicación en una avícola colombiana, como funcionaria, para que se utiliza, como se aplica y el porqué de la especulación tan alta que se ha generado alrededor de este tema. En su etapa inicial, se analizaron numerosos recursos bibliográficos acerca del tema que permitirán al lector comprender las bases del funcionamiento del Blockchain, sus orígenes y principales virtudes. Posteriormente se realiza un análisis de casos de estudio, unos reales y otros teóricos, sobre la aplicación de esta tecnología para una industria o un servicio específico. Se detalla en los casos más relevantes que involucran al sector logístico: el caso de una empresa de alimentos europea, y la plataforma Tradelens de Maersk e IBM. Finalmente se hace un contraste de estos casos con una empresa avícola colombiana, la cual se tomará de ejemplo para ilustrar el beneficio potencial que pueden obtener las empresas con la aplicación del Blockchain e ilustrar la forma de proceder en una organización que busca implementar esta tecnología. Los autores concluyen positivamente acerca de las virtudes y los beneficios que brinda una solución de este tipo, como lo son mejor trazabilidad de productos, mayor transparencia con el consumidor y mejoras en la eficiencia de los procesos que involucren documentación. Se concluye así mismo, que los dos pilares que hacen al Blockchain una propuesta tecnológica tan fuerte y con tantos campos de aplicación son: la seguridad de la información y la integración de los diferentes actores.

1. Introducción

1.1. Contexto, Justificación y Formulación del Problema

La dinámica del mundo globalizado trae consigo avances de tipo tecnológico y metodológico que mantiene a los sistemas en constante cambio. Esto se da por la misma necesidad que genera el hecho de tener sistemas cada vez más complejos e interconectados, causando la obsolescencia de los métodos y tecnologías tradicionales de trabajo. Los desafíos que se generan por la evolución de estos, no son solamente vinculados al desarrollo tecnológico, sino también que se relacionan con la aplicabilidad e implementación de estas nuevas tecnologías y la transformación que traen consigo a los sistemas actuales.

El Blockchain es una tecnología que hoy por hoy es considerada por la *IEEE Computer Society* como una de las 10 tecnologías tendencia del 2018 (IEEE, 2017). Se piensa que el Blockchain es la solución a la complejidad de las conexiones del mundo globalizado y del procesamiento de información, ya que proporciona herramientas que simplifican procesos, mantiene la seguridad y potencialmente reduce costos. Lo más interesante, es la aplicabilidad que tiene en sectores de distinta naturaleza, como el público, financiero, comercial y logístico. En el sector público, el Blockchain puede revolucionar la forma de votación tradicional, haciendo posible la votación electrónica segura e inmutable, lo que sin duda alguna aumentaría considerablemente la participación en elecciones, sobre todo para el caso colombiano. En el financiero, hay distintos bancos alrededor del mundo que han empezado o están empezando a aplicar tecnología Blockchain en distintos servicios que brindan, tal como el registro de datos personales, transferencias de dinero internacionales, cobros de tarjetas de crédito y más. Adicionalmente, se piensa que esta tecnología tiene un gran futuro en los mercados bursátiles de todo el mundo, gracias a la posibilidad de rastrear las transacciones hasta su origen, de forma eficiente y efectiva.

En cuanto al sector de interés de este trabajo académico de ingeniería industrial, la tecnología Blockchain ofrecen múltiples avances en la trazabilidad, confiabilidad y eficiencia en la Supply chain. Más adelante se hará más énfasis en sus aplicaciones cuando se comparen sus usos en los distintos sectores, pero a continuación tomaremos un ejemplo exitoso de aplicación llevado a cabo por *IBM Y MAERSK*. Estas empresas, con un alto reconocimiento en su capacidad tecnológica y logística, ven con buenos ojos la aplicación de esta tecnología a lo largo de la cadena de suministro. Es por eso, que juntas han terminado hace poco el desarrollo de una plataforma con base en la tecnología blockchain, a la que nombraron *TradeLens*. Esta plataforma planea integrar a los actores más importantes a lo largo de toda la cadena de suministros global de Maersk. (Tradelens, 2019)

Walmart también hace uso esta tecnología actualmente, utilizándola para mejorar la trazabilidad de las carnes y transparencia del proceso interno hacia con el usuario, ya que el usuario puede verificar toda la información relevante de su

producto en un instante, con lo que podrá tomar una decisión más crítica. (Corkey, 2018)

El proceso de aplicación de esta tecnología en el sector colombiano todavía se encuentra en su etapa inicial. Según el Observatorio de Economía Digital de Min TIC, 1% de las empresas en Colombia ha adoptado esta tecnología y 3% está en plan de implementación (Min Tic, 2018). No obstante, el gobierno y varios de sus integrantes, entre ellos el actual presidente Iván Duque y el Senador Navarro Wolf, han mostrado su apoyo a la implementación de la tecnología Blockchain en políticas públicas del sector salud, financiero, pensión y agro, basados en las características de transparencia y confianza que brinda esta herramienta. Actualmente Min Tic y la Universidad Nacional presentaron un piloto para la transferencia de conocimientos y la aplicación del Blockchain en el registro de tierras.

El manejo de grandes volúmenes de información, las distancias recorridas y los cientos de actores involucrados en la distribución de un producto, ocasiona que el origen de este sea difuso, lo cual permite que tengan lugar malas prácticas en el procesamiento de la materia prima o producto final, afectando la calidad del producto y la confianza en el proceso interno. Adicionalmente, hay que tener en cuenta la poca permeabilidad que las cadenas de suministro presentan frente a los intereses personales de los empleados que desarrollan sus actividades, y que deben tomar decisiones relevantes sobre el manejo de la mercancía. Esta problemática en las cadenas de suministro, da pie incluso a actividades ilícitas tengan lugar dentro de nuestra cadena, afectando el funcionamiento de la empresa y la reputación de la marca.

Gracias a la globalización de los mercados, ahora el intercambio de bienes se realiza internacionalmente. Pero para que esto tenga lugar, se deben cumplir trámites legales y aduaneros dependiendo de la ruta de la mercancía, lo que implica cumplir una serie de requisitos, representados en documentados a lo largo de la cadena de suministros, los cuales son generados por los distintos actores. Debido a que estos documentos de verificación de cumplimiento son en su mayoría archivos físicos, ocasiona un aumento en la ineficiencia del proceso, al igual que aumenta la vulnerabilidad y corrupción de la información. Lo ideal sería poder digitalizar este proceso de verificación de requisitos, de modo que sea añadido al bloque de información en el Blockchain y se impida su eliminación o cambio, además permite al operario acceder de manera inmediata y virtual a los archivos, con el fin de agilizar, facilitar los procesos y garantizar la trazabilidad y calidad de las marcaciones y productos.

Con los sistemas actuales, bases de datos centralizadas y verificación física, la información es difusa y puede ser manipulada, afectando los intereses de la empresa. Por lo tanto, nace la necesidad de una metodología que brinde confianza a los consumidores finales o intermedios sobre el bien, garantizando que fue producido bajo los estándares y normas establecidas, además de conocer su trayectoria a través del tiempo.

Debido a esta serie de problemáticas, el Blockchain es tendencia en las grandes empresas a nivel mundial por su adaptabilidad, inmutabilidad y seguridad de la información. Tarde que temprano, Colombia va a tener que integrarse a esta tendencia, debido a que las grandes empresas, que actualmente hacen uso de ella, como lo son Amazon, Walmart, IBM, entre otras, son las empresas internacionales las que definen la transformación de la industria y como los procesos, a lo largo de la cadena de suministros, son desarrollados.

Colombia ha sido uno de los países líderes en el manejo de criptomonedas en la región, desde el surgimiento del bitcoin. Actualmente, con las nuevas oportunidades que brinda el Blockchain, Colombia podría dirigirse a ser potencia regional en el manejo de estas prácticas, dándole ventajas competitivas frente a los demás países latinoamericanos. Con el desafío de ser pioneros en la región surge un desafío adicional, que es desarrollar un plan de aplicación adecuado para el caso particular de cada empresa. Que se necesita, como se necesita y para qué son algunas de las incógnitas principales que se deben plantear las empresas que estén considerando utilizar esta tecnología dentro de sus operaciones. Estas incógnitas pretenden ser resueltas en el desarrollo de este trabajo, mediante la construcción de una guía transversal de aplicación y caso de estudio de una empresa de transporte local y la transformación de su cadena basada en Blockchain.

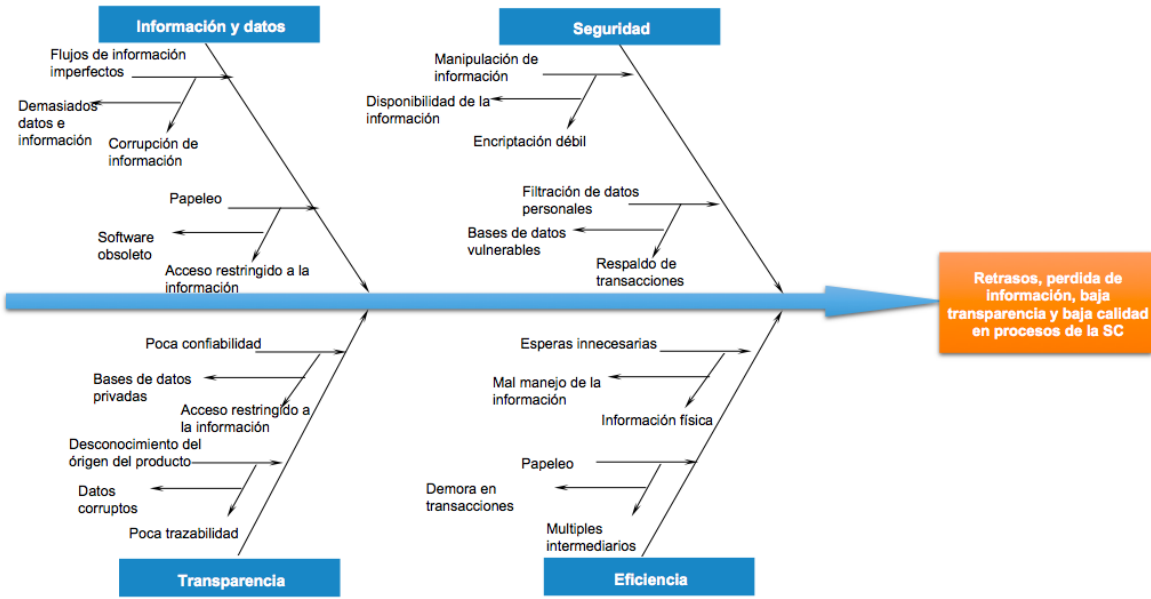


Ilustración 1; Diagrama causal: Fuente: Autores

En la ilustración 1 se muestran los principales males que padecen actualmente las cadenas de suministro globales, y para las cuales el Blockchain representa una posible solución. En el desarrollo de este diagrama de Ishikawa se identificaron 4 principales ejes en los cuales las cadenas de suministros globales tienen inconvenientes, que afectan su confiabilidad y rendimiento, estos son: Información

y datos, seguridad, transparencia y eficiencia. Dentro de cada uno de estos ejes se realizó un análisis en detalle para identificar las causas raíces que están causando los retrasos, pérdida de información, baja transparencia y baja calidad en la cadena de suministros.

Para la identificación y validación de esta problemática, la fuente académica que condujo el análisis fue el artículo escrito por Yanling Chang, Eleftherios Iakovou, y Weidong Shi titulado "*Blockchain in Global Supply Chains and Cross Border Trade: A Critical Synthesis of the State-of-the-Art, Challenges and Opportunities*" (2019).

En este artículo se estudian y analizan los pilares de la supply chain management y las actividades claves para su correcta gestión. La cadena de suministros global tiene problemas y vulnerabilidades en sus procesos claves, como lo son la trazabilidad, digitalización y confianza en la red. Estas problemáticas se comparan frente a las capacidades que brinda la tecnología Blockchain y es propuesta por los autores como solución.

Aunque el Blockchain brinde capacidades superiores de gestión a la empresa, es importante reflexionar sobre su adopción, ya que no en todos los casos es la herramienta indicada para las necesidades específicas de la cadena de interés.

2. OBJETIVOS

Objetivo General: Evaluar las ventajas de implementar la tecnología Blockchain en las cadenas de suministro, mediante el caso de estudio de una empresa avícola colombiana

Objetivos específicos:

- Comprender el funcionamiento del Blockchain y sus aplicaciones en diferentes sectores productivos
- Contrastar casos de aplicación en el sector logístico y la empresa evaluada
- Diseñar una guía de decisión para la adopción del Blockchain y la descripción de las distintas etapas en su aplicación

Entregables:

- Análisis bibliométrico de los textos encontrados
- Descripción y caracterización de los casos estudiados y comparación según criterios definidos
- Guía de aplicación de Blockchain en la cadena de suministro local según contraste con empresas extranjeras y teoría estudiada

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Antecedentes

A continuación, se hará un repaso de la actualidad del Blockchain en Colombia y la logística internacional. Se mostrarán pronunciamientos de entes oficiales del gobierno colombiano así como iniciativas internas de proyectos relacionados con esta tecnología. También se mostrarán breves casos donde se ha aplicado esta solución en operaciones logísticas.

Blockchain en Colombia

La viceministra Rodríguez Kattah (2018), en representación del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) de Colombia, en el marco del taller “Formación en tecnologías Blockchain”, afirmó que, según datos del observatorio de economía digital del ministerio, un 1% de las empresas en Colombia ha adoptado esta tecnología y un 3% está en plan de implementación (MinTic, 2018).

Actualmente, la propuesta más ambiciosa por parte del gobierno hacia la implementación del Blockchain en las políticas públicas, es el piloto para el registro de tierras que hace uso de esta tecnología. Este proyecto fue presentado por parte de miembros de la Universidad Nacional de Colombia y el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC). El proyecto consiste en un piloto para la Agencia Nacional de Tierras (ANT) que ayuda a reducir los tiempos en el proceso de restitución de tierras, con el registro de los documentos en una capa privada construida sobre el Blockchain de Ethereum. Según explicaron los propios ponentes a CriptoNoticias, decidieron utilizar esta cadena de bloques por su flexibilidad, frente a otras como Hyperledger Fabric, la cual también valoraron. Documentos de los predios, los registros del propietario y de los funcionarios que intervienen en este trámite, quedan registrados de manera inmodificable, buscando elevar la transparencia y la seguridad al proceso. (Bastardo, 2018)

Se utiliza una base de datos sencilla, en la que el usuario registra sus datos, con un perfil de propietario registrado con su foto. Cuando el usuario está relleno los campos, la planilla digital muestra una toma en tiempo real de la cámara de la computadora en la que se hace el registro, para ayudar a minimizar la usurpación de identidad con el registro fotográfico. La data se carga en la cadena de bloques del Blockchain de Ethereum a través de archivos IPFS y cada registro produce un hash único e inmutable, con el que se puede hacer seguimiento de la propiedad utilizando la cadena de bloques, de manera que la data estaría disponible para quienes cuenten con los permisos de acceso pertinentes (Bastardo, 2018).

Como se mencionó anteriormente, no solamente el gobierno se muestra interesado en el desarrollo de esta tecnología en el país, sino que también han surgido organizaciones privadas y ONGs que buscan impulsar la aplicación del

Blockchain en distintos enfoques de la economía colombiana. Entre ellos se encuentra a Sinergia Blockchain, el Instituto Tecnológico de Investigación y Desarrollo, el cual arrancó la primera etapa de una Oferta Inicial de Moneda (ICO), cuyos fondos serán destinados a concretar el cumplimiento de 6 objetivos primordiales: la construcción de la sede, hacer operativo el laboratorio, apoyar emprendimientos relacionados a la tecnología Blockchain, crear una escuela de trading internacional, así como el desarrollo de una plataforma de aprendizaje digital y una tienda virtual. Sinergia Blockchain se plantea como un generador de valor tecnológico, económico y social, al ser el primer laboratorio de la región dedicado exclusivamente a la tecnología Blockchain. Para mayor transparencia y confianza, las cuentas serán públicas para los asociados al proyecto y tenedores de los tokens. Al final de cada ejercicio anual, el 20% de las utilidades se asignará al fondo, y el resto servirá para reinvertir en el desarrollo del proyecto (Criptonoticias, 2017).

Otro ejemplo de estas organizaciones, es la asociación oficial de Blockchain en Colombia, creada por seis representantes de empresas líderes en el desarrollo y operación de mercados para bitcoin en Latinoamérica. Con esta asociación buscan liderar los esfuerzos por desarrollar e implementar la tecnología Blockchain en el país. "Es muy importante que el país se incluya rápido para aprovechar las oportunidades. La fundación quiere ser un actor que articule todo el sistema y que encuentre las soluciones para adoptar esta tecnología", dijo a periodistas el codirector de IntiColombia, Mauricio Tovar. Las empresas que conforman Blockchain Colombia son Buda Colombia, Bitcoin Colombia, Cajero.co, IntiColombia, Panda Group y RSK. "A partir de ahora la labor de Blockchain será la de hacer pedagogía sobre las criptomonedas, que hoy en día son percibidas como un activo financiero volátil y no como una moneda en sí misma que fue para lo que se crearon originalmente", afirmó el director ejecutivo de Cajero.co, Carlos Neira. Asimismo, la organización trabajará de la mano con el sector público "ofreciendo un análisis que le permita, al Gobierno, tomar decisiones informadas para el uso de la tecnología" financiera, eso sí, sin afectar la estructura descentralizada del "ecosistema Blockchain", agregó Tovar.

A estas iniciativas tecnológicas en el país, se ha sumado el gigante tecnológico IBM, el principal desarrollador de sistemas de información basados en Blockchain enfocados en la trazabilidad de los productos a lo largo de la cadena de suministros. En asociación con AOS- una start up colombiana cuya misión es brindar business solutions basadas en IT- comenzarían a crear conjuntamente una solución basada en Blockchain para aumentar la eficiencia en la industria del transporte y la logística de envíos a lo largo del país. La solución para las cadenas de suministros y transporte se basa en el Blockchain de IBM y en los servicios de Watson IoT, funcionales en la nube IBM Cloud.

Las transacciones en las redes y cadenas de suministro son realizadas manualmente, por tanto, están expuestas a errores humanos, corrupción y retrasos en el proceso. La intención de ambas empresas es utilizar las facultades de la Blockchain, que provee de registros inmutables de transacciones en libros

distribuidos en una red protegida criptográficamente, para reducir estos aspectos negativos. Junto a esto, se emplearán dispositivos físicos conectados a internet que estarán instalados en los camiones y vehículos que transporten mercancía para que puedan comunicar automáticamente a la red Blockchain los datos de interés acerca del traslado. Una vez que un camión de carga parta desde el centro de distribución, un mensaje será enviado automáticamente al cliente receptor de la mercancía, informando acerca de la carga, peso y tiempo estimado de entrega. Durante el viaje, los dispositivos de IoT estarán supervisando y registrando a completitud los datos del traslado, como las paradas realizadas, los cambios de carga entre vehículos, así como transacciones como pudieran ser los peajes en el camino para llegar al destino final. (Esparragoza, 2017).

“Este nivel superior de transparencia puede ayudar a incrementar la transmisión de contabilidad entre empresas de envíos y sus clientes, acelerando el flujo del negocio”, indica IBM Colombia.

En cuanto al Bitcoin (criptomoneda soportada por tecnología Blockchain), el banco de la república de Colombia se ha pronunciado mediante la circular GG-2105 del 29 de septiembre de 2016 enunciando que el uso de estas divisas no está amparado por ningún tipo de entidad y que por lo tanto no tiene ningún tipo de equivalencia con la moneda local y “carece de poder liberatorio ilimitado para la extinción de obligaciones”. En línea con esto, la Superintendencia Financiera de Colombia, mediante la circular 29 de 2014, prohibió a las entidades financieras salvaguardar, invertir, intermediar u operar con monedas virtuales. Sin embargo, el gobierno no ha hecho referencia en cuanto a prohibiciones a entidades legales no reguladas por la SIF y el uso de las criptomonedas. En este punto se sabe que para el 2016 había nueve empresas que utilizaban activamente el bitcoin como forma de pago (Sarmiento y Garcés, 2016). De estas nueve empresas solo un 25% manifestó recibir mensualmente pagos con esta divisa, el resto manifestó recibirlos muy esporádicamente o incluso no haber recibido uno aún.

Blockchain en la logística internacional

En el ámbito de interés de este proyecto de grado, la logística, el Blockchain se perfila como una de las tecnologías más prometedoras en cuanto a la mejora de la eficiencia a lo largo de las complejas cadenas de suministro del mundo moderno. Esta tecnología es capaz de mejorar o habilitar el acceso a datos transparentes e información confiable entre los diferentes grupos de interés involucrados, estando respaldados por los mecanismos de seguridad propios del Blockchain, e incluso, lograr reducir costos mediante procesos automatizados y libres de error (Kückelhaus, 2018).

La multinacional IBM en asociación con Maersk han desarrollado su propio sistema de digitalización de flujos de trabajo (workflows) comerciales y seguimiento “end to end” de carga, en base a tecnología Blockchain. Este sistema, nombrado *TradeLens*, permite a cada grupo de interés ver el progreso de bienes a lo largo de la cadena de suministro, así como el estado de los documentos

aduaneros y otros datos. De acuerdo con Kückelhaus (2018), “(TradeLens) tiene el potencial de reducir significativamente las demoras y el fraude, lo que puede llevar a billones de dólares en ahorros para el sector logístico”. Así mismo, Park (2018), afirma que con esta plataforma la documentación que habitualmente toma días, podrá ser realizada en minutos y gran parte sin la necesidad del aporte humano.

Por otro lado, el gigante minorista estadounidense Walmart está explorando el uso de tecnología Blockchain para mejorar la transparencia en la cadena de suministro y rastrear la proveniencia de los alimentos tales como el cerdo desde China y mangos desde México (Kückelhaus, 2018). Para comenzar con esta iniciativa, Walmart documentó al productor de cada alimento específico para abordar fácilmente cualquier caso de contaminación, en caso de que ocurra. Luego, se implementaron contratos inteligentes (Smart contracts) que permitieran identificar y rectificar tratos inadecuados de los alimentos a lo largo de toda la cadena.

Para las carnes, por ejemplo, los datos de temperatura tomados por los sensores conectados a los contenedores de los productos alimenticios, son automáticamente agregados al Blockchain, y las partes involucradas podrán ser notificadas en caso de que haya condiciones no óptimas en el transporte de estos alimentos. Esta decisión se tomó después de impactos negativos sufridos por sus consumidores debido a la calidad de la lechuga romana, docenas de personas en los Estados Unidos que regularmente compran sus alimentos en Walmart, sufrieron intoxicaciones en la primavera del 2018 después de ingerir lechuga romana contaminada.

Debido a esto, el 24 de noviembre del 2018 Walmart anunció la implementación de la plataforma desarrollada por IBM basada en Blockchain a su línea de espinaca y lechuga, con el fin de adquirir una completa trazabilidad en la cadena de suministro, con el fin de proporcionar confianza y seguridad a sus clientes, los cuales podrán conocer los procesos realizados al alimento que desean comprar. Para la primavera del 2019, más de 100 granjas que proporcionan vegetales verdes a Walmart, debían proporcionar detallada información acerca de sus procesos en la base de datos desarrollada por IBM. Gracias a este movimiento del gigante comercial, muchas otras compañías en este sector consideran la implementación de esta tecnología a su compañía (Corkery & Popper, 2018).

3.2. Marco Teórico

Blockchain

A continuación, se hablará en detalle del funcionamiento y las características más importantes de la tecnología Blockchain. Finalmente se introducirán las tecnologías soporte que configuran todo el ecosistema en que trabaja y procesa información el Blockchain.

Blockchain

La tecnología Blockchain se puede definir como un tipo de DLT (Distributed Ledger Technology). El término ledger hace referencia a lo que se conoce como el

libro contable de las empresas, en el cual se lleva el registro de cada una de las transacciones que se llevan a cabo. El Blockchain es eso, un método de almacenamiento de información o una base de datos descentralizada que te permite tener acceso a la información desde todas partes. Lo innovador radica en la palabra “distributed” que representa la característica diferencial de esta tecnología. A diferencia de un servicio de almacenamiento de base de datos centralizado en la nube, como lo es dropbox o google drive, la información que se almacena en un Blockchain esta descentralizada y no depende de un único servidor, sino de todos los actores o nodos involucrados. A su vez cada uno de estos nodos o partes involucradas en la red actúan como jueces a la hora de aprobar alguna modificación o adición de información al Blockchain. Por esta razón, el Blockchain es utilizado como base del funcionamiento de las criptomonedas, donde se almacena de forma segura la información de cada transacción que se realiza a nivel mundial y de igual forma, toda la información es verificada por t las partes involucradas en la red, según lo establecido en las pruebas de consenso, lo que la vuelve a prueba de manipulaciones y prácticamente imposible de hackear. Adicionalmente, muchos procesos dejan de ser realizados por humanos, para ser automatizados según el cumplimiento de requisitos especificados en el contrato inteligente. La forma en cómo se lleva a cabo una transacción de bitcoin es explicada en la ilustración 2.

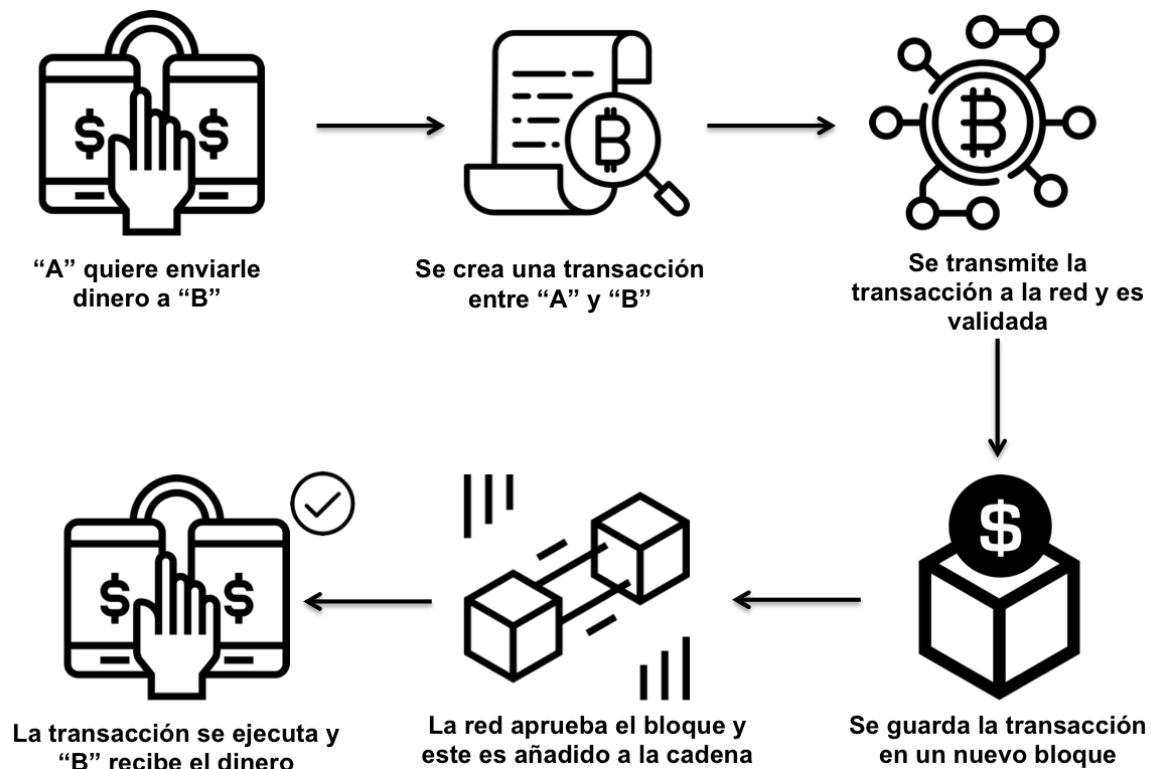


Ilustración 2; Transacción con Blockchain. Adaptado de Kucklehouse (2018)

La tecnología blockchain funciona bajo unos principios fundamentales (Dobrovnik, 2018) los cuales permiten entender por qué esta tecnología puede ser revolucionaria.

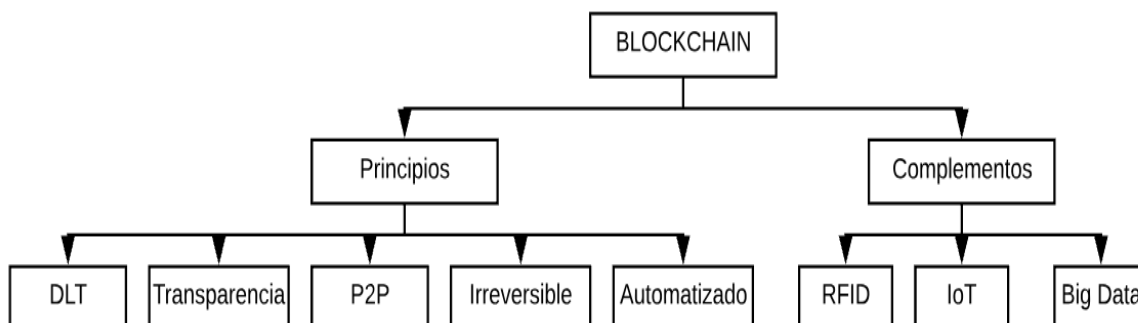


Ilustración 3; Adaptado de Dobrovnik (2018)

Como ya se mencionó, el Blockchain es en esencia un “libro contable” (DLT) donde se pueden llevar registros de todo tipo. Todos los actores involucrados pueden revisar estos registros y no están sujetos al control de un servidor particular.

Su funcionamiento se basa en una red “peer to peer” (que traduce literalmente de parte a parte o de igual a igual), en la cual todos los nodos pertenecientes a la red actúan como servidores y clientes a la misma vez (HKSAR, 2008). Por ejemplo, si una persona desea descargar en su computador un archivo de esta red, el archivo se descargará de múltiples servidores a la vez y no de uno solo como es lo habitual. Esto genera mayor seguridad, puesto que, si algún servidor llega a ser vulnerado y la información en este se pierde, la red no se verá afectada, gracias a las copias distribuidas en todos los nodos de la red.

La transparencia, es la característica que se debe a que cada miembro de la red puede acceder a la información con la seguridad de que lo que encuentre ahí es fiable y no ha sido manipulado. Por esto último, también se considera irreversible. Cada uno de los bloques en la cadena tiene un código que lo identifica el cual se conoce como “hash”. Cada uno de estos hashes viene determinado por el contenido del bloque y el hash del bloque inmediatamente anterior y el siguiente. Por esta razón, si el contenido de algún bloque llega a ser manipulado, se hará evidente en el cambio de hash de todos los bloques, haciendo que la información que se coloque ahí sea considerada inmutable sin el consentimiento de todas las partes involucradas.

Cada usuario posee dos claves criptográficas o hashes, que constan de caracteres numéricos o alfanuméricos, una clave privada secreta y una clave pública, que se pueden compartir con otros usuarios de la red. Las claves están relacionadas matemáticamente de tal manera que la información encriptada por una parte solo puede ser descifrada por su contraparte. El uso de la criptografía de

clave pública-privada garantiza la autenticación, lo que significa que una transacción es iniciada por la fuente de la que afirma ser, y la autorización, lo que significa que las acciones son realizadas por usuarios que tienen derecho a hacerlo. Por ejemplo, la red puede verificar la identidad del remitente, ya que solo la clave pública del remitente puede descifrar el mensaje original (cifrado y firmado digitalmente por la clave privada del remitente). Un mensaje procesado con la clave pública de uno solo, puede ser descifrado por el destinatario que tiene la clave privada secreta. Estas y otras características de comunicación estándar, como la validez de los datos y la seguridad, se logran en sistemas de cadena de bloques mediante el uso de la comunicación P2P y técnicas criptográficas avanzadas. (Andonia, 2019)

Por último, la automatización se deriva de la naturaleza digital del Blockchain, lo cual significa que las transacciones se pueden amarrar a una lógica computacional y puede, en esencia, ser programada. Por ejemplo, los usuarios pueden programar algoritmos y reglas para que las transacciones se realicen automáticamente entre nodos, como es el ejemplo de los “smart contracts” (Dobrovnik, 2018).

Para su completa operatividad, se complementa con las siguientes herramientas:

Big Data

Big data es crucial para la conexión del mundo físico al internet, ya que permite el manejo de la gran cantidad de datos generados por las tecnologías IoT, de una manera eficiente y organizada. En colaboración con la nube, Big Data acelera el proceso de síntesis y contextualización de los datos generados, lo que facilita la forma de determinar, actuar y comunicar nuevos conocimientos, según su fuente. Big data representa, no solo un avance significativo en la capacidad de capturar y procesar datos, sino también un progreso significativo en la capacidad de encontrar correlaciones entre estas nuevas y variadas fuentes de datos, así como análisis más sofisticados para aplicarlos (ICC, 2016).

Internet of Things (IoT)

IoT es la arquitectura de hardware y software que permite que todo tipo de dispositivos electrónicos y maquinas se comuniquen entre sí. Actualmente, se considera una de las tendencias tecnológicas con más rápido crecimiento y mayor impacto en la industria. en otras palabras, IoT es la conexión que permite el trabajo conjunto entre todos los dispositivos electrónicos. IoT conecta al mundo físico con el internet. McKinsey Global Institute aseguró que IoT es una de las tecnologías más revolucionarias en la industria, la cual posee un gran potencial económico, el impacto pronosticado para 2025-6 está en la escala de 2.7 a 6.2 trillones de dólares. Esta tecnología está transformando radicalmente como vivimos y trabajamos, con soluciones que conectan y monitorean la data recolectada en toda la cadena de suministro, siendo su aplicación flexible para cualquier sector comercial. Se estima que para 2025 las empresas que apliquen esta tecnología en sus procesos, obtengan un 10% más de beneficios y sus riesgos se vean reducidos drásticamente (ICC, 2016)

RFID

La tecnología RFID (Radio Frequency Identification) permite la identificación de un objeto y sus partes sin requerir una línea de visión, a comparación del código de barras. Las etiquetas RFID soportan una base de información única y más amplia del producto o mercancía de interés, lo cual hace posible la configuración de una identidad diferenciada de cada producto. La tecnología RFID es aplicable a cualquier tipo de producto e incluso puede monitorear factores ambientales, como la temperatura. Adicionalmente, los sistemas RFID pueden distinguir muchas etiquetas diferentes, sin importar que estén ubicadas en la misma área general, sin la necesidad de asistencia humana (Roy WANT, 2006).

Cada una de estas tres 3 tecnologías complementarias mencionadas cumplen un rol específico, en primer lugar la plataforma IoT con su arquitectura de hardware y software es la encargada de recolectar los datos generados en las transacciones y movimientos que tienen lugar en la cadena de suministros. Big data se encarga específicamente del procesamiento y gestión de los datos recolectados, con el fin de generar información relevante y de fácil acceso en el sistema, con la cual se toman decisiones estratégicas y operativas en la cadena de suministros. Finalmente, los códigos RFID facilitan la identificación de cada producto y pieza por parte de la plataforma IoT, lo que hace posible su rastreo en cada etapa de su trayecto en la cadena de suministros.

3.3. Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto

Mediante el presente trabajo se pretende facilitar la comprensión del funcionamiento, aplicación y ventajas del blockchain en la cadena de suministros. Adicionalmente se identificarán las etapas comunes envueltas en la aplicación del blockchain en las actividades de una empresa, teniendo en cuenta previamente un análisis que confirme si es razonable aplicar blockchain para el caso de interés.

Una vez entendido su funcionamiento, se propondrá la aplicación de la tecnología blockchain en la cadena de suministros de una empresa avícola en Colombia, la cual se encuentra soportada por una arquitectura de hardware IoT. Para esto es necesario hacer un estudio de casos de estudio previamente desarrollados y conocimientos teóricos compartidos por desarrolladores, con el fin de identificar las características clave que el blockchain propuesto debe considerar en su implementación en los procesos de transporte de la avícola, con el fin de mejorar el rendimiento, eficiencia y confiabilidad dentro de la cadena de suministro.

4. METODOLOGÍA

El método utilizado en este proyecto es de investigación cualitativa la cual seguirá la estructura del método de caso (Yin, 1998), analizando la información que se obtenga de casos de entidades que han realizado acercamientos a esta tecnología. Así mismo se tendrán en cuenta otras metodologías tomadas de fuentes académicas como Garzik (2017) y Perboli *et al.* (2018), quienes realizaron aportes relacionados a la aplicación de esta tecnología a las empresas.

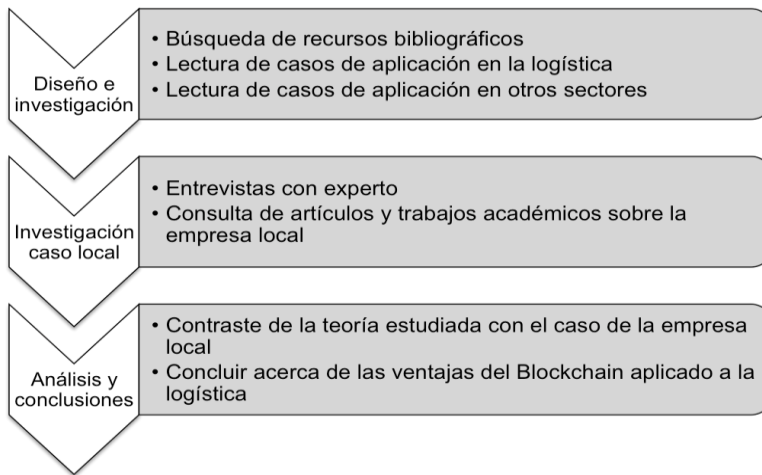


Ilustración 4; Metodología de trabajo. Fuente: Autores

La etapa inicial se basará en la búsqueda y recolección de recursos bibliográficos y estudios académicos que se hayan hecho sobre el blockchain y su aplicación en diferentes sectores, haciendo énfasis en la logística internacional. Para esto se recurrirá las bases de datos con las que cuenta la universidad Icesi y otros recursos bibliográficos gratuitos que se encuentren mediante buscadores académicos como google scholar. Una vez se tengan recursos suficientes, se procederá a sintetizar esta información para así filtrar lo que es más importante para el proyecto realizando un análisis bibliométrico.

Posteriormente se realiza una investigación de campo, donde se busca caracterizar la cadena de suministro de una de las avícolas más grandes del país. Se harán entrevistas con un antiguo gerente de la empresa transportadora de gránulos de la avícola en cuestión, con el cual se recolectarán datos de sus procesos y procedimientos con el objetivo final de lograr una caracterización completa de la cadena de suministro de esta empresa.

Finalmente se hará un contraste entre las entidades de la teoría estudiada y la empresa local con criterios de comparación establecidos. Con este contraste se busca identificar aspectos claves a tener en cuenta para la implementación del blockchain en una empresa y finalmente concluir acerca de las ventajas que puede tener la implementación de Blockchain en la empresa local.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1. Análisis bibliométrico

A continuación se presenta una tabla del análisis bibliométrico que se hizo de distintas fuentes académicas. El análisis se limita solamente a textos de este tipo pues son los que cuentan con más rigor investigativo. Así, el criterio de búsqueda fue encontrar textos en los que se discutieran las oportunidades que se tienen con el Blockchain en un sector específico o en general. La mayoría de los textos seleccionados corresponden a casos teóricos donde se estudian los efectos y las oportunidades de la adopción de esta tecnología al sector específico. Otros son estudios que se hacen sobre proyectos de implementación de Blockchain que tienen organizaciones.

Base de datos que se utilizaron: ScienceDirect, IEEE, Emeraldinsight, Biblioteca virtual Icesi.

Palabras clave: Blockchain study cases, Distributed ledger, Supply chain management.

Tabla 1. Fuente: Autores

Nombre del artículo	Autor	Año	Sector	Aporte
Bitcoin: A peer to peer electronic cash system	S. Nakamoto	2008	Aporte académico	Este es el documento original en el que Nakamoto muestra que es el bitcoin y como funciona. Dado que su base de funcionamiento es Blockchain, el autor muestra elementos de su funcionamiento importantes.
Trusting records: Is Blockchain technology the answer?	Lemieux	2016	Público	Estudio del caso Honduras, donde se tiene un proyecto para implementar Blockchain en el manejo de registros de tierras en el país, proceso que presenta una vulnerabilidad alta y se presta para fraudes.
A case study on business model innovations using Blockchain: focusing on financial institutions	Oh & Shong	2017	Financiero	Los autores nos muestran tres casos de bancos coreanos que utilizan o planean implementar Blockchain en algunas de sus operaciones y los resultados que han obtenido.
Blockchain in Telecom Sector: An Analysis of Potential Use Cases	Darmwal	2017	Telecom.	Análisis de los beneficios potenciales que pueden obtener los operadores de telecomunicaciones al implementar tecnología

				Blockchain. Entre los mas importante es el aumento de la seguridad en el registro de datos de llamadas y mayor automatización en la generación de las cuentas de usuarios.
The Supply Chain Has No Clothes: Technology Adoption of Blockchain for Supply Chain Transparency	Francisco & Swanson	2017	Logística (Teórico)	Se discute sobre como el Blockchain puede mejorar sustancialmente la transparencia actual de las cadenas de suministro. Así se puede satisfacer la exigencia creciente de los consumidores de saber de dónde viene exactamente y por qué ha pasado el producto que están consumiendo.
Using blockchain and Watson IoT to purchase, activate and track an object	Entrevistador: Karen Lewis Entrevistado: Joel Viale	2017	Logístico	Aplicación de BCT en el manejo de inventario en máquinas expendedoras de chip de rastreo de equipaje
Blockchains Everywhere - A Use-case of Blockchains in the Pharma Supply-Chain	Thomas Bocek, Bruno B. Rodrigues, Tim Strasser y Burkhard Stiller	2017	Logístico	Start up que mediante el uso de IoT y BCT monitorea y controla el ambiente (temperatura y humedad) durante el transporte de fármacos
Blockchain: What It Is, What It Does, and Why You Probably Don't Need One	D. Andolfatto	2018	Académico	El autor introduce el Blockchain y explica en términos generales como funciona y las oportunidades que se tienen con esta tecnología. Su conclusión va orientada hacia la preferencia de Blockchains públicos donde la información sea accesible para todo el mundo.
Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases	Perboli <i>et al.</i>	2018	Supply Chain	Se hace un estudio del caso de una empresa dedicada al e-commerce de alimentos frescos la cual comienza a implementar Blockchain junto con otros actores de su cadena de suministro. Según los resultados se hacen evidentes las mejoras en productividad y eficiencia para la empresa.
Blockchain for and in Logistics: What to Adopt and Where to Start	Dobrovnik <i>et al.</i>	2018	Logística (Teórico)	Los autores analizan las propiedades del Blockchain que le brindan una ventaja frente a los métodos actuales de operación en una cadena de suministro. Se habla de ventajas en seguridad de la información, transparencia de la

				información, trazabilidad del producto y reducción de costos de transacciones.
A Hypergraph-Based Blockchain Model and Application in Internet of Things-Enabled Smart Homes	Chao Qu, Ming Tao y Ruifen Yuan	2018	Smart home	Este artículo propone un modelo de blockchain basado en hypergraphs. Los objetivos de este modelo son reducir el consumo de almacenamiento y resolver los problemas de seguridad en los dispositivos IoT.
A model for blockchain-based Distributed electronic health records	Tiago Quaini, Alex Roehrs, Cristiano André da Costa, y Rodrigo da Rosa Righi	2018	Salud	Propuesta para el manejo y distribución de los registros médicos digitales de cada paciente
Blockchain in the built environment and construction industry: A systematic review, conceptual models and practical use cases	Li <i>et al.</i>	2019	Construcción	Análisis de posibles casos donde la utilización de Blockchain puede solucionar inconvenientes del sector. El primero es la automatización de pagos mediante Smart Contracts; el segundo es el garantizar el cumplimiento de regulaciones; y por el último la implementación de un modelo colaborativo del negocio.
Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities	Merlinda Andonia, Valentin Robua, David Flynn, Simone Abramb, Dale Geach, David Jenkins, Peter McCallum, Andrew Peacock	2019	Energetico	soluciones para la industria de la energía e informar al estado de la técnica mediante la revisión exhaustiva de la literatura y los casos de negocios actuales.

Tabla 2; Fuente: Autores

Sector	Número de artículos leídos
Académico	2
Telecom	1
Logístico	1
Construcción	3
Financiero	1
Publico	1

La mayoría de los textos coinciden en que actualmente hay un “hype” por la abundancia de textos que afirman que el Blockchain es la solución a gran cantidad

de problemas que existen actualmente en diferentes industrias, especialmente en el área logística. Es por esto, que un número considerable de compañías al rededor del mundo ha decidió invertir su capital en proyectos de investigación y desarrollo, destinados a la implementación del Blockchain en su modelo de negocio. Como se pudo observar en los casos anteriores, la flexibilidad de aplicación del blockchain es uno de sus mayores fortalezas, ha provocado un creciente interés alrededor de toda la industria, gobierno y academia por su adopción en sus actividades. Sin embargo casos como el de Honduras (Lemieux, 2016) y del KB Financial Group (Oh & Shong, 2017) nos muestran que el Blockchain no es necesariamente la cura de todos los males, resultado bastante interesante para comprender en detalle a naturaleza de esta nueva tecnología. Gracias a esto, se puede identificar que los dos primeros pasos en un proceso de estudio de implementación para una compañía son: en primero lugar realizar un barrido teórico de casos de estudio y segundo, realizar una prueba de consenso con un producto en específico y una cantidad de datos limitada.

A partir de la bibliografía analizada se encuentra que, se encuentra que el Blockchain parece ser un potenciador, de alta adaptabilidad, para las actividades y relaciones que posee cada compañía, puesto que facilita el manejo de datos y permite una retroalimentación en tiempo real. El sector financiero y el logístico ha sido los mas beneficiados por la implementación del blockchain en sus procesos, de hecho estos dos sectores han sido los primeros en implementar realmente el Blockchain en sus operaciones, lo cual les otorga una importante ventaja competitiva en el mercado.

Por un lado, los bancos e instituciones financieras se han interesado en esta tecnología por la seguridad que ofrece para el tratamiento de información y los registros de transacciones, debido a esto, instituciones financieras coreanas, por ejemplo, ven con buenos ojos la adopción del Blockchain, en vista de el potencial de mejora en el manejo actual de la información y su alta automatización (Oh & Shong, 2017). En cuanto a la logística, el trabajo conjunto de Maersk con IBM ha marcado un hito importante, juntos han creado Tradelens, esta plataforma fue construida a partir de un concepto descentralizado en base a Blockchain. Tradelens pretende unificar los sistemas de registros de transacciones y el manejo de la información acerca de los diferentes actores a lo largo de la cadena de suministro de esta naviera global, lo cual brinda ventajas importantes en cuanto a trazabilidad, seguridad y transparencia de la información (Tradelens, 2019).

Los artículos estudiados en el análisis bibliométrico evidenciaron dos puntos de convergencia en sus intereses alrededor la tecnología blockchain, Seguridad y Transparencia. En vista de esto, los textos fueron estudiados buscando resaltar las cualidades y retos del blockchain en estos dos criterios. Es importante entonces, conocer detalladamente que atributos del Blockchain hace que estos dos criterios sean su fuerte y su atractivo.

Seguridad: Los incidentes en la seguridad de la información hacen referencia a uno o varios eventos no deseados e inesperados que amenazan con dañar los activos de una organización o comprometer sus operaciones exigiendo una retribución, en su mayoría de los casos económica. (Bishop, 2017). La ocurrencia de, aunque sea uno de estos eventos indeseados, revela una posible brecha o falla en las políticas de seguridad de la información dentro del sistema de la compañía. Como ejemplo de estos eventos que amenazan la seguridad de la información están: fallos del sistema, inundaciones de paquetes, uso no autorizado de privilegios del sistema, acceso no autorizado a datos confidenciales y ejecución de programa maligno.

El Blockchain, al funcionar como una red P2P, garantiza la disponibilidad de la información, siempre y cuando al menos un nodo de la red esté funcionando. De esta forma previene pérdida de información como resultado de un servidor hackeado. Una ventaja comparativa frente a los sistemas de almacenamiento en la nube tradicionales debido a que su naturaleza centralizada, puesto que, al estar toda la información en un mismo servidor, es más alta la vulnerabilidad frente a ataques o pérdida de información. Así mismo, el proceso de encriptación de la información almacenada en los bloques y su interconectividad a partir de los hashes, hace prácticamente imposible cualquier intento de manipulación de la información y falsificación de la información.

Un caso de estudio exitoso en el desarrollo de un sistema de seguridad de la información a partir de la tecnología blockchain, es el sistema de seguridad de la información y gestión de eventos (SIEM 3.0). SIEM evolucionó desde la gestión de la seguridad de la información (SIM) y la gestión de los eventos de seguridad (SEM) (IBM Corporation, 2010). Los sistemas SIM proporcionaron almacenamiento a largo plazo en un repositorio centralizado, análisis de tendencias e informes automatizados basados en sus listas de registro.

Los sistemas SEM recolectaron eventos en tiempo real, realizaron su análisis casi en tiempo real, enviaron notificaciones y representaron información en las consolas de los operadores para tomar acciones defensivas rápidas. SEM fue orientado a la inmediatez y SIM al registro histórico. Las funciones clave de un sistema SIEM combinado son la recopilación de registros, la normalización, la correlación, la agregación y la generación de informes.

La recopilación de registros de eventos de IS de varias fuentes de intranet proporciona datos para análisis forense informáticos y ayuda a abordar los informes de cumplimiento. La normalización asigna mensajes de registro de numerosos sistemas a un modelo de datos común, lo que les permite conectarse y analizar eventos relacionados con la seguridad de la información a pesar de sus formatos de registro inicialmente diferentes. La correlación vincula los registros y los eventos de seguridad de la información de diferentes sistemas / aplicaciones, lo que acelera la detección y la respuesta. La agregación reduce el volumen de datos de eventos de seguridad de la información al consolidar registros

duplicados. La presentación de informes presenta estos datos agregados y correlacionados en monitoreo en tiempo real y resúmenes a largo plazo.

Los beneficios que brinda la tecnología blockchain al sistema SIEM 3.0 son las siguientes: Al registrar cada evento, proporciona una forma de usar un análisis en profundidad y verificar los patrones en miles de eventos en tiempo real. El Blockchain como sistema en red distribuido se caracteriza por la interoperabilidad, incluida la implementación de estándares internacionales aplicables (datos con los mismos fundamentos sintácticos y semánticos) y la interoperabilidad de las políticas. (las políticas y los procedimientos para el procesamiento de datos deben estar alineados, por lo que los nodos de procesamiento pueden confiar en que los tomadores de las decisiones finales sobre la mejora de la estrategia y las tácticas de seguridad, tratarán de manera integral toda la información disponible.

El Blockchain se actualiza automáticamente cada vez que ocurre un nuevo evento. Los nuevos bloques con información sobre nuevos eventos de seguridad de la información se envían al BC estrictamente de acuerdo con el momento de su aparición, uno por uno.

Prueba obligatoria de la identidad y autenticidad de la fuente de datos (solo las fuentes autorizadas y verificadas pueden transmitir los datos recopilados, sin anonimato). Como resultado, las partes (por ejemplo, los módulos analíticos, los administradores de seguridad de la información) pueden confiar en ello.

Transparencia

En la cadena de suministro, la trazabilidad del producto es la conexión de todos los procesos involucrados en la generación y distribución de bienes, desde la materia prima hasta los productos terminados y los consumidores al final. Los proveedores de productos y los minoristas suelen utilizar empresas de trazabilidad independientes certificadas por el gobierno para inspeccionar los productos a lo largo de la cadena de suministro. Si todo cumple con los requisitos y los estándares gubernamentales, la compañía emite certificados de inspección que verifican la calidad y originalidad de los productos. Se emplea un sistema de trazabilidad para exponer información relevante (por ejemplo, originalidad, ingrediente y ubicaciones) y emitir certificados. El sistema de trazabilidad permite a los usuarios rastrear productos durante la producción y distribución. En este contexto, la seguridad del sistema es importante para la rendición de cuentas y la información forense. El sistema de trazabilidad normalmente almacena información en bases de datos controladas por la compañía. Dicho almacenamiento de datos centralizado corre el riesgo de ser manipulado por la compañía y se convierte en un posible punto único de falla desde la perspectiva del sistema. (Xiwei Xu, Qinghua Lu, Yue Liu, Liming Zhu, Haonan Yao, Athanasios V. Vasilakos, 2018)

El Blockchain se actualizará cada vez que se adicione un nuevo bloque a la cadena y estos serán añadidos en orden cronológico. (Miloslavskaya, 2018). Para agregar nuevos bloques al Blockchain, un minero toma un evento pendiente de PEL (eventos pendientes), lo valida (por ejemplo, de qué fuente de datos y cuándo

vinieron), crean un nuevo bloque local conformado por uno o varios eventos y órdenes en el bloque. Una vez creado el bloque, todos los eventos de este bloque se confirman. Usando las marcas de tiempo de los eventos, el minero decide si este bloque se convertirá en el siguiente bloque en el blockchain y crea su hash único. Luego, el bloque se distribuye alrededor de la red del blockchain (es decir, se replica en todos sus nodos). Los actores / nodos de confianza tienen permiso para agregar bloques al Blockchain después de su verificación y corroboración de un nuevo bloque. Se pueden escribir en el blockchain en cualquier momento sin la necesidad un nodo centralizado de coordinación. todos estos nodos comprueban que el bloque sea correcto y lo agregan a su copia del blockchain. (Miloslavskaya, 2018)

los beneficios significativos de este enfoque son que, si un nodo está comprometido, los demás no lo están y existe un libro mayor compartido, que tiene un alto grado de transparencia para un análisis en profundidad de los incidentes de seguridad de la información, si es necesario más adelante. (Miloslavskaya, 2018)

El registro de eventos toma lugar en tiempo real (incluido, por ejemplo, intentos de acceso a datos relacionados con Seguridad de la Información, que afectan la seguridad del propio Blockchain) con un historial completo de eventos, que respalda la trazabilidad y la transparencia (este último también se aplica al mantenimiento de registros inmutables para cualquier evento que ocurra en la red protegida). (Miloslavskaya, 2018)

5.2. Casos de otros sectores

A continuación se presentarán casos de estudios adicionales, que aunque no están directamente relacionados con el sector logístico y la cadena de suministros, ayudan a obtener una visión más amplia de la tecnología blockchain y sus campos de aplicación.

Sector público: Caso Honduras y Factom

Honduras tiene desde hace ya varios años un problema muy grande en cuanto a la seguridad y los derechos de tenencia de la tierra, pues se han presentado múltiples casos de fraude de títulos de propiedad, ocasionando desalojos injustificados, invasiones, disputas y demás usos violentos e irracionales de la tierra (The Economist, 2015). La situación tan delicada ha desalentado la inversión en el país y ha generado una distribución de tierras desigual, contribuyendo a la inestabilidad social (USAID, 2010).

Debido a esto, en noviembre del 2015 el gobierno de Honduras decide acercarse a Factom, una Start Up estadounidense, con el fin de buscar una solución basada en tecnología Blockchain para resolver el problema del sistema de registro de tierras. Es un caso similar al de Colombia, donde en marzo de 2018 se comenzó

con un proyecto para la implementación de Blockchain en el proceso de restitución de tierras a víctimas del conflicto armado (El espectador, 2018).

Según Lemieux (2016), para pensar que una solución Blockchain puede realmente resolver el problema de registro de tierras de Honduras si este permite mantener la integridad de los datos. Esto significa, según los estándares de gestión de registros como ISO 15.489 (ISO 2001) y ARMA's Generally Accepted Recordkeeping Principles (ARMA International 2013), que los datos deben contar con tres características principales: confiabilidad, autenticidad y, para el caso de registros digitales, preservación digital de largo plazo. De acuerdo con Lemieux (2016), "Factom es en esencia una solución basada en Blockchain abierto al público que se apoya con el Blockchain del Bitcoin". Esto así pues lo que hace básicamente Factom es insertar un "ancla" en el Blockchain del Bitcoin generando un hash que se vincule un directorio de bloques donde guardan sus registros (Lemieux (2016).

Lemieux (2016) concluye que para el caso hondureño, el Blockchain de Factom, al estar construido y funcionar ligado directamente al Blockchain del Bitcoin, no garantiza la integridad de los datos pues no asegura su confiabilidad y muchas de sus características pueden afectar negativamente su autenticidad por las siguientes razones:

- El Bitcoin no es tan descentralizado como se cree, pues casi el 3% del poder de la red se concentra en las mineras de china (Franco 2015).
- La solución Factom no brinda confiabilidad a los registros de las tierras pues es posible aun que se hagan entradas erróneas y sin autorización de ciertos datos.
- Autenticidad. Vulnerabilidad de la información cuando esta pasa de un sistema a otro (Man-in-the-middle-attacks, MitMA), por la propiedad del Blockchain del Bitcoin de ser abierto al público.

Sector financiero:

En el caso de las instituciones financieras, los autores Oh y Shong (2017) ven el potencial del blockchain en su capacidad de eliminar la necesidad de intermediarios financieros para el registro de transacciones y manejo de bases de datos. Además, para transacciones internacionales, donde se ven involucradas numerosas instituciones y donde los clientes deben pagar altas cuotas de comisiones, se considera este otro ejemplo donde el Blockchain sería útil eliminando la necesidad de intermediarios (Davidson *et al.*, 2016).

Los siguientes casos son de bancos con sede en Corea del Sur, donde Oh y Shong (2017) dar a conocer los proyectos que estos tienen para implementar Blockchain en sus operaciones o en parte de ellas. JB Bank ofrece un servicio de fácil inicio de sesión basado en tecnología de "cadena de llave abierta" (Open Keychain) de Blockchain. KEB Hana Bank está utilizando Smart Contract, automatizando procesos de transacciones y autenticación de usuarios, lo que

esperan se vea reflejado en mayor eficiencia, reducción de costos y prevención de lavado de dinero. Así mismo, NH Bank está en proceso de implementación de un sistema de autenticación de huellas dactilares basado en Blockchain, lo cual eliminaría la necesidad de que los clientes deban realizar diferentes procesos de autenticación mientras realizan diferentes transacciones. Por otro lado el KB Financial Group desarrollo un servicio de transacciones internacionales con base en un Blockchain, sin embargo después de pruebas se determinó que el Blockchain no desempeñaba ningún rol determinante en este servicio y el proyecto fue cancelado (Oh & Shong 2017).

Para Oh y Shong (2017) el blockchain tiene el potencial de mejorar el actual manejo de información que se da en las instituciones financieras, así como brindar la oportunidad de integrar la base de datos de diferentes bancos, unificando esfuerzos y mejorando la experiencia del usuario.

UniRec: Electronic health record basado en Blockchain

De acuerdo con la Organización Internacional de Normalización (ISO), la HME puede definirse como un "depósito de información sobre el estado de salud de un sujeto de atención, en forma procesable por computadora" (ISO / TR 20514, 2005), que se mantiene durante toda la vida del paciente y se almacena en un repositorio seguro. La información contenida en los registros de cada paciente es compartida entre los distintos actores de la cada, como lo son clínicas, EPS, y demás instituciones de salud donde el paciente este llevando acabo su proceso médico. Durante esta acción, la seguridad y privacidad de la información del paciente se ve expuesta, lo cual puede conllevar a consecuencias legales para las instituciones de salud. Adicionalmente, por la naturaleza de los datos contenidos en estos formatos, esta información es de gran interés para los hackers debido a sus elevados precios en el mercado negro. Es por esto que se hace evidente la necesidad de un sistema de seguridad que asegure la trazabilidad de los datos y evite su corrupción.

El modelo UniRec (Unified Medical Records) presenta una solución para la integración y seguridad de la información médica distribuida en la red. UniRec está constituido por un P2P privado, el cual es compartido entre las diferentes organizaciones de salud como hospitales, clínicas y laboratorios, donde la información de cada paciente es almacenada y mantenida por cada institución. En esta red P2P encontramos la plataforma Blockchain Ethereum, la cual se encarga de compartir un archivo inmutable de cada EHR. La información de cada paciente es compartida entre cada actor de la cadena en la red P2P haciendo uso de IPFS (es un protocolo y una red diseñados para crear un método p2p (peer-to-peer) direccionable por contenido para almacenar y compartir hipermedia en un sistema de archivos distribuidos), donde se agrega una referencia al archivo en el blockchain a través de un IPFS URI, haciendo visible la información para cada una de las instituciones involucradas. (Tiago Quaini, 2018)

Para ver el contenido del EHR, otras organizaciones de atención médica deben solicitar acceso a su contenido. Esta solicitud se envía al Blockchain y debe ser aprobada por el paciente o por la organización de atención médica propietaria. Aunque la organización de atención médica propietaria tiene autonomía para otorgar acceso a otras instituciones, el paciente puede revocar el acceso a su EHR siempre que sea necesario. Cada vez que se aprueba una solicitud de acceso, la organización de atención médica propietaria genera una nueva versión criptográfica del EHR utilizando la clave pública de la organización solicitante y agrega esta nueva versión del EHR a la red P2P posteriormente, lo que permite a la organización solicitante ver el contenido de EHR. Además, IPFS puede detectar si el contenido de un EHR dado se ha modificado debido a su resistencia a la manipulación indebida, que es capaz de detectar cambios o daños, y haría que el identificador único del archivo no sea válido. (Tiago Quaini, 2018)

MODUM.IO AG

Desde el 1 de enero del 2016, una nueva regulación en el territorio de la Unión Europea establece que la temperatura de cada lote en distribución debe ser monitoreada en todo momento y reportar cualquier variación. Esto ha forzado a las farmacéuticas a integrar nuevos servicios logísticos que puedan brindar información en tiempo real acerca de las condiciones del ambiente en que se encuentra el lote de producto final. (Boceky, Rodrigues, Strasser, & Stiller, 2016)

La tecnología Blockchain proporciona un consenso descentralizado y confiable en el que todas las partes involucradas en el proceso pueden almacenar y acceder a los datos de los productos médicos durante el proceso logístico mediante el uso de los Smart contracts. La idea de los contratos inteligentes es tener un protocolo o código que represente un contrato que se ejecute de forma automática, haciendo obsoleta la necesidad una cláusula contractual y la inclusión de un tercero de confianza, ya que esta función puede ser suplida por el sistema de consenso proporcionado por blockchain. (Boceky, Rodrigues, Strasser, & Stiller, 2016)

Modum.io AG supervisa todos los datos necesarios durante el transporte de medicamentos mediante la combinación de sensores IoT (Internet of Things) con la tecnología blockchain. Tras la entrega, se ejecuta un contrato inteligente para garantizar el cumplimiento de la categoría de temperatura, estos resultados son accesibles al público y se informan al receptor y al distribuidor. Se prevé que en el futuro el cliente también pueda verificar las temperaturas del lote en que se produjo el medicamento que esta consumiendo. (Boceky, Rodrigues, Strasser, & Stiller, 2016)

Brooklyn Microgrid

Brooklyn MicroGrid es una plataforma de comercio de energía P2P basada en blockchain, la cual está administrada por Transactive Grid, una asociación

conformada por LO3 Energy, Consensys, Siemens y Centrica. La microred está ubicada en las comunidades de Gowanus y Park Slope en Brooklyn, Nueva York.

Los prosumidores (productor y consumidor a la vez) pueden vender su excedente de energía directamente a sus vecinos mediante el uso de Smart contracts contruidos a partir de Ethereum y el consenso PBFT, el cual se enfoca en asegurar el correcto funcionamiento de cada nodo, implementado por Tendermint. El excedente de energía se mide con medidores inteligentes especialmente diseñados que pueden manejar mediciones y datos de energía física, y transformarlos secuencialmente en tokens de energía equivalentes que se pueden comercializar en el mercado local. Los tokens indican que se generó una cierta cantidad de energía a partir de los paneles solares y se puede transferir desde la billetera del medidor inteligente de un prosumidor a los consumidores mediante el uso de la tecnología blockchain. La plataforma muestra a sus usuarios precios de energía específicos para la ubicación y en tiempo real. (Andonia, et al., 2019)

El blockchain registra además de los términos del contrato, las partes en transacción, los volúmenes de energía inyectada y consumida según lo medido por los dispositivos de medición y, de manera crucial, el orden cronológico de las transacciones. (Andonia, et al., 2019)

Más de 300 casas y pequeñas empresas, incluyendo alrededor de 50 prosumidores fotovoltaicos y un pequeño generador de turbina eólica, han firmado para la siguiente fase de desarrollo, que apunta a lograr transacciones totalmente automatizadas. Los miembros de la Microgrid podrán en el futuro no solo para decidir a quién comprar o vender energía según sus preferencias de precio, pero también según otros criterios que reflejen sus valores ambientales o sociales. (Bruno, 2017)

Se debe tener en cuenta que los participantes del mercado no necesariamente tienen que estar físicamente conectados. Las Microgrid virtuales son el control agregado de los múltiples productores de energía, prosumidores y consumidores en una comunidad virtual. Al expandir una Microgrid física para incluir participantes virtuales, su potencial de ingresos puede aumentar sustancialmente (Andonia, et al., 2019)

Un desafío técnico de los sistemas de comercio de electricidad P2P desde la perspectiva de la administración de una red, es que cada nodo debe responder a las condiciones de la red, los precios, la oferta y la demanda, esto significa que se podría requerir que los consumidores individuales proporcionen pronósticos de demanda para uso por parte del operador del sistema, de manera similar a las operaciones actuales del mercado de electricidad. (Andonia, et al., 2019)

OriginChain

Esta plataforma proporciona datos de trazabilidad transparentes a prueba de manipulación indebida con alta disponibilidad y permite la comprobación y

adaptación automatizadas del cumplimiento normativo en escenarios de trazabilidad de productos. El motivo principal para la creación de esta forma, además de realizar un aporte al conocimiento de esta tecnología, es la necesidad de una solución que permita garantizar la calidad de los productos durante su transporte. Hasta el momento, sus servicios de trazabilidad han sido utilizados por cientos de proveedores de productos y minoristas para administrar sus productos, y millones de consumidores de productos para acceder a la información de trazabilidad. Cada uno de los proveedores de productos tiene un promedio de aproximadamente 20 productos en el sistema. La granularidad de la información de trazabilidad es bastante grande, ya que corresponde a los paquetes de productos en lugar del producto individual. (Xu, Lu, Liu, Zhu, & Yao, 2018)

Hay tres tipos de usuarios en originChain, incluidos los usuarios del servicio, los proveedores de trazabilidad y los administradores del blockchain. Los usuarios del servicio pueden ser proveedores de productos, minoristas o consumidores. Los proveedores de productos utilizan el módulo de Gestión de Empresas y Productos para gestionar la información y los productos de su empresa. Los minoristas de productos y los consumidores verifican la calidad y la información de origen de los productos a través del front-end de originChain. Los proveedores solicitan los servicios de trazabilidad a través del sistema y solicitan recibir certificados como prueba del cumplimiento de la regulación de trazabilidad. (Andonia, et al., 2019)

Dichos certificados también muestran la calidad y el origen de sus productos para los minoristas/consumidores. La compañía de trazabilidad ofrece diversos servicios de trazabilidad, incluidos el examen de fábrica, el análisis de muestras, la verificación de productos, la supervisión de carga en sitio o el sellado. La compañía de trazabilidad usa el módulo Sample Test Management para administrar los resultados de las pruebas de muestra y usa el módulo de Trazabilidad Management para administrar la información de trazabilidad, los certificados y las fotos en el sitio. Los administradores del Blockchain usan el módulo de Gestión de Smart Contracts para generar e implementar contratos Smart Contracts, y mediante el módulo de Control de Permisos se controlan los permisos de los Smart contracts. (Andonia, et al., 2019)

Discusión de casos:

Los resúmenes de cada caso de estudio presentados demuestra la alta flexibilidad de la tecnología blockchain y su aplicabilidad a la cadena de suministros en múltiples disciplinas. su variabilidad depende de la necesidad de cada compañía y la naturaleza de las transacciones que se desea asegurar y rastrear. Todos estos casos comparten en común la utilización de IoT para la automatización de procesos y aumentar la eficiencia del intercambio de información en tiempo real. Debido a la naturaleza de las plataformas IoT, su principal reto es asegurar la no manipulación ni corrupción de la información en su transferencia entre los distintos dispositivos de la red, estos dispositivos y sensores que recolectan la información son en su mayoría de baja complejidad, puesto que su capacidad de

almacenamiento y seguridad es limitada, lo que ocasiona que cada uno de estos nodos sea un posible punto de manipulación. La tecnología blockchain representa una posible solución y potenciador para las limitaciones de las plataformas IoT, Gracias a la naturaleza de su funcionamiento, donde además de encriptar las informaciones en bloques dentro de una red descentralizada, cada transacción es registrada y validada para asegurar su transparencia y confiabilidad.

La tecnología blockchain representa un potenciador para las plataformas IoT puesto que habilitan el acceso a la información de una manera segura a los distintos actores de la cadena en tiempo real, como lo muestra el caso de estudio UniRec para los registros médicos (EHR), donde la información de cada paciente puede ser consultada por las instituciones involucradas en su servicio de salud, siempre y cuando el paciente autorice el acceso a su información.

Ahora bien, se ha visto que hay casos donde la aplicación de un Blockchain podría no dar los resultados y soluciones esperadas. El caso de Honduras hace evidente la necesidad de establecer ciertas pautas previas a la decisión de implementar esta tecnología en un determinado proceso. Teniendo en cuenta las necesidades que se tengan y la naturaleza del proceso se debe establecer la naturaleza del Blockchain que se deba utilizar, bien sea abierto al público o de acceso restringido. Por ejemplo, para el caso hondureño resulta mas adecuado una propuesta de un Blockchain privado en lugar de la pública la cual se propone con la empresa Factom. Sin embargo autores como Andolfatto (2018) argumentan que el mayor beneficio que se puede obtener del Blockchain es la transparencia con todas las partes interesadas, por lo que concluye que el Blockchain público es lo realmente revolucionario. No obstante como se ve en el texto de Lemieux (2016) es importante tener en cuenta las posibles afectaciones de seguridad y privacidad que pueden tener Blockchain de llave abierta al público.

Son varias las incógnitas que quedan con respecto a la implementación de esta tecnología en X o Y cadena de suministro. La mayoría de los casos de aplicación que se encuentran bien son proyectos o están en una etapa demasiado pronta como para sacar conclusiones acerca de los beneficios que trae la aplicación de Blockchain a un determinado proceso. Aun así, son varios los artículos que afirman que esta tecnología revolucionará la forma en cómo se realiza la gestión de la cadena de suministro (SCM) por las propiedades intrínsecas de esta, tales como la descentralización de la información, transparencia y seguridad. Perboli *et al.* (2018) publicó un caso real de aplicación de Blockchain a la cadena de suministro de una empresa dedicada al e-commerce de alimentos frescos ubicada en Europa. Los resultados para este caso específico son consistentes, pues permiten ver mejoras en cuanto a eficiencia a un costo aceptable para el nivel de mejoramiento (Perboli, 2018).

Es evidente, después de analizar estos textos, que la implementación de Blockchain supone una mejora sustancial en la forma como se mueve la economía a nivel mundial. Sin embargo, para cualquier entidad interesada en adoptar esta

tecnología quedan dos grandes incógnitas sin resolver en cuanto a lo que respecta la adopción de esta tecnología a casos específicos:

- Es el Blockchain la solución adecuada para los problemas de mi empresa/organización?
- Es el momento indicado de implementar esta solución?

Para resolver la primera incógnita se debe hacer un estudio detallado del caso específico al que se quiera aplicar Blockchain dependiendo de las necesidades que se tengan. Uno de los aportes que se pretende dar con este trabajo es precisamente mediante un caso de estudio específico dar un ejemplo de que se debería tener en cuenta y como se debe realizar el estudio. En cuanto a la segunda incógnita será tratada más adelante teniendo en consideración otros casos de aplicación.

5.3. Casos de Blockchain en la cadena de suministro

Es importante realizar un análisis más detallado de los casos de aplicación del sector de interés. Si bien se tiene información de que son muchas las iniciativas que hay actualmente a nivel global y otras que ya están haciendo uso de Blockchain (caso Walmart), se analizarán los dos casos encontrados mejor documentados. El primero es el caso de una empresa europea dedicada al e-commerce de alimentos y el segundo es el caso más sonado a nivel mundial que corresponde Maersk y su plataforma Tradelens.

Caso empresa de alimentos

Este es un caso de una empresa de alimentos con sede en Europa con la cual los autores (Perboli *et al.*, 2018) deciden diseñar un caso de aplicación de tecnología Blockchain implementándola en su cadena de suministro, obteniendo resultados muy buenos de este proceso.

La empresa en cuestión se dedica a la venta al detal de alimentos frescos por medio de internet. La empresa cuenta con diez bodegas y tres centros de distribución a lo largo del continente y proveedores situados alrededor de todo el mundo.

Las operaciones comienzan con la confirmación de la orden de producto (PO) puesta por la empresa a sus proveedores. Una vez el proveedor confirma la orden, en cuanto a cantidad y fecha de entrega, un transportador (propio o contratado) se encarga de recoger el producto. Dependiendo del PO se fija el centro de distribución o bodega a la que se va a entregar el envío. Se crea un ASN (Advance Shipment Notice) el cual es un documento EDI (Electronic Data Interchange) que contiene datos sobre el envío. Las bodegas son pequeñas y por lo tanto tienen un espacio limitado para la recepción de camiones de carga, por lo que el transportador debe solicitar y separar un espacio para la entrega del producto. Una vez llega el producto al almacén, se llevan a cabo labores como el

descargue del producto, escanear códigos de barras del envío, firma de documentos de envío como el Bill of Lading y ubicación del producto en el almacén.

Teniendo en cuenta estas operaciones los autores ven oportunidades de mejora en diferentes partes de la cadena de suministro. Los problemas que se pueden mejorar son: información de cantidades imprecisa, demoras a causa de tráfico, trámites aduaneros, clima, etc.) e información errónea o imprecisa acerca de los productos en tránsito.

Para el diseño de la solución, los autores recurren a la metodología GUEST (Go, Uniform, Evaluate, Solve, Test) la cual fue diseñada por un grupo de investigadores del politécnico de Torino, Italia, y busca dar a las empresas un marco de referencia innovador para la administración del negocio y con el fin de mejorar la eficiencia y la calidad de las compañías.

La primera parte de la metodología consiste en identificar los principales actores de la cadena de suministro, sus funciones, ganancias y dolencias (Jobs, pains and gains). Esto hace referencia al papel que desempeñan en la cadena de suministro, como generan valor en esta y cuáles son los problemas a los que se enfrentan frecuentemente. Siendo así, los autores identifican cuatro actores principales:

- Productor / Proveedor
- Administrador de bodegas y CEDI's
- Transportador
- Usuario final

Teniendo en cuenta los actores y sus funciones, el siguiente paso fue identificar los mayores "pains" o problemas que tenían cada uno de estos. En la ilustración 4 se muestran los diferentes problemas que identificaron los autores y la solución que obtendrían al implementar Blockchain.

Habiendo identificado los problemas y cada actor, los autores procedieron a realizar el Canvas que se compone de nueve secciones diferentes que son:

- **Tomadores de decisiones:** actor que toma la iniciativa en la implementación de la solución propuesta.
- **Restricciones:** Acciones necesarias para implementar la solución
- **Decisiones:** Decisiones necesarias para implementar la solución
- **Información y recursos:** Fuentes de información por las cuales se toma la decisión de implementación
- **Relación cliente/empresa:** Relación entre la empresa que toma la decisión y el usuario final del producto
- **Usuarios:** Actores involucrados en la solución. Los que adoptarían la tecnología.
- **Canales:** Canales de comunicación entre los usuarios y mediante los cuales será implementada la solución
- **Objetivos:** Los objetivos que se esperan alcanzar con la implementación de la solución

- **Costos:** Costos de implementar la solución y costos de no implementar la solución

Para la implementación de Blockchain en la empresa de alimentos, se decide acudir a la solución “Hyperledger Fabric” brindada por AWS Cloud de Amazon. Se pretende con esto aumentar la eficiencia y reducir costos. Más allá, se espera que el tener una mayor visibilidad de la cadena de suministro beneficie a los demás actores del negocio por igual. Para este fin, los requerimientos para el funcionamiento de esta tecnología son:

- Crear una red de productores, proveedores, distribuidores, certificadores y minoristas finales
- Rastrear lotes a lo largo de toda la cadena de suministro para crear el “libro” de registro digital de los productos
- Monitorear y certificar el cumplimiento de regulaciones en términos de fechas de vencimiento y certificados de calidad
- Monitorear y certificar el cumplimiento de requerimientos específicos a lo largo de la cadena de suministro

Es importante mencionar que debido a algunas limitaciones actuales de los servicios de Blockchain, no se puede ingresar toda la información relacionada al proceso a la red. Los datos almacenados en el Blockchain son los que son relevantes desde un punto de vista legal, para la creación automática de documentos oficiales con Smart Contracts y la certificación del cumplimiento de las regulaciones en la cadena de frío. Los datos restantes seguirán siendo almacenados en los sistemas con los que venían funcionando las empresas.

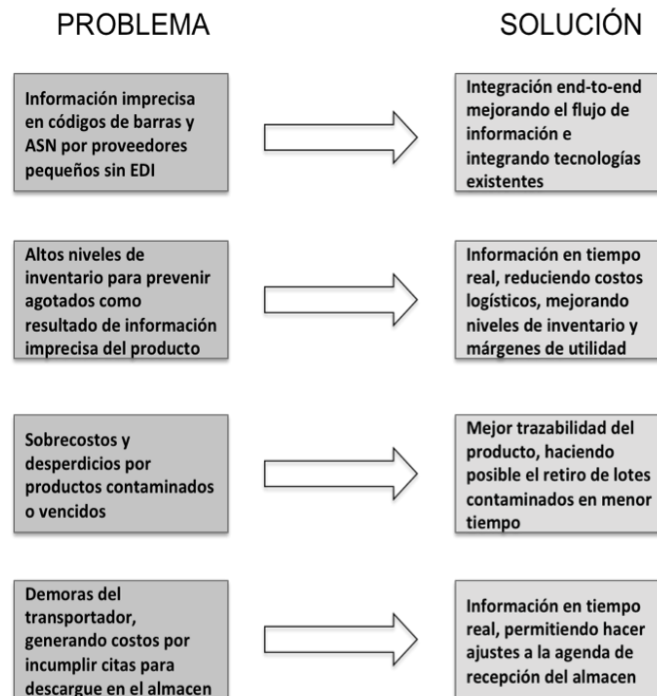


Ilustración 5; Adaptado de Perboli *et al.* (2018).

En una segunda fase se espera una migración total de la información al Blockchain. Sin embargo, esto aún está lejos de suceder debido a lo mencionado anteriormente con respecto al desempeño de las soluciones actuales de Blockchain que se ofrecen.

La decisión de implementar “Hyperledger Fabric” viene dada por la facilidad de integrar sistemas de análisis de datos, al igual que la compatibilidad con la red existente de sensores monitoreando las flotas de camiones.

Finalmente los autores presentan los resultados obtenidos de esta aplicación tras 4 meses de trabajo en el proyecto (Resultados se muestran en cifras mensuales). En cuanto a la aplicación del Blockchain como tal se obtuvo una reducción de costos considerable en lo que se refiere a costos de sacar productos contaminados al mercado, pasando de más de un millón de euros a solo 600 mil. Así mismo se demostró que el costo de implementación es altamente sostenible si se compara con los ahorros generados y los beneficios obtenidos. Para este caso de implementación, la compañía necesitó de un equipo interno de expertos en sistemas compuesto por tres técnicos expertos y dos Project managers.

Tabla 3; Resultados caso empresa de alimentos (Valores en miles de Euros)

Costos	Valor	Ahorros	Valor
Equipo de Soporte	130	Eficiencia	45
Plataforma BC	240	Desperdicio de bienes	450
Total	370		495

Los ahorros se obtienen de un aumento en la eficiencia dado por 850 horas de trabajo ahorradas por la optimización de las operaciones, la transferencia de dos operarios a un área distinta y el aumento de la precisión en los datos entrantes. Los principales ahorros se dan por la reducción en desperdicios de bienes, lo que resulta en menos gastos en procesos de recogida de productos defectuosos gracias a un mejor manejo de la información para la identificación de posibles malas condiciones para el almacenamiento de productos.

De las conclusiones importantes que dejan los autores, se resalta la necesidad de modelamiento y planeación de la implementación de esta tecnología. No resulta viable para las empresas integrar toda la información con la plataforma Blockchain. Por el contrario, se necesita aun el servicio de los diferentes sistemas tradicionales que venían utilizando las empresas (ERP’s, EDI). Es importante entonces decidir qué tipo de información es la que se debe migrar a la plataforma Blockchain. En este caso, a pesar de que los autores quisieron que toda la información proveniente de la red IoT de las empresas, los actores decidieron después almacenar en el Blockchain únicamente la información relacionada a la seguridad del producto (Perboli *et al.*, 2018).

Caso Tradelens

En Agosto de 2018, el gigante del transporte marítimo Maersk en alianza con IBM anunciaron el lanzamiento de la plataforma Tradelens basada en Blockchain, la cual venían desarrollando de manera conjunta desde hace algún tiempo. Maersk, empresa que opera en cerca de 130 países y emplea alrededor de 76.000 personas alrededor de todo el mundo, pretende con esta plataforma empoderar a múltiples actores de la cadena de suministro global para compartir información y colaborar de manera segura para así lograr procesos mas eficientes.

Actualmente son mas de 94 organizaciones que están participando activamente de la solución, la cual es formalmente denominada por las empresas como GTD (Digitalización del Comercio Global por sus siglas en ingles). Estos participantes activos incluyen mas de 20 operadores portuarios alrededor de todo el mundo, navieras como Pacific International Lines, autoridades aduaneras de Holanda, Arabia Saudita, Singapur, Australia y Peru junto con operadores logísticos como Ransa y Guler & Dinamik, propietarios de carga como Torre Blanca / Camposol y Umit Bisclet y otros transportadores y empresas de logística terrestre (IBM, 2018).

Entre los beneficios que se pretenden con esta plataforma están:

- Una plataforma abierta, neutral y distribuida bajo el funcionamiento de la tecnología Blockchain.
- Compartir documentos y datos bajo una estructura de control común
- Participantes del ecosistema ingresan a la plataforma mediante API's

Así mismo la plataforma funciona bajo los siguientes principios:

- **Registro compartido en toda la red del negocio:** La red de participantes mantiene un registro único y distribuido con copias de los documentos importantes, eventos relevantes de la cadena de suministro, estado de aprobación con autoridades e historial completo de los procesos. Cada registro, evento o cambio resultando en un nuevo bloque seguro e inmutable.
- **Smart Contract:** Procesos inter-organizacionales, tales como contratos de compraventa, manifiestos de importación y exportación son pre-programados en el Blockchain de forma tal que se ejecuten automáticamente cuando se cumplan los requisitos dispuestos por las empresas involucradas, previniendo así que algún miembro afecte la lógica del negocio.
- **Privacidad:** Mediante criptografía se habilita el acceso bajo permisos para que solamente las partes involucradas en un evento específico puedan ingresar, editar y aprobar datos relacionados. De esta forma se asegura la visibilidad adecuada manteniendo transacciones seguras, auténticas y verificadas.
- **Confianza:** Las transacciones son verificadas y aprobadas por las partes interesadas. Un registro completo se mantiene en el Blockchain (Tradelens, 2018).

Para ilustrar el funcionamiento de la plataforma y el flujo de información que se maneja se toma el siguiente ejemplo: La empresa A y B hacen un acuerdo de compraventa para el envío de una mercancía desde Estados Unidos a España. El contrato de compraventa se programa en la plataforma y se ejecuta automáticamente una vez se hayan cumplido requisitos por parte de ambas organizaciones, tales como el pago o certificación de la calidad y la cantidad del envío mediante una empresa certificadora. *i.e.* Bureau Veritas.

El registro de eventos comienza una vez se cumplan estas condiciones con el seguimiento del contenedor o contenedores asignados al envío. Se lleva registro tanto de los contenedores como de la mercancía enviada, incluso si esta va separada en distintos contenedores y mezclada con otros envíos. Mediante tecnología EDI, los sistemas de información vigentes de las organizaciones y la implementación de API's se mantiene actualizada la plataforma en cuanto a los eventos que conciernen al envío. Documentos tales como el bill of lading, certificado de origen, declaración de carga e instrucciones de envío son automáticamente subidas a Tradelens, dando acceso exclusivo a las partes interesadas en cada documento.

La empresa transportadora recoge los contenedores y escanea los identificadores de los contenedores y los productos. Así mismo se le asigna un número de tracking al envío el cual debe ser único a nivel mundial. Una vez la carga llega al puerto de salida, la documentación correspondiente es revisada por las autoridades aduaneras asegurándose que todo este en orden. La transportadora hace entrega del envío al operador portuario, quien se encarga del tránsito del contenedor en el puerto hasta su entrega a la naviera.

Mientras se encuentra en tránsito marítimo, condiciones de almacenamiento tal como la temperatura, puede ser vista por las empresas A y B en ambos extremos de la cadena. Se hace un registro periódico de las condiciones de este. Así mismo se conoce con exactitud su ubicación y el tiempo de tránsito estimado. Una vez llega al puerto destino, se realiza el mismo proceso de forma inversa, pasando por los operadores portuarios, autoridades aduaneras, operadores logísticos y finalmente la empresa cliente o empresa B. En cada una de estas diferentes etapas, todos los eventos son clasificados según su tipo y su relevancia y son registrados en la plataforma Tradelens, a la cual las empresas pueden acceder cuando lo deseen para obtener actualizaciones sobre el envío en tiempo real.

Mediante una mejor visibilidad de la cadena de suministro y la implementación de medios de comunicación más eficientes, se estimó con una prueba de 12 meses de la plataforma que el tiempo de tránsito de un envío en los Estados Unidos se puede reducir en un 40%. De igual forma, más de 154 millones de eventos de envío (SE) han sido capturados por la plataforma, creciendo a una tasa de cerca de un millón de eventos por día (IBM, 2018).

Discusión de casos:

Ambos casos dejan conclusiones importantes acerca de la adopción del Blockchain en las operaciones de una cadena de suministros. En el caso aplicado de la empresa de alimentos se pueden observar resultados reales y consistentes sobre los beneficios que trae la implementación de esta tecnología en términos de mejora de eficiencia y reducción de costos. Ambos aspectos de suma importancia para mantener la competitividad de las empresas en el mundo de hoy. Sin embargo se debe tener en cuenta el comentario de los autores, los cuales recomiendan realizar un análisis riguroso para el proceso de planeación y diseño de la solución que permita esclarecer los datos y sistemas que deben integrarse al Blockchain para obtener los resultados esperados.

Perboli *et al.* (2018) concluye que no es razonable reemplazar todo los sistemas que se venían utilizando en la empresa con el Blockchain, debido a la integración con los procesos de las otras empresas y la voluntad de estas de compartir esa información. Esto nos permite concluir en parte que pensar en un reemplazo absoluto de los sistemas de manejo de datos por Blockchain no es viable por lo menos en el corto plazo. Se hace necesario un proceso de adopción de esta tecnología a la vez que una mayor voluntad por parte de las empresas de compartir su información y ser tener mayor transparencia en sus procesos.

Así mismo se espera que la escalabilidad de las soluciones actuales de Blockchain mejore, pues actualmente estos son capaces de procesar un máximo aproximado de 3500 transacciones por segundo, mientras que los sistemas actuales como los de tarjetas de crédito Visa, son capaces de procesar hasta 56000 transacciones por segundo (Perboli *et al.*, 2018).

En el caso tradelens, se debe tener en cuenta que gran parte de la información recolectada en cuanto a esta plataforma viene de fuentes propias de los desarrolladores y que realmente no hay una fuente académica que se haya puesto en la tarea de analizar imparcialmente el funcionamiento de esta solución. De igual forma la plataforma lleva solo seis meses de funcionamiento y se encuentra en sus primeras etapas, por lo cual concluir acerca de su aptitud y conveniencia no es apropiado. Sin embargo se pueden esperar grandes resultados a largo plazo de un proyecto tan ambicioso como este, aunque algunas fuentes critiquen el optimismo que se maneja sobre todo al decir que se puede reducir el tiempo de tránsito de un envío hasta un 40% (Journal of Commerce, 2018).

Más allá de eso, Maersk e IBM destacan a Tradelens como un avance revolucionario por su capacidad de **integrar** los diferentes actores de la cadena de suministro, dándoles acceso a información relevante en **tiempo real** que permita agilizar la toma de decisiones ante sucesos no previstos, facilitando una logística más eficiente a lo largo de toda la cadena de suministro.

5.4. Caso de cadena de suministro local

A continuación se hará la descripción y análisis de la cadena de suministro de una de las avícolas más grandes del país. La empresa, originaria de la ciudad de Cali, producía para el 2016 cerca de 27.000 toneladas de pollo al año generando más de \$700 mil millones de pesos en ventas, siendo la segunda avícola más grande del país y una de las empresas más grandes de Colombia (Benavidez *et al.*, 2017).

Toda la información que se muestra a continuación se toma de entrevistas que se tuvo con el señor Alain Gutiérrez, quien trabajó por más de cinco años como gerente general de la empresa transportadora de esta cadena de suministro y que se encargaba de las operaciones logísticas de abastecimiento de la empresa caso de estudio.

El proceso comienza con la generación de un contrato de compraventa por parte de la avícola al proveedor de macro nutrientes para la elaboración del alimento balanceado de los pollos. Este proveedor, ubicado en EEUU, recibe la orden y da la confirmación, generando el pedido y despachándolo dentro de los siguientes 30 a 60 días. Antes de ser despachado desde Chicago o Nueva Orleans, una empresa certificadora verifica que el producto este bien en cantidad y calidad tal como lo especifica el contrato de compraventa. Dependiendo del pedido, este puede ser de entre 30 mil y 60 mil toneladas y toma alrededor de 12 días en llegar al puerto de Buenaventura.

Una vez en el puerto, la carga es pasada a unas bodegas donde se mantendrá hasta que se haya realizado el respectivo proceso de nacionalización con los agentes aduanales y se hayan cancelado los impuestos. En ocasiones, se hacen arreglos con las autoridades para poder sacar la mercancía y pagar los impuestos a un plazo de 30 días, por lo cual se genera un DTA (Documento en Tránsito Aduanero) para que la carga pueda transitar en territorio nacional sin problemas.

La materia prima para el alimento es llevada en camiones de la transportadora de la avícola a su sitio de preparación en Cavasa, Candelaria, Valle del Cauca donde diariamente se están produciendo entre 800 y 1000 toneladas de alimento el cual será suministrado a las aves. En este proceso, la transportadora es responsable de generar un manifiesto de carga en el cual contiene las diferentes características del producto que transportan (Peso, tipo de producto). Este alimento es transportado diariamente en camiones graneleros a las diferentes granjas con las que cuenta la empresa distribuidas en el departamento. En total son 220. Tras 40 días de engorde, Los pollos son transportados a la planta de beneficio en Candelaria, donde son procesados y clasificados según los distintos productos de la empresa.

Finalmente, los productos son entregados, bien sea a grandes clientes (como cadenas de supermercados) o llevados a alguno de los centros de distribución ubicados en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Neiva.

Diseño del caso:

Para comenzar se deben identificar los actores más importantes que intervienen a lo largo de esta cadena de suministro, así como sus funciones y sus “dolencias” o problemas que experimentan con su actual forma de funcionar. Siendo así los actores más importantes identificados son:

- **Proveedores:** Empresas productoras de Maíz, Soya, Vitaminas y demás ingredientes utilizados para la producción del alimento balanceado para aves. Su principal preocupación debe ser la calidad de sus productos, pues esta es esencial para la buena salud y engorde del pollo.
- **Naviera:** La empresa encargada de transportar la materia prima desde el origen hasta Buenaventura. En esta parte los macro ingredientes pueden estar expuestos a condiciones difíciles de almacenamiento pues se pueden ver afectados por la humedad y el viento.
- **Operadores portuarios:** Empresas encargadas de descargar los buques y almacenar las materias primas en el puerto.
- **Agentes aduanales:** Encargados de la nacionalización del producto y cobro de los demás impuestos y aranceles. Su principal preocupación es el contrabando por lo tanto están muy atentos a revisar adecuadamente la carga y su procedencia.
- **Transportadora:** La empresa encargada de movilizar la carga terrestre. Desde la recogida en el puerto hasta el transporte de los pollos a las plantas de beneficio. Para el transporte de producto terminado la empresa productora utiliza camiones propios y no necesita a la transportadora. Su principal preocupación es el cumplimiento de las entregas en tiempo y cantidad.
- **Productora/Avícola:** Encargada de la transformación del producto y la encargada de su distribución. Estos cuentan además con transporte propio para la distribución del producto terminado y varios centros de distribución en todo el país. Su mayor preocupación es la correcta conservación del producto final en la cadena de frío. Otra preocupación adicional es la calidad de la fabricación del alimento balanceado de la cual ellos mismos se encargan.
- **Clientes:** Ya sean supermercados o el cliente final, ambos se benefician del producto final y se preocupan por su calidad.

En general, al tratarse de una carga de granos en la mayor parte de la cadena de suministro, el problema más grande que afronta esta son las mermas, las cuales representan la pérdida de propiedades físico-químicas del producto. Generalmente esto se ve reflejado en la disminución del peso de la materia prima y se puede dar por diferentes razones:

- Condiciones de almacenamiento (cambios en la humedad del producto)
- Pérdida de material por el viento
- Robos

Las primeras dos son más probables cuando el material está en tránsito, bien sea marítimo o terrestre, está expuesto a fuertes vientos y debido a que el producto viene en granos, pequeñas porciones pueden irse con estas condiciones fácilmente. La última es probable en las diferentes partes de la cadena de suministro, por lo cual las bodegas y camiones cuentan con cámaras para vigilar permanentemente la mercancía. Como medida de control se realiza un pesaje de la mercancía en cada etapa de la cadena de suministro: En el origen antes de ser despachada, por la certificadora en el origen, por la certificadora en el puerto de llegada, por la transportadora a la salida del puerto y diferentes partes de los trayectos y a la llegada de las granjas.

Otro aspecto importante del cual deben estar muy pendientes los actores es la calidad de la materia prima. Un alimento balanceado de mala calidad puede generar sobrecostos enormes para la productora por el riesgo de caiga mal en las aves, propiciando enfermedades como la diarrea que ocasiona que el periodo de engorde se alargue. Esto significa mas alimento y mas tiempo para que se pueda convertir el pollo en producto final, generando perdidas para la empresa.

Así mismo el control de enfermedades en estas granjas es riguroso, pues los casos de contaminación por enfermedades como la Newcastle son muy difíciles de controlar y de fácil transmisión.

Por último, la calidad del producto final es esencial como es de esperarse. Por eso la empresa cuenta con camiones con controles de temperatura satelitales los que les permite asegurarse del correcto manejo del producto y prevenir la contaminación y daño de este.

La implementación de Blockchain en esta cadena de suministro podría suponer mejoras consistentes en la eficiencia de los macro-procesos y procesos internos que se lleven a cabo. Para comenzar, todos los actores principales mencionados anteriormente se integrarían bajo una base de datos común la cual lleve el registro de todos los eventos que sucedan. La integración de estos actores facilitaría el acceso de todas estas empresas a la información, resultando en procesos más eficientes y más automatizados.

Para el caso de las mermas y la calidad del producto final, la integración del Blockchain con tecnologías como sensores RFID y dispositivos IoT, permitiría tener mayor visibilidad de las condiciones de los productos a lo largo de toda la cadena de suministro y con información en tiempo real, lo cual permitiría así mismo tomar decisiones en el momento previniendo afecciones mayores. Igualmente, la implementación de estas tecnologías mejoraría la trazabilidad del producto terminado, permitiendo ubicar y retirar del mercado con mayor

simplicidad productos que hayan resultado contaminados o que hayan expirado tal como el caso de la empresa de alimentos de Europa (Perboli *et al.*, 2018).

La combinación de Blockchain con Smart Contracts permitiría automatizar procesos como la generación de documentos y la ejecución de contratos. Por ejemplo, según datos en tiempo real que se tengan sobre el inventario actual de alimento para los pollos se podría programar un Smart Contract para que se generará el contrato de compraventa según las necesidades que tenga la empresa. Así mismo, una vez se cumplan los requisitos del contrato, tal como el pago al proveedor, este se ejecutará automáticamente y quedará disponible para la revisión de cualquiera de las partes interesadas sin necesidad de utilizar papel físico en absoluto. Lo mismo sería para cualquiera de los documentos que se utilicen a lo largo de la cadena como el Bill of Lading, declaración de importación, manifiesto de carga; el Blockchain da la posibilidad de digitalizar estos manteniendo la seguridad y confianza en su autenticidad. Esto será posible siempre y cuando las entidades involucradas en la tramitación de estos documentos se integren a la plataforma Blockchain.

En la tabla 4 se realiza un contraste entre los tres casos estudiados, teniendo en cuenta el sector, complejidad de la cadena (según número de actores involucrados y tamaño de la operación), los dolores o problemas que experimentan y las ganancias o soluciones que puede otorgar el Blockchain.

Tabla 4. Fuente: Autores

CASO	SECTOR	COMPLEJIDAD	DOLORES	GANANCIAS (CON BC)
Europa	Agroindustrial	Media	Contaminación de alimentos, Altos inventarios	Mejor trazabilidad, disminución de costos por productos contaminados, mejor planeación de inventarios.
Tradelens	Logística marítima	Alta	Mal manejo de la información, pérdida de documentos	Mejor trazabilidad, automatización de procesos, digitalización de documentos, transparencia.
Colombia	Avícola	Media-Alta	Mermas, calidad del alimento	Mejor trazabilidad, automatización de procesos

Resultados esperados de la implementación de Blockchain:

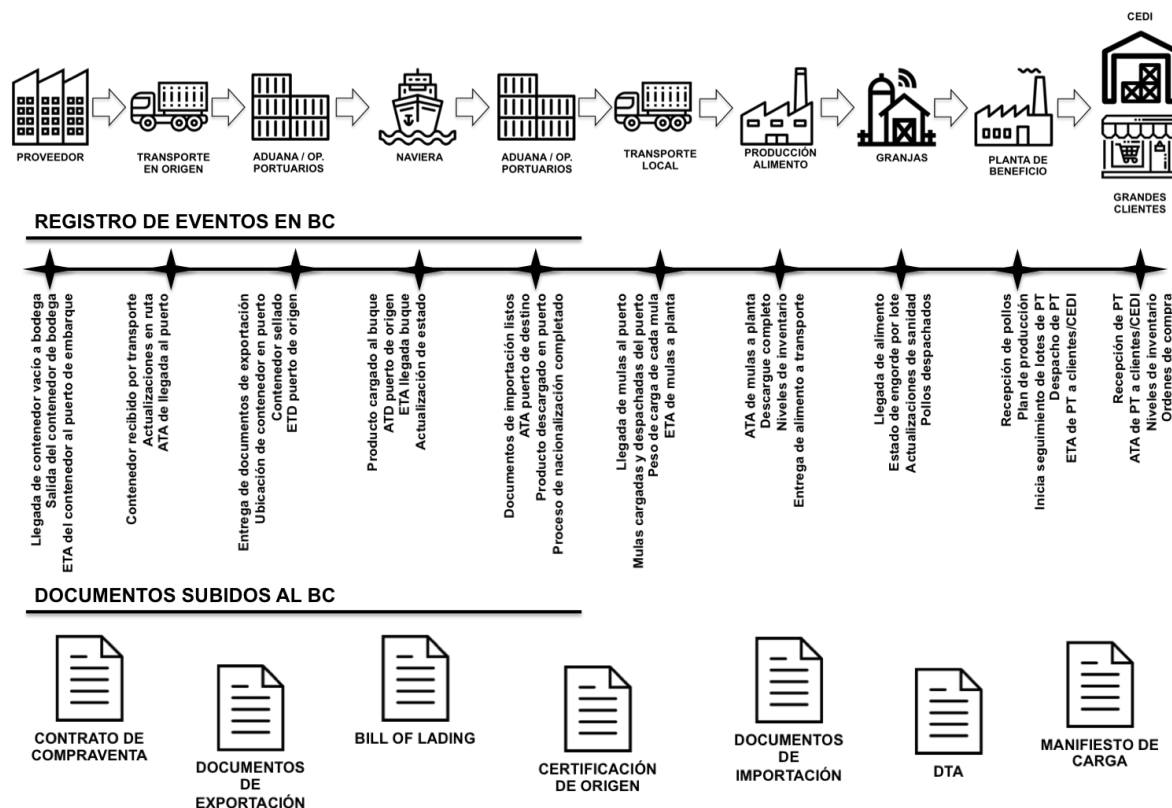


Ilustración 6; Fuente: autores, adaptado de Tradelens (2018)

Todo comienza con el acuerdo de compraventa que realicen la avícola local y el proveedor de macro nutrientes. Con la utilización de Smart Contracts se puede programar la ejecución automática del contrato de compraventa una vez se cumplan los requisitos establecidos por ambas partes. Por ejemplo, se acuerdan las cantidades y el precio y estas son ingresadas al sistema de información que maneje el proveedor. La interfaz que se realice entre este sistema y la plataforma Blockchain permite que esta última genere automáticamente el documento del contrato de compraventa. Este documento estará disponible para la consulta de ambas organizaciones implicadas y se firmará digitalmente sin necesidad alguna de imprimir el documento. Así mismo, la ejecución de este y la generación de una factura de venta se realizará una vez se hayan cumplido requisitos tales como el pago y la revisión de calidad del producto en origen.

Al tratarse de transporte de gránulos, la trazabilidad de los envíos se hará mediante el seguimiento de los contenedores en los cuales sean transportados. Mediante códigos de barras y tecnología RFID se escaneará y se subirá a la plataforma todos los eventos, como hora estimada de salida / llegada y la hora real de salida / llegada de determinado lugar. Por lo tanto, la avícola como los operadores portuarios podrá conocer en tiempo real la hora en que se despacha el pedido desde el almacenaje del proveedor y estimar su hora de llegada, y de esa forma coordinar todos los procesos logísticos en el puerto de origen.

Los documentos de exportación son compartidos con las autoridades portuarias y operadores portuarios mediante EDI. Cuando las autoridades confirmen que todo está en orden aprobarán los documentos y se subirán automáticamente al Blockchain para poder ser consultado. Así mismo sucede con el Bill of Lading, el cual es generado por la naviera y queda disponible en la plataforma para su libre consulta.

Cuando el producto se encuentre en tránsito marítimo, su estado podrá ser verificado mediante actualizaciones en tiempo real de la naviera, avisando oportunamente cualquier tipo de retraso u otro evento que pueda sufrir el buque. Esta información podrá ser consultada por el operador portuario en el destino de forma tal que puede coordinar oportunamente toda la logística correspondiente a la llegada del producto a Buenaventura.

A su llegada al puerto de llegada, el producto es descargado en depósitos asignados mientras se realizan los respectivos tramites de importación y legalización de la mercancía. Las autoridades podrán manejar todos los documentos necesarios de manera digital, agilizando los procesos y disminuyendo los riesgos de demoras por pérdida de documentos. Para el caso en que se deba generar un DTA, este podrá ser subido al Blockchain y consultado por las autoridades competentes.

Una vez se completan estos trámites, se hace el descargue en una flota de camiones que se encargará de llevar el producto al sitio de preparación del alimento en la planta en Cavasa. Los macro nutrientes son mezclados para obtener así el alimento balanceado que se les dará a los pollos. El siguiente paso es distribuir ese alimento a todas las granjas que están distribuidas en todo el Valle del Cauca. Aquí documentos como manifiestos de carga podrán ser manejados mediante la plataforma, de forma tal que las autoridades de tránsito del país también lo tengan presente en caso de necesitarse. Así mismo, los diferentes pesajes a los que se someten los camiones durante sus recorridos irán actualizando de forma automática los reportes de estos procedimientos que podrán ser consultados en tiempo real por la empresa transportadora para identificar posibles alteraciones o manipulaciones en la carga.

Una vez los pollos terminan su periodo de engorde, son transportados a la planta de beneficio. Su transporte se hace en canastillas que serán regresadas a las granjas una vez se hayan entregado los pollos a la planta. Mediante RFID o código de barras se puede actualizar permanentemente el estado de las canastillas, si hay faltantes, o si hay una posible contaminación generada por pollos enfermos, lo cual permitirá retirar las canastillas contaminadas a tiempo para prevenir contaminaciones cruzadas.

Por último queda la distribución del producto terminado a grandes clientes o a centros de distribución ubicados en las principales ciudades del país. Para esta parte la avícola utiliza camiones propios que cuentan con control de temperatura satelital. Este sistema se puede integrar a la plataforma Blockchain de forma que

se lleve un registro veraz con actualizaciones en tiempo real de cualquier variación o afectación que sufran estos camiones. Además, la información brindada por el Blockchain puede ser muy importante para controles de inventarios, pues los datos en tiempo real brindan la oportunidad de tomar decisiones en menos tiempo lo que podría significar disminución en los niveles de inventario resultando en disminuciones de costos significativas, tal como en el caso de la empresa de alimentos europea (Perboli *et al.*, 2018).

5.5. Etapas en el proceso de aplicación de la tecnología Blockchain en la cadena de suministros

Los casos de estudio anteriores nos permiten evidenciar la alta variabilidad en la aplicación del Blockchain, puesto a su alta adaptabilidad a las diferentes compañías sin importar su industria. Debido a esto, uno de los aportes de este trabajo será establecer una serie de etapas de implementación base para la aplicación transversal del Blockchain.

Uno de los principales objetivos de analizar la adopción del blockchain en sus diferentes etapas, es cubrir la brecha que actualmente existe entre el entendimiento meramente técnico del Blockchain y la comprensión de su aplicación para quienes no tienen conocimientos en lenguajes de programación.

Pero antes de proceder al desarrollo de la guía, el empresario, cautivado por los beneficios brindados por la tecnología Blockchain, debe reflexionar sobre su problema, con el fin de identificar las necesidades específicas de su caso y decidir si esta tecnología es la solución óptima. Para facilitar este proceso, se propone se responda a los siguientes interrogantes:

1. ¿Requiere usted procesar y asegurar datos de diferentes fuentes?

Blockchain aumenta la disponibilidad de datos en un ambiente de confianza y transparencia, necesario en un ecosistema conformado por múltiples actores. Esto trae algunos beneficios como el mejoramiento de las relaciones con el cliente y los proveedores de la empresa.

2. ¿Necesita usted almacenar información en una base de datos para lugar acceder a ella de forma segura y fácil?

Si el caso de interés no requiere guardar la información procesada, una base de datos descentralizada como el Blockchain no es la solución indicada, pero si, por el contrario, se necesita garantizar la seguridad e integridad de los datos durante su procesamiento y en su almacenamiento, la tecnología blockchain, gracias a sus

técnicas de encriptación y el enlazamiento entre los bloques, es la herramienta ideal para aplicar en el procesamiento de las transacciones internas.

3. ¿Es necesario que los diferentes actores involucrados puedan añadir información a la base de datos?

Blockchain cuenta con unos mecanismos de consenso, los cuales permiten decidir si el bloque de información que desea ser añadido a la cadena por alguno de los actores, es de completa confianza y su contenido no afecta los intereses de la empresa.

Esta funcionalidad da garantía de que no ocurran procesos ilegales dentro de nuestra cadena, que haya cruce de intereses entre los empleados y el empleador o atenten contra la seguridad de la información.

Si, por el contrario, solamente se necesita que los demás actores tengan acceso a la información únicamente con permisos de lectura, no es necesario aplicar blockchain al caso, una base de datos centralizada sería mejor.

4. ¿Requiere hacer cambios constantes a la información después de ser procesada?

Si la respuesta es afirmativa, Blockchain no es la solución para el caso, puesto que una de sus principales características es su inmutabilidad, es decir, que una vez el bloque de información haya sido creado y añadido a la cadena no podrá ser modificado por ninguna circunstancia. Esta propiedad ha despertado un creciente interés en el sector financiero, como se pudo evidenciar anteriormente en los casos de estudio expuestos.

5. ¿Tiene usted acceso a los recursos necesarios para la implementación del Blockchain?

La implementación de la tecnología Blockchain es un proceso con una inversión inicial elevada, debido al bajo número de expertos en el campo y el hardware necesario para la recolección y procesamiento de la información, el cual puede consumir una alta demanda de energía.

Adicionalmente a su implementación, la tecnología Blockchain debe ser mantenida a lo largo del tiempo, lo cual genera gastos en nuestra actividad comercial, por eso es necesario hacer un estudio financiero en detalle con nuestros requerimientos y una estimación en el largo plazo, antes de iniciar una primera fase de implementación.

Empresas como IBM facilitan este proceso, al brindarnos software ya diseñado previamente por sus programadores, el cual cuenta con distintos módulos que se adaptan según las necesidades específicas del caso.

Después de haber reflexionado acerca de la implementación del blockchain y considerado los principales interrogantes antes de su adopción, se procede con las distintas etapas de su implementación transversal:

Etapa 1: Identificar casos de uso en la industria de interés y desarrollar un plan tecnológico.

El primer paso para empezar el proceso de implementación de la tecnología Blockchain en una empresa, es la realización de investigación exhaustiva sobre casos de estudio similares a las necesidades específicas del caso de interés. Estos ejemplos de proyectos exitosos y no tan exitosos sirven como base de conocimiento teórico y empírico. Una vez hecho este análisis bibliométrico es necesario seleccionar un producto con un SKU determinado, el cual será utilizado en el desarrollo interno de la red descentralizada. Para la selección de este producto es muy importante tener en cuenta a los proveedores y generar una relación estrecha con ellos, puesto que también deben cumplir con los requerimientos técnicos para implementar un blockchain end to front y entender el beneficio que este nuevo desarrollo traería para ellos.

Una vez hecho esto, se puede configurar la arquitectura de hardware y software necesaria en la empresa. Con este modelo inicial será posible determinar el presupuesto y la fecha límite para el desarrollo del proyecto. La mayoría de compañías opta por contratar el desarrollo de la arquitectura del Blockchain con compañías especializadas en el área, puesto que cuentan con la experiencia y conocimiento suficiente para reducir los riesgos de error en comparación a si se desarrollará internamente, como por ejemplo IBM.

Sin embargo, ya sea que realicen un desarrollo de blockchain interno o externo, es importante que las empresas adquieran experiencia en su manipulación debido a su novedad y complejidad.

Etapa 2: Identificar la prueba de consenso adecuada

El Blockchain original, que alimenta la criptomoneda bitcoin, hace uso de Proof-of-work como un mecanismo de consenso. Aunque este no es el único, hoy en día

hay múltiples sistemas de redes descentralizadas que ofrecen una gran cantidad de mecanismos de consenso tales como Proof of stake, Byzantine fault tolerant, Deposit based consensus, Federated Byzantine Agreement, Proof of Elapsed Time, Derived PBFT, Redundant Byzantine Fault Tolerance, Simplified Byzantine Fault Tolerance, Federated consensus, Round Robin and Delegated Proof of Stake. (Nagpal, 2017), los cuales garantizan la transparencia y confiabilidad de la información de los bloques en la cadena.

Dependiendo de su caso de uso, debe elegir el mecanismo de consenso que tenga más sentido para garantizar que cada bloque de información añadido a la cadena no va en contra de los intereses de los actores o afecte la integridad de la información.

Etapa 3: Construir las API (Application program interface)

Las principales categorías de API que se necesitarían son: (Nagpal, 2017):

- Generador de claves y direcciones
- Realización de funciones relacionadas con la auditoría.
- Autenticación de datos a través de firmas digitales y hashes.
- Recuperación de datos
- Gestión inteligente del ciclo de vida de los activos: emisión, pago, canje, escrow y retiro

Etapa 4: Desarrollo de prueba de concepto

Esta etapa puede tener una duración aproximada de 1 a 3 meses, según Garzik. En el evento de la industria del Consenso del 2016. Catheryne Nicholson, CEO y cofundadora de la compañía BlockCypher, la cual construye las API de blockchain, explicó el proceso de prueba de concepto en una mesa redonda. "Una prueba de concepto es, en términos poco técnicos: es algo en lo que se intenta iterar con rapidez y fallar rápidamente. Es el mantra de 10 ingenieros que hacen 10 proyectos en dos meses y ven lo que es tendencia". (Troy, 2016)

Tanto Nicholson como Rhodes de Microsoft dijeron que la nube es el mejor lugar para una prueba de concepto blockchain. "Cloud computing permite aumentar el volumen de datos sin preocuparse por el hardware o por estar dentro de su red", dijo Rhodes. Realizar este paso en la nube también tiene sentido si hay varias organizaciones que participan en la prueba de concepto, agregó. A pesar de que las pruebas pueden realizarse utilizando servicios de nube pública, la mayoría de

las empresas relegarán esas pruebas a cadenas de bloques privadas o autorizadas.

Hay obstáculos que descarrilarán una prueba de concepto. En el evento de Consensus 2016, Scott Mullins, quien dirige el desarrollo de negocios de servicios financieros en todo el mundo en AWS, imploró a las organizaciones de IT que incluyan a todas las partes relevantes en una prueba de concepto. "No olvide que tiene personas en la cadena que necesita incluir en el proceso (POC). Probablemente tenga un equipo outsourcing de terceros, probablemente tenga un equipo externo de supervisión, y definitivamente un equipo de cumplimiento o gestión de riesgos ", dijo Mullins. (Troy, 2016)

Eric Piscini, director consultor de tecnología y prácticas bancarias de Deloitte, hablando en el mismo panel, desaconsejó un POC a gran escala. "Cuando vemos que los POC fallan, lo más probable es que se comenzó demasiado grande creyendo que vas a cambiar toda la organización con blockchain. Mi consejo: comienza con algo pequeño que vaya a afectar a una parte muy pequeña de tu organización". Esto hace referencia al concepto 80/20, el cual puede ser utilizado para elegir los productos de enfoque. (Troy, 2016)

Etapa 5: Prueba piloto

Después de la prueba de concepto viene la tarea de poner datos reales en producción. Garzik dijo que esto normalmente significa una pequeña prueba con quizás el 5% de los clientes o un producto de menor volumen. la prueba de campo no es simplemente una prueba de concepto que se realiza con datos reales, sino más bien un reinicio. Una prueba de campo podría tener requisitos completamente diferentes que un POC, dijo. (Troy, 2016)

Lo importante de esta prueba piloto, es estar atentos a las posibles acciones de mejora de la arquitectura del Blockchain después de pasar por una simulación completamente teórica a implementarse en las operaciones actuales de la empresa.

Etapa 6: Primer Smart contract

Para las necesidades comerciales, es esencial diseñar y ejecutar contratos inteligentes que automaticen el cumplimiento de las transacciones o requerimientos de cierto producto. Por ejemplo, se puede establecer un contrato inteligente para desembolsar el monto del préstamo después de verificar los documentos requeridos en la propia red de blockchain. Por lo general, los programadores utilizan el lenguaje de programación Solidity para redactar

contratos inteligentes según las necesidades de una aplicación descentralizada (dApp) o el caso de uso que intentan crear.

El contrato inteligente debería ser auditado idealmente por un desarrollador experto con el fin de garantizar su correcta configuración y escalabilidad.

Etapas 7: Volumen completo de producción

En esta etapa el blockchain ha abarcado la mayoría de actividades dentro de la empresa, convirtiéndose en la principal base de datos del proceso y todos los actores de la cadena. Esta base de datos descentralizada recopila la totalidad de los datos generados por la actividad de la empresa y autoriza su adicción a la cadena de bloques.

Un sistema de producción a gran escala requiere un compromiso mucho mayor con la aplicación blockchain que las etapas anteriores, puesto que implica mantener gastos de operación de esta tecnología, además de su constante crecimiento y actualización. La mayoría de las compañías desarrolladoras de esta tecnología brindan el servicio de acompañamiento y mantenimiento, pero aun así se recomienda tener una área IT encargada internamente, con el fin de resolver posibles inconvenientes en el menor tiempo posible y de aprender de nuestro proceso.

6. CONCLUSIONES

La competitividad económica de un país depende de muchos factores. En las últimas décadas, las economías más competitivas se destacan entre otras cosas por una alta inversión en tecnología. Si bien Colombia no se ubica como un país competitivo a nivel global, el crecimiento de la industria nacional en diferentes sectores hace que el país tenga un potencial de ser una economía referente en la región. Por esta razón se hace muy importante que los diferentes sectores industriales generen iniciativas direccionadas a la innovación e implementación de nuevas tecnologías (como el Blockchain) que le permita dar un salto en competitividad a las empresas nacionales en los mercados globales.

Las ventajas competitivas que puede brindar el Blockchain aplicado a las cadenas de suministro colombianas son considerables. Sin embargo el optimismo y especulación se debe controlar, pues esta es una herramienta que puede ser provechosa o no dependiendo del caso específico para el que se necesite. Si bien se ha visto que hay empresas que plantean la implementación de esta tecnología para operaciones internas de las empresas, para los autores es importante resaltar que el Blockchain puede tomar mucha más importancia cuando se trata de cadenas de suministro complejas que involucren a múltiples actores.

En cuanto a los proveedores del Blockchain y el costo de implementación como tal, se pudo observar con los casos estudiados que, a pesar de que hay muchos start-ups a nivel mundial que ofrecen soluciones Blockchain, el mayor proveedor actual y el preferido por las grandes empresas a nivel mundial es IBM. Bien sea para la creación de una plataforma personalizada para la cadena de suministro de la empresa, o la integración a una plataforma como Tradelens, IBM es la empresa detrás de las iniciativas y proyectos más grandes que hay con el Blockchain a nivel mundial. Su costo dependerá claramente de la escala y la solución seleccionada, pero con el caso de la empresa de alimentos europea se pudo obtener información de que su costo de implementación es relativamente bajo si se compara con la implementación de otras tecnologías como un ERP.

La clave de la relación entre Blockchain y logística está en la integración, pues es precisamente el hecho de unir esfuerzos y compartir información relevante que permite que el Blockchain sea el medio mediante el cual las cadenas de suministro globales se vuelvan más eficientes, automatizando trámites de documentación, brindando información en tiempo real y disminuyendo la probabilidad de error humano. Así, esta tecnología permite mejorar el flujo de información de una cadena de suministro, que a nivel global (y cada vez más) presentan un nivel de complejidad abrumador, y representan procesos que involucran múltiples actores a lo largo de toda la cadena, quienes también debe suministrar información a la base de datos, lo cual en muchas ocasiones se ve traducido en demoras por el simple hecho de la necesidad de intervención humana.

Los casos del sector estudiados permiten concluir que si hay evidencia que respalda el entusiasmo que hay alrededor del Blockchain y la logística. Es decir, que efectivamente se puede ver con resultados concretos que la aplicación de esta tecnología a X o Y cadena de suministro puede traer beneficios para la empresa tales como reducción de costos, aumentos en el nivel de servicio, reducción de tiempos, entre otros, que pueden variar de acuerdo a la empresa y sus actividades. Los principales beneficios evidenciados en cada uno de los casos son la seguridad y transparencia de la información, puesto que hoy en día la privacidad y la inmutabilidad de la información en las transacciones es de vital importancia para el correcto funcionamiento del sistema

Así mismo, se puede evidenciar que también hay una serie de beneficios para los consumidores, los cuales se refieren principalmente a la trazabilidad del producto (su historia de recorrido y transformación) y la transparencia de la información (tener certeza de la veracidad de esta). Esto resulta particularmente útil, sobre todo en empresas que trabajen con alimentos perecederos, donde los clientes se preocupan por el estado de estos y su efecto en su organismo, aunque también en empresas que se preocupen por demostrar el origen de sus productos y que todos sus componentes han sido producidos de forma ética y responsable, como es el caso de la producción de aviones

Para el caso de la avícola local, se concluye que la implementación de la tecnología en cuestión puede traer mejoras considerables, sobre todo considerando la magnitud de su operación y que trabaja con productos alimenticios, donde sus condiciones, el tiempo y el correcto proceder son claves para la obtención de un buen producto. El mejoramiento más significativo tendría lugar en el proceso de importación de los macronutrientes y la trazabilidad del producto terminado.

En la importación de los macronutrientes se podrá agilizar el procesamiento del producto al reducir la intervención de empleados, los cuales pueden equivocarse y generar un retraso de uno a dos días. Adicionalmente, gracias a la digitalización de la información y su verificación a través de las pruebas de consenso, garantiza la no ocurrencia de actividades ilegales o conflicto de intereses en la cadena de la empresa.

Como se mencionaba antes, las condiciones como se transporta este producto son fundamentales para garantizar la calidad del producto final. una mejor trazabilidad del producto terminado, con información precisa y en tiempo real de la ubicación y estado del producto, permitiría retirar en menos tiempo los productos que se confirmen estén contaminados o hayan caducado. Así mismo con información en tiempo real subida a la plataforma Blockchain, será más fácil identificar si el producto sufre afectación que comprometa su calidad y retirarlo antes de que se distribuya. En caso de comprobarse la afectación, podrá comprobarse en el registro en que parte de la cadena fue y así tomar medidas correctivas en menos tiempo.

El desafío más grande en cuanto a la adopción de la tecnología blockchain en las actividades de la empresa, es su integración con la arquitectura IoT, la cual es la encargada de la recolección de los datos. Los principales retos para una correcta integración son: Capacidad de almacenamiento y escalabilidad, seguridad de la información y su aspecto legal.

Actualmente, los sensores IoT pueden generar gigabytes de datos en tiempo real, puede representar un límite para la implementación del Blockchain. Esta tecnología está diseñada para encriptar la información y garantizar que cada bloque es totalmente confiable, a través de la verificación de los mecanismos de consenso. Este proceso, aunque ni es demorado, no posee la misma velocidad de procesamiento con que los sensores capturan la información, lo que podría convertirse en un posible cuello de botella.

La visión sesgada que ha ocasionado el Bitcoin sobre la tecnología Blockchain, hay ocasionado que haya una resistencia para su adopción y reglamentación por muchas naciones. La mayoría de las regulaciones del aseguramiento de la privacidad de la información se vuelve obsoleta a medida que tecnologías como el Blockchain evoluciona y abre nuevas oportunidades de negocios en una era digital, en este sentido, leyes que controlan el manejo de la seguridad y privacidad de la información en la industria y en la sociedad son aún un gran reto para los gobiernos, puesto que pueden limitar el desempeño e implementación de esta tecnología en la industria del país. Afortunadamente, Colombia ha sido uno de los principales países desarrolladores de iniciativas blockchain en Latinoamérica, donde el gobierno ha impulsado políticas publicas basadas en blockchain.

Queda aún mucho por explorar acerca de la flexibilidad y funcionamiento de esta tecnología, pero que gracias a la labor de instituciones de investigación y desarrollo y grandes empresas como Maersk e IBM, es posible tener una visión inicial de su increíble potencial para transformar los procesos en diversas disciplinas de la industria y conocimiento. Así, los diferentes sectores industriales colombianos y el gobierno deberían fomentar proyectos e investigación que rondan a esta tecnología, pues de esta forma el país podría convertirse en pionero en este tema y referente de competitividad y productividad de la región.

7. REFERENCIAS:

IEEE Computer Society. (2017, December 14). Top 10 Technology Trends for 2018: IEEE Computer Society Predicts the Future of Tech. Retrieved disponible en:<https://www.prnewswire.com/news-releases/top-10-technology-trends-for-2018-ieee-computer-society-predicts-the-future-of-tech-300571274.html>

“MinTIC respecto a blockchain: “Colombia tiene una oportunidad única de convertirse en un referente en la región””. (2018, Mayo 17). Disponible en:<https://www.colombiafintech.co/novedades/mintic-respecto-a-blockchain-colombia-tiene-una-oportunidad-unica-de-convertirse-en-un-referente-en-la-region>

Sarmiento, J., Garcés. J. (2016). Criptodivisas en el entorno global y su incidencia en Colombia. Revista Lebre, 8. Bucaramanga, Colombia: Universidad Santo Tomás, pp. 151 – 171. ISSN: 2145-5996

kuckelhouse , M. (2018), “Blockchain in logistics”, DHL customer solutions & innovation.

Soonduck Yoo. (2017). Blockchain based financial case analysis and its implications. Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship, Vol 11, Iss 3, Pp 312-321 (2017), (3), 312. <https://doi.org/10.1108/APJIE-12-2017-036>

Popper, N. And Lohrmarch, S. (2017), “Blockchain: a better way to track pork chops, bonds, bad penaut butter?”, The New York Times, disponible en <https://www.nytimes.com/2017/03/04/business/dealbook/blockchain-ibm-bitcoin.html>

Froilan Fernández. (2018), Criptonoticias. Senado de Colombia debate modernización económica y administrativa mediante blockchain. Criptonoticias, Disponible en: <https://www.criptonoticias.com/adopcion/senado-colombia-debate-modernizacion-economica-administrativa-mediante-blockchain/>

Javier Bastardo. (2018), Criptonoticias. Gobierno de Colombia presenta piloto de registro de tierras en Ethereum, Disponible en: <https://www.criptonoticias.com/innovaciones/gobierno-colombia-presenta-piloto-registro-tierras-ethereum/>

Camilo Peña. (2018) Lo que propone Iván Duque en materia de tecnología. El tiempo, Disponible en: <https://m.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/las-propuestas-de-ivan-duque-en-tecnologia-y-telecomunicaciones-218860>

Javier Bastardo. (2018), Criptonoticias. MinTIC respecto a blockchain: “Colombia tiene una oportunidad única de convertirse en un referente en la región” Disponible en: <https://www.criptonoticias.com/entrevistas/mintic-colombia-tiene-oportunidad-unica-convertirse-referente-region/>

Criptonoticias. (2018), Criptonoticias. Sinergia Blockchain: el nuevo Instituto Tecnológico de Investigación y Desarrollo de Colombia Disponible en: <https://www.criptonoticias.com/educacion/sinergia-blockchain-nuevo-instituto-tecnologico-investigacion-desarrollo-colombia/>

Luis Esparragoza. (2017), Criptonoticias. SIBM anuncia alianza para aplicar blockchain a cadenas de suministro en Colombia Disponible en: <https://www.criptonoticias.com/aplicaciones/ibm-anuncia-alianza-aplicar-blockchain-cadenas-suministro-colombia/>

Park, K. (2018, April 18). Blockchain Is About to Revolutionize the Shipping Industry. Retrieved October 11, 2018, disponible en: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-04-18/drowning-in-a-sea-of-paper-world-s-biggest-ships-seek-a-way-out>

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.

International Chamber of Commerce. (2016). ICC policy primer on the internet of everything.

Roy Want. (2006). An introduction to RFID technology

Government of the Hong Kong Special Administrative Region. (2008). Peer-to-Peer Network.

Corkery, M., & Popper, N. (2018, September 24). Disponible en: Farm to Blockchain: Walmart Tracks Its Lettuce. The New York Times. Retrieved October 20, 2018, disponible en: <https://www.nytimes.com/2018/09/24/business/walmart-blockchain-lettuce.html>

Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods*. Sage publications.

En Barranquilla, MinTIC celebró el Día Internacional de las Niñas en las TIC. (2018, April 26). Tomado el 23 de Febrero de 2019, de <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-72915.html>

Honduras: Panorama general. (2018, October 4). Tomado de, <http://www.bancomundial.org/es/country/honduras/overview#1> el 22 de Febrero de 2019

Serna, B. (2007). *Honduras: Tendencias, desafíos y temas estratégicos del desarrollo agropecuario*(Rep. No. 70). Mexico, D.F: Naciones Unidas Tomado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4989/1/S0700082_es.pdf

The Economist (2015). “The great chain of being sure about things”, 31 de Octubre. Disponible en: <https://www.economist.com/briefing/2015/10/31/the-great-chain-of-being-sure-about-things> el 22 de Febrero de 2019.

USAID (2010), *USAID Country Profile: Property Rights and Resource Governance – Honduras*.

Lemieux, V. L. (2016). Trusting records: Is Blockchain technology the answer? *Records Magement Journal*, 26(2), 110-139.

El espectador (2018). “Así se utiliza Blockchain para garantizar la restitución de tierras”, 29 de Agosto. Disponible en: <https://www.elespectador.com/economia/asi-se-utiliza-blockchain-para-garantizar-la-restitucion-de-tierras-articulo-809025> el 23 de Febrero de 2019.

Franco, E. (2015), “Inside the Chinese Bitcoin Mine That’s Grossing \$1.5M a Month”, *Motherboard*, tomado de: <http://motherboard.vice.com/read/chinas-biggest-secret-bitcoin-mine> el 23 de Febrero de 2019.

ISO/IEC (2001), *ISO 15489-1:2001 – Information and Documentation – Records Management –Part I: General*, ISO, Geneva.

ISO/IEC (2012a), *ISO 14721: 2012– Space Data and Information Transfer Systems – Open Archival Information System (OAIS) – Reference Model*, ISO, Geneva.

Rogers, C. (2015), "Virtual authenticity: authenticity of digital records disponible en:theory to practice", unpublished PhD dissertation, University of British Columbia, disponible en: at: <https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0166169>.

USAID (2010), USAID Country Profile: Property Rights and Resource Governance – Honduras.

Davidson, S., De Filippi, P. & Potts, J. (2016), *Economics of Blockchain*, disponible en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2744751

Oh, J., & Shong, I. (2017). A case study on business model innovations using Blockchain: focusing on financial institutions. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(3), 335-344.

Sánchez, E. B., Castillo, E. J. C., & Guerrero, B. B. (2018). Estudio de benchmarking competitivo aplicado a cuatro empresas del sector avícola colombiano. *Libre Empresa*, 15(1), 9-28.

Perboli, G., Musso, S., & Rosano, M. (2018). Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases. *IEEE Access*, 6, 62018-62028.

Thomas Boceky, Bruno B. Rodrigues, Tim Strasser, Burkhard Stiller. (2018). Blockchains Everywhere - A Use-case of Blockchains in the Pharma Supply-Chain. Universidad de Zurich. Disponible en: <http://dl.ifip.org/db/conf/im/im2017exp/119.pdf>

Esther Mengelkamp, Johannes Gärttner, Kerstin Rock, Scott Kessler, Lawrence Orsini, Christof Weinhardt.(2017) Designing microgrid energy markets A case study: The Brooklyn Microgrid. *Elsevier*.

Merlinda Andonia, Valentin Robua, David Flynn, Simone Abramb, Dale Geach, David Jenkins, Peter McCallum, Andrew Peacock. (2019). Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Elsevier*.

Xiwei Xu, Qinghua Lu, Yue Liu, Liming Zhu, Haonan Yao, Athanasios, V. Vasilakos. (2018). Designing blockchain-based applications a case study for imported product traceability. *Elsevier*.

Debra, Bruno. (2017). How a street in Brooklyn is changing the energy grid. *Politico magazine*. Disponible en:

<https://www.politico.com/magazine/story/2017/06/15/how-a-street-in-brooklyn-is-changing-the-energy-grid-215268>.

Troy, Su. (2016). Step-by-step guide to a blockchain implementation. *SerchCIO*. Disponible en: <https://searchcio.techtarget.com/feature/Step-by-step-guide-to-a-blockchain-implementation>

IBM Corporation. (2010). "IT security compliance management design guide with IBM tivoli security information and event manager (2nd ed.)", Disponible en: www.redbooks.ibm.com/abstracts/sq247530.html?Open

Bishop, N. (2017), "Enterprise intelligence brief: three experts discuss blockchain in cybersecurity", Disponible en: <https://securityintelligence.com/enterprise-intelligence-brief-three-experts-discussblockchain-in-cybersecurity/>