

PLATAFORMA DE SEGURIDAD DESCENTRALIZADA PARA AUTENTICAR LA TRAZABILIDAD Y TRANSPARENCIA LOGÍSTICA EN DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE CONSUMO HUMANO– PLATAFORMA HUMAN LEAP.

PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA DE SEGURIDAD DESCENTRALIZADA PARA AUTENTICAR LA TRAZABILIDAD Y TRANSPARENCIA LOGÍSTICA EN CONTRATOS DE SUMINISTRO DE PRODUCTOS DE CONSUMO HUMANO

PRIMERA PARTE: INTRODUCCIÓN

Un informe de la Organización Mundial de la Salud estimó que en el año 2010 aproximadamente 600 millones de personas en el mundo sufrieron enfermedades de transmisión alimentaria por alimentos contaminados, de las cuales aproximadamente 420 mil personas fallecieron por esa causaⁱ. El Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos estima que cada año 1 de cada 6 estadounidenses se enferma por productos contaminados, y 3.000 personas mueren a causa de ello. El Departamento de Agricultura estima que los costos de enfermedades de transmisión alimentaria cuestan \$15,6 mil millones de dólares americanos cada añoⁱⁱ.

Por otro lado la industria alimentaria enfrenta grandes desafíos a raíz de la falsedad y contrabando de alimentos. Según el Informe Anual sobre el Fraude Alimentario de la Unión Europea, el costo de esta industria para proteger a sus consumidores es de \$30 mil millones de Euros cada añoⁱⁱⁱ. Panorama que se replica en la industria farmacéutica, en donde la inseguridad en la cadena de producción y abastecimiento no es un tema menor. Según la OCDE, en el año de 2016, el comercio ilícito de productos farmacéuticos sumó \$4,4 mil millones de dólares^{iv}.

Una de las causas más frecuentes de contaminación y fraude en los productos alimenticios o farmacéuticos corresponde a la falta de seguridad de conocimiento real sobre el origen, características, manipulación y veracidad de la información que contiene el producto final que encontramos en los supermercados o farmacias cerca a nuestras casas.

Las cadenas de suministro para productos de consumo humano son cada vez más complejas y cuentan con varios eslabones de intermediación, lo que implica un descenso en la transparencia y auditoría necesarias para asegurar la inocuidad del producto final. Si bien, tanto para la industria alimentaria como para la industria farmacéutica las plataformas de trazabilidad usadas actualmente brindan información básica sobre la calidad, origen, estándar de calidad en la producción y control en la logística, al ser sistemas que son completamente manipulados por la misma empresa que comercializa el producto, no generan la suficiente confianza para que los consumidores se aseguren respecto del origen, inocuidad y calidad del producto a consumir.

Para solucionar este problema, desde hace algunos años, varias facultades de ingeniería de sistemas en diferentes partes del mundo, han investigado la aplicación de diferentes tecnologías que permitan aumentar la confianza y transparencia entre los eslabones de las cadenas de producción, en especial la del consumidor. Se han adelantado investigaciones

centradas en trazabilidad y autenticación a través de cadenas logísticas de productos (Galvez, 2018; Olsen, 2018, Zhao, 2017; Sun 2017; Bosona 2013). También se han generado adelantos en el uso de dispositivos de “Internet de las Cosas” como Sistemas de Identificación de Radio Frecuencia (RFID), Wireless Sensors Network (WSN), Near Field Communication (NFC) technology, data loggers, *bluetooth*, *inflared devices*, etc.

Sin embargo, uno de los hallazgos principales de varias de estas investigaciones ha sido la necesidad de descentralizar la información del ciclo de vida del producto (CVP) para asegurar información transparente y real con que el consumidor pueda contar para decidir con toda la información posible qué producto consumir en específico. La tecnología de cadenas de bloque distribuidas o Blockchain es para muchos de estos investigadores una prominente solución para los problemas de falsificación, desconfianza y falta de información real en las cadenas logísticas de productos de consumo (Feng, 2017); (Banerjee, 2018); (Bozic, 2016); (Zhao, 2019); (Helo, 2019); (Khan, 2018); (Tsang, 2019), (ØInes, 2017); (Galvez, 2018); (Andoni, 2019); (Sikorski, 2017); (Yong, 2019).

En las últimas décadas se ha destacado el papel dinamizador del comercio en línea en la economía, siendo una gran posibilidad para pequeñas y medianas empresas ofrecer sus productos para la compra y venta con los altos estándares que se demandan a nivel internacional. De aquí a que la incorporación de nuevas tecnologías para la disponibilidad de registros y procesamiento de grandes volúmenes de datos con la automatización de los procesos, logren mejorar los tiempos para certificar un producto, el cual pueda declarar su origen o condiciones de manipulación. Y de esta manera, mejorar las condiciones de seguridad para la comercialización al revelar información crítica tanto para los consumidores del público en general, como para los comercios que requieran comprar insumos y elementos listos para usar con procesos garantizados ciertamente verificables.

Esto significa que, las pequeñas y medianas empresas que están logrando entrar al mundo del comercio internacional mediante el E-commerce pueden estar asegurando el origen, calidad e inocuidad de sus productos sin necesidad de ser una gran multinacional o pagar grandes cantidades de dinero por certificaciones hechas especialmente para este tipo de compañías.

La plataforma basada en Blockchain y dispositivos de trazabilidad – Plataforma Human Leap - que se propone como propuesta para el desarrollo de una plataforma de seguridad descentralizada para autenticar la trazabilidad y transparencia logística con certificación y trazabilidad en distribución de productos de consumo humano se centra en el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC). Un aspecto clave de la solución se caracteriza por su interoperabilidad bifocal, tanto a nivel del sistema de inventarios actualmente implementado por la empresa de la industria alimentaria o farmacéutica, con la solución de descentralización que ofrece la tecnología Blockchain.

El componente de seguridad de cada transacción en el sistema usa la base criptográfica de la tecnología Blockchain, para asegurar la información recopilada por códigos QR, dispositivos IoT o sensores fijos para garantizar unicidad de las mercancías y transacciones en la plataforma. Así mismo, por su carácter descentralizado, puede llegar a brindar formas de verificación transparentes en cada proceso de la cadena de valor a muy bajo costo. Es esto lo que permitirá al consumidor poder revisar información descentralizada, transparente y real del ciclo de vida del producto a consumir.

Esta breve exposición tiene dos objetivos principales a ser tratados en este documento. El primero busca recopilar los argumentos teóricos que permiten afirmar que Blockchain e internet de las cosas (IoT) pueden ser soluciones reales a los graves problemas de contaminación, falsedad y contrabando de productos de consumo humano. El segundo objetivo se centra en el paso de la teoría a la práctica, mediante la descripción de la ejecución y los hallazgos obtenidos de un piloto en campo realizado a finales del año 2019, usando Blockchain e IoT para aumentar la trazabilidad y transparencia de la cadena logística de café verde exportado de Colombia a Canadá.

Además de esta introducción, el documento se compone de cinco partes. La primera parte se centra en una descripción básica de Blockchain e IoT, respecto a sus características y desafíos actuales. La segunda parte es una recopilación de las soluciones Blockchain que existen actualmente en el mercado para aumentar la transparencia de las cadenas de abastecimiento de productos de consumo humano. La tercera parte describe nuestra propuesta de una plataforma de seguridad descentralizada para autenticar la trazabilidad y transparencia logística en distribución de productos de consumo humano – “plataforma Human Leap”. La cuarta parte de este documento contiene la descripción, implementación y enseñanzas generadas en implementación de un piloto realizado en el año 2019 centrado en la trazabilidad de una parte de la cadena de abastecimiento de café verde desde el departamento de Caldas, Colombia a Toronto, Canadá. Por último, se presentan las conclusiones y próximos pasos para llevar esta propuesta a gran escala.

PRIMERA PARTE: BLOCKCHAIN E INTERNET DE LAS COSAS (IoT)

La tecnología Blockchain en esencia hace uso de una base de datos descentralizada, protegida criptográficamente, en la que cada nodo o servidor de una red en internet tiene una copia de toda la información almacenada. Todas estas transacciones son registradas y se podrán consultar públicamente, pudiendo hacer seguimiento de la plataforma. El nivel de transparencia es modulable, pudiendo ir desde esquemas de uso anónimos, a niveles de trazabilidad alineados con la transparencia total. Es una tecnología construida sobre un paradigma de colaboración donde se reduce la fricción entre los distintos participantes en base a unas reglas bien definidas y de fácil adopción, sin necesidad de un gran nivel de acuerdo. La confianza en la red es creada sobre el consenso entre los participantes sin que exista la figura de un tercero, eliminando la necesidad de un servidor central que procese todas las transacciones donde para su seguridad cuenta con respaldo de firmas criptográficas.

Una vez que se introduce información en el sistema no se puede modificar por parte de ningún actor implicado ni de ningún administrador. Con Blockchain se puede gestionar cualquier tipo de valor o propiedad. Podemos decir que el uso de protocolos de Blockchain públicos elimina toda la burocracia de las operaciones, así como también elimina el control administrativo de los intermediarios de forma transparente y eficiente en comparación con redes privadas o con controles de acceso. Al hacer uso de puntos finales de comunicación se tiene un mayor control de toda la información que se pueda conectar a sistemas actuales como ERP, CMR, CMS; y su carácter público, abre la posibilidad de interoperabilidad no limitada a una forma bidireccional con cada sistema sino de forma multidireccional con una conexión universal.

Por otra parte, el Internet de las cosas (IoT) hace referencia a la tendencia constante de conectar todo tipo de objetos físicos al internet, especialmente aquellos que quizá aún no se pueden imaginar. Puede ser cualquier tipo de elemento, desde objetos domésticos comunes, como los refrigeradores y las bombillas; recursos empresariales, como las etiquetas de envío y los dispositivos médicos; hasta elementos portátiles sin precedentes, productos agrícolas, dispositivos inteligentes e incluso ciudades inteligentes que solo existen gracias al IoT.

Los sistemas de dispositivos físicos que reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas sin la intervención humana son sensores IoTs. Lo que lo hace posible es la integración de dispositivos informáticos sencillos con sensores en todo tipo de objetos.

La combinación de estas y más tecnologías emergentes benefician el valor de los datos, de cómo se miden y se monetizan, brindando información más detallada y veraz que en tiempos anteriores.

Una de las primeras implementaciones de IoT en el sector de la logística y el transporte consistió en etiquetar contenedores de envío con dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID). Estas simples etiquetas almacenan datos digitales que un lector puede registrar a través de ondas de radio, siempre y cuando la RFID se encuentre a una cierta distancia de un lector. Al principio, esto permitió que las empresas de logística realizaran un seguimiento de la llegada de los contenedores a ciertos puestos de control en que estaban instalados los lectores de RFID; por ejemplo, los depósitos o las terminales portuarias de carga. Sin embargo, gracias a los avances en IoT se han desarrollado dispositivos de seguimiento inteligentes que funcionan con baterías para reemplazar los RFID. Estos dispositivos pueden transferir datos permanentemente a las aplicaciones de IoT sin la necesidad de lectores en el lugar, así las empresas pueden analizar los datos de los envíos en tiempo real en cada tramo de la cadena de suministro de forma permanente en un ciclo de retroalimentación.

El caso en logística mencionado implementado hace varios años es un buen comienzo de todo el potencial que tienen los IoTs y plataformas descentralizadas como Blockchain para aumentar el valor agregado de la cadena logística para el cliente final.

Aún hoy existen algunos retos para cualquier plataforma de trazabilidad para brindar modelos sostenibles teniendo en cuenta estas características:

Viabilidad: Demostrar que el sistema funciona como un estándar viable para el procesamiento de la información.

Adopción: Implementar el sistema como un modelo de caso de uso en plataformas empresariales sobre una Blockchain donde exista un entorno de comunicación multilateral.

Oportunidad: Desarrollar una ruta crítica que les permita a todos los actores de la cadena de suministro la adopción de mecanismos de optimización de procesos y mitigación de riesgo en cualquier punto de toda la cadena logística, bajo un esquema óptimo y eficiente.

El uso de tecnologías como Blockchain e IoT permite demostrar que las redes públicas son más convenientes que sus contrapartes privadas y autorizadas, dando lugar a mayores eficiencias y a una nueva fuente de información para el mercado. El diseño del sistema

usando tecnología Blockchain impulsará el desarrollo de nuevos productos y servicios al facilitar su adopción y generar completa información para los negocios.

Transparencia: Todas y cada una de las transacciones se procesan y registran utilizando protocolos abiertos compartidos con los miembros de la cadena logística, en la que la trazabilidad de las acciones es el núcleo. Para garantizar el mayor nivel de independencia, la plataforma trabajará, pero no estará sujeta a, todos los proveedores de servicios digitales de cualquier tipo en forma de asociaciones para el beneficio de los miembros del ecosistema.

Simplicidad: Con el uso de la filosofía de diseño centrado en el usuario y conceptos fundamentales de usabilidad la etapa del proceso de diseño de la plataforma se enfoca en ser lo más intuitiva para principiantes. El diseño entiende los problemas reales de la experiencia de usuario y aspira a crear la experiencia más intuitiva como prioridad en la experiencia de uso ordinario en la operación de información.

A lo largo de este texto se analizará cómo estas tecnologías pueden añadir estas características a la cadena logística y, por consiguiente, aumentar el valor agregado de los productos de consumo humano.

SEGUNDA PARTE: SOLUCIONES DE TRAZABILIDAD Y TRANSPARENCIA DE PRODUCTOS DE CONSUMO EN EL MERCADO

En el mercado de trazabilidad de bienes de consumo con tecnología Blockchain se encuentran varias iniciativas/startups que han venido implementando desde proof-of-concept hasta productos sostenibles con aliados estratégicos relevantes.

En este sentido, podemos observar los siguientes ejemplos relevantes a nivel mundial sobre trazabilidad de bienes de consumo, así como en el sector específico del café especial.

- Microsoft Azure: Con sus servicios Blockchain provee servicios de trazabilidad para diferentes sectores de la economía productiva, entre los que se encuentra General Electric, 3M. Microsoft ha desarrollado una solución a la trazabilidad y control en el proceso logístico, por el cual se reconoce como un ecosistema natural para la integración entre una infraestructura Blockchain con el componente de IoT que mide en tiempo real el proceso logístico en diferentes procesos industriales, desde las cadenas de frío para procesamiento de alimentos hasta fármacos. La compañía elabora un flujograma donde ilustra las distintas interacciones entre la plataforma que agrega los distintos dispositivos IoT con la red DLT, la base de datos SQL, la red de Blockchain que puede ser pública (Ethereum) o de protocolos privados como Hyperledger Fabric o Corda.
- SAP: Empresas como Boehringer Ingelheim, Bosch, Tennant, Strala, se encuentran implementando el producto Leonardo como soluciones Blockchain para implementar en sus sistemas de inventarios y contar con una mayor transparencia en su cadena logística. Con su reciente alianza con la empresa de desarrollo Unibright, el conglomerado tecnológico SAP se pretende situar como uno de los líderes en la creación de ecosistemas Blockchain en los sistemas de inventarios,

con una gran integración a los hardwares IoT implementados en el proceso logístico. De acuerdo

con el Whitepaper¹ de este proyecto se pretende consolidar como la plataforma de integración de negocios con base en Smart Contracts, específicamente para temas de encadenamiento logístico se menciona lo siguiente:

“Los diferentes actores que interactúan en el proceso de envío interactúan con Unibright conformando Smart Contracts para actualizar el proceso de envíos y mostrar la respectiva trazabilidad de las entidades involucradas”

- IBM: Con la plataforma Hyperledger Fabric se han creado soluciones de supply chain en Blockchain para compañías como True Tickets, Kroger, RCS Global. En este caso, IBM con sus plataformas de Blockchain Hyperledger consideran que el gran potencial de la tecnología es brindar una solución descentralizada al proceso logístico que se caracteriza precisamente por su atomización y la interacción de distintos intervinientes que carecen de una centralidad. La compañía considera que la tecnología de DLT y Blockchain pueden proporcionar al proceso logístico un gran potencial al otorgar sincronización, encriptación y transaccionalidad inmutable en la cadena logística, la cual se manifiesta en el 75% de las actividades de comercio a nivel global. El mayor valor agregado se puede observar en la sincronización de los distintos actores independientes que se integran a la cadena de suministros.
- OriginChain: Startup que ha desarrollado servicios de trazabilidad a productos de pescadería, panadería, abarrotes, así como para productos de comida procesada. OriginChain es una solución de software que provee descentralización por medio de Blockchain en el sistema de rastreabilidad de procesos de importación de maquinaria E-commerce al mercado chino. La plataforma aplicó el método de Business Process Model Notation (BPMN) en su software con el ánimo de sistematizar toda la cadena de suministros desde su origen hasta su destino final como envío producto de las compras electrónicas, la integración de Blockchain fue realizada a través de la red pública de Ethereum. A modo de escalabilidad, la compañía desarrolló una integración de Smart Contracts de los contratos de Importación, Registro y de Servicios.

Ahora bien, en el presente año surge como una iniciativa conjunta entre EY, Consensus y Microsoft, que pretende acercar a las empresas privadas con las redes públicas de Blockchain para que se pueda contar con los beneficios accesibles a los protocolos públicos, en este caso Ethereum.

Es así como surge la iniciativa conjunta Baseline. Dentro de esta plataforma open source se pretende realizar por parte de la compañía *Envision Blockchain* una solución descentralizada de implementar tecnología DLT y de cadena de bloques para los procesos de encadenamiento logístico a través de la Mainnet, con un enfoque en el ahorro y optimización de estos procesos.

- VeChain: Protocolo público de Blockchain que ahora ha lanzado su producto de trazabilidad denominado ToolChain, con el cual han brindado trazabilidad tanto para el vino como para el té chino con una Asociación de Agricultores del norte de China. De acuerdo con el informe de la consultora británica Data Bridge, la Fundación VeChain se sitúa entre los 5 principales actores en el sector de *supply chain* e implementación de la tecnología Blockchain.
- Ambrosus: Otra iniciativa de protocolo público de Blockchain descentralizado que ha anunciado una reciente alianza con QSS Global SA, operador de contenedores en Suiza, con el ánimo de desarrollar un piloto de integración IoT y Blockchain en la prevención de manipulación mediante sus productos AMB-sense y AMB-net.
- Arc-Net: Es un proveedor de Blockchain agnóstico que puede manejar distintas interfaces de servicios cloud, así como plataformas de cadenas de bloques que se integren con diferentes dispositivos hardware IoT. Han desarrollado pilotos en conjunto con la firma consultora PwC en el Reino Unido en proyectos relacionados con cadena de custodia en los productos alimenticios, así como en bebidas alcohólicas.
- Everledger: Plataforma para otorgar trazabilidad a la producción de diamantes, gemas, vinos, bebidas alcohólicas, bienes de lujo, arte, reciclaje electrónico y el mercado de seguros en el continente africano.

Con respecto al sector específico del café, se han realizado los siguientes pilotos/productos que se han implementado en el mercado global:

- Microsoft: Se encuentra desarrollando una plataforma de trazabilidad end-to-end en su plataforma Microsoft Azure, que comprende todo la cadena de procesamiento desde la cosecha del café hasta el proceso de tostado en las tiendas de Starbucks a nivel mundial. El piloto por ahora se concentra en su centro de innovación Tryer Center en Seattle. Starbucks explora este proyecto como una forma de conectar a los productores con los clientes. La App muestra la trazabilidad, la nota del perfil de la taza de café, así como toda la manipulación de la que ha sido objeto. Esta posibilidad de observar el proceso logístico del café también aplica para los productores de café. El sistema de inventario del proceso se publica en un sistema contable de tecnología DLT del servicio Azure Blockchain Service.
- IBM: Con el lanzamiento de Farmer Connect “Thank My Farmer”, que se encuentra en la plataforma de protocolo privada de Hyperledger Fabric denominada FoodTrust, se pretende crear una trazabilidad desde la granja hasta la taza a nivel global en la producción de café con integración al componente IoT basada en transmisión de datos mediante códigos QR. La aplicación se encuentra liderando la implementación de la tecnología a nivel mundial y cuenta con un gran potencial hacia todos los productos agrícolas de consumo. Hasta la fecha esta es la iniciativa que ha recibido mayor número de participantes de la industria, siendo entre los más destacados Beyers Koffie, ITOCHU Corporation, Jacobs Dowe Egberts, JM Smucker Company,

Rabobank, RGC Coffee, Volcafe, Sucafina y Yara Internacional. Actualmente Nestlé también se encuentra utilizando esta plataforma en versión beta.

- Existen emprendimientos que se encuentran realizando pilotos semejantes tales como Trace Coffee, Grain Chain, Eka Plus, entre otros. Aún no se encuentran en fase de escalabilidad del negocio y se puede concluir que la madurez en el mercado de logística y Blockchain, de acuerdo con Gartner, por ahora se encuentra ceñida a la fase de exploración y testeo, puesto que aún se deben responder a interrogantes como interoperabilidad con los software de sistema de inventarios existentes, velocidad de transmisión de datos y el mecanismo de comercialización idóneo para este nicho de mercado, el sector del café y Blockchain ha comenzado con sus proyectos prominentes a vislumbrarse desde el año 2018.

TERCERA PARTE: DESCRIPCIÓN DE UNA PLATAFORMA DE SEGURIDAD DESCENTRALIZADA PARA AUTENTICAR LA TRAZABILIDAD Y TRANSPARENCIA LOGÍSTICA EN LA DISTRIBUCION DE PRODUCTOS DE CONSUMO HUMANO – “PLATAFORMA HUMAN LEAP”

La solución de seguimiento de la cadena de suministro de productos de consumo humano mediante una plataforma de seguridad descentralizada para autenticar la trazabilidad y transparencia logística en la cadena de proveeduría, denominada “plataforma Human Leap”, rastrea integralmente información clave sobre el origen, inocuidad y calidad del producto en su proceso logístico desde el origen, hasta el destino mediante la tecnología Blockchain. Los datos relativos al origen y su inocuidad son verificados y asegurados por una cadena de bloques donde permanecen inmutables y disponibles para todas las partes interesadas. Los datos confiables de esta solución reflejarán un conjunto de datos robusto que proporciona visibilidad completa de la cadena de suministro de productos de consumo humano.

La compilación de datos se realiza con etiquetas QR, dispositivos IoT u otros dispositivos como sensores fijos o móviles para producir una cantidad significativa de puntos de datos sin procesar. Todos los datos se reciben, procesan y convierten en datos legibles. Estos conjuntos de datos renderizados y organizados se incluyen como un producto de trabajo para informar al consumidor sobre el origen e inocuidad del producto a consumir.

La cadena de bloques funciona para tomar datos confiables de etiquetas, dispositivos IoT automatizados y registrar los datos en un libro de contabilidad confiable una Blockchain. La solución integrada significa que las partes interesadas de la cadena de suministro por primera vez pueden tener visibilidad del movimiento del producto a lo largo de una cadena de suministro. Es información a prueba de manipulaciones, lo que le permite habilitar la recepción confiable sobre el producto. El estado del envío tiene el potencial de revolucionar la gestión de la cadena de suministro y el consumo de productos que sin una debida gestión y trazabilidad pueden generar graves problemas a la salud del consumidor.[2]

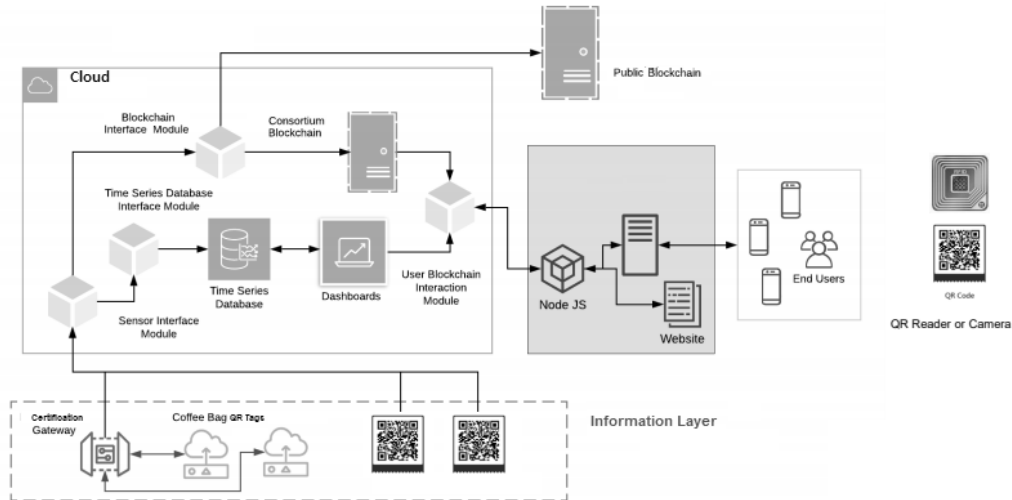


Gráfico 01. Descripción gráfica de la solución.

Algo para tener en cuenta radica en que los datos sin procesar en sí mismos están escritos en Blockchain. El conjunto de datos representados es una forma adicional de presentar los datos completos al cliente para que haga sus propias observaciones. Los datos recolectados podrían dar visibilidad de las condiciones ambientales, geolocalización y estado del producto durante el período de trayecto.

Las soluciones que la plataforma Human Leap intenta proveer son las siguientes:

1. Desarrollo de una solución de trazabilidad origen-destino de productos de consumo humano con transmisión en tiempo real para todos los actores clave de los datos obtenidos dentro del proceso evaluado.

2. Compilación y análisis de datos registrados en Blockchain: Procesamiento de datos de etiquetas QR, dispositivos IoT u otros sensores que a partir de procesos de visualización amigables permitan al cliente final hacer sus propias observaciones respecto del origen, inocuidad y calidad del producto a adquirir. También puede realizarse mediante el procesamiento de datos por códigos QR, garantizando la interoperabilidad con sistemas de inventarios en uso por los clientes. Los datos recolectados, se registran en una solución Blockchain pública, que funciona para tomar datos confiables y almacenarlos en una cadena que permite asegurar la inmutabilidad de la cadena de custodia en los sistemas de distribución.

3. Know your Food: Creación de experiencia de consumo moderna a través de una página web o app que sirve para visualizar los datos de la cadena logística acercando al consumidor del producto con todos los actores de la cadena de producción.

4. Automatización de contratos de suministro internacional de productos de consumo humano – Smart Supply Contracts: Generación de contratos de suministro internacional automatizados y basados en Blockchain para facilitar la fijación del valor de los bienes suministrado y el pago de la contraprestación de estos al proveedor.

5. Información fiable para fijar valores en la negociación de futuros de productos de consumo: Generación de información fiable para una estimación más precisa del valor futuro de los productos de consumo negociados.

CUARTA PARTE: DESCRIPCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ENSEÑANZAS DE PILOTO DE TRAZABILIDAD DE CAFÉ VERDE.

A mediados del año 2019, en conjunto con Penta Global y La Meseta, la tercera empresa colombiana que más exporta café verde en el país, se realizó un piloto para la implementación de Blockchain y dispositivos de IoT para la trazabilidad de un cargamento de 200 toneladas de café verde desde Caldas, Colombia hasta Toronto, Canadá.

4.1 Los objetivos específicos del piloto fueron:

- Proveer una solución de trazabilidad multimodal en la carga de exportación de café verde.
- Evaluar la conectividad y transmisión en tiempo real de los datos obtenidos en el proceso logístico de la mercancía.
- Analizar el valor de los datos obtenidos en todo el piloto.
- Otorgar una certificación basada en Blockchain que permita contar la historia logística detrás de la venta del producto del café trazado.
- Analizar la posibilidad de implementar contratos inteligente *-smart contracts-* para acelerar y facilitar el pago de la contraprestación del valor de la carga del café por parte del comprador al vendedor.

4.2 Descripción del piloto:

La primera fase del piloto comenzó el 26 de junio de 2019, en la trilladora de la Meseta, mediante la implementación, cinco dispositivos de internet de las cosas con tecnología NIST-certified Bluetooth Low Energy (nombre en inglés), GSM y sensores de temperatura, humedad, luminosidad y GPS. Los dispositivos se implementaron en bolsillos cocidos en los sacos de café denominados “sacos de trazabilidad”.



IMPLEMENTATION

Coffee Beans were loaded onto trucks at La Meseta in Chinchina, transported to Buenaventura port and loaded onto shipping containers bound for Toronto, Canada.





La segunda fase se centró en la prueba y testeo de los dispositivos IoT en campo y su sincronización con la plataforma del proveedor de los dispositivos y el sistema DLT de Penta Global

IMPLEMENTATION

Penta and Human Leap placed IoT sensors to track the shipment and report data readings at regular intervals to Penta's data systems.

The collage includes several elements:

- Top left: A close-up of several yellow IoT sensors.
- Top right: A yellow box for a 'roambee' device with 'Jack Brown' printed on it.
- Bottom left: A screenshot of a 'Sensor History' dashboard. It shows a table of device settings for 'La Meseta Pilot 1: June 18, 2019' and a line graph for 'Temperature °C' from June 21 to July 09. The graph shows temperature fluctuations between 60°C and 110°C.
- Bottom right: A map of the Caribbean region with a red pin and label for 'Buenaventura Port'.

La tercera fase se centró en la encriptación de la información tomada por los dispositivos IoT. Nos concentramos en la información relativa a geolocalización, temperatura, humedad y luminosidad. Esta información fue escrita en la plataforma Blockchain diseñada por Penta Global en la plataforma Bigchain DB. Se hizo especial énfasis en los datos recolectados por los dispositivos IoT cada vez que la carga de café cambiaba de actor que custodiaba el café.

IMPLEMENTATION

We wrote the data collected by IoT devices to a blockchain so that the information could not be modified and would be available to stakeholders in the supply chain granted access.

The collage includes several elements:

- Top left: A smartphone screen displaying an IoT sensor app interface with sections for 'Identity', 'Currently', and 'Logging'.
- Top right: A dashboard showing temperature monitoring statistics: 'Longest Duration Over High Temperature: 2.7 hours', 'Longest Duration Below Low Temp Threshold: [blank]', 'Readings Above High Temperature Threshold: 15', 'Readings Below Low Temperature: [blank]', 'Mean Temperature: 9.7 °C', and 'Temperature Standard Deviation: [blank]'. Below this is a line graph of 'Temperature (°C)' over time from 08:50 to 10:40.
- Bottom left: A screenshot of a shipping status page for 'Horrock's Battle Creek' showing 'On time status -- ON TIME' and departure information.
- Bottom right: A person's hands scanning a coffee sack with a smartphone.

Los actores envueltos en la cadena de proveeduría de café del piloto fueron:

1. La Meseta – trilladora de café.
2. Transportista de la carga desde Chinchiná, Caldas al puerto de Buenaventura
3. Agente logístico encargado de almacenamiento y posterior embalaje de la carga en buque transportador.
4. Línea naviera propietaria del buque transportador.
5. Comprador de la carga en Toronto, Canadá

La cuarta fase fue la reconstrucción del relato de la cadena de proveeduría basada en la información recolectada por los dispositivos IoT y registrada en el sistema de información de Penta Global. El piloto finalizó con la devolución de los dispositivos IoT por parte del comprador de café el día 10 de julio de 2019.

De las cinco soluciones que la plataforma Human Leap intenta proveer, en este piloto se probaron las primeras dos:

1.Desarrollo de una solución de trazabilidad origen-destino de productos de consumo humano con transmisión en tiempo real para todos los actores clave de los datos obtenidos dentro del proceso evaluado. La información recolectada por los dispositivos IoT fueron transferidos al cliente (La Meseta) con el fin de revisar si las condiciones de humedad, temperatura, geolocalización y tiempos de entrega fueron cumplidos en toda la cadena logística desde la salida del producto de Chinchiná-Caldas, Colombia hasta su arribo al puerto de Toronto, Canadá.

2. Compilación y análisis de datos registrados en Blockchain. La información recolectada por los dispositivos IoT fueron registrados en una plataforma Blockchain proveída por nuestros aliados Penta Global. Esta información cumple con las propiedades que ofrece Blockchain, es decir, inmutabilidad, transparencia y seguridad de la información registrada.

En el piloto se intentó probar la solución número 3 “Know your food”. Por imposibilidad en coordinar y alinear intereses entre el comprador de la carga y los actores que participaron activamente en el piloto no fue posible crear una experiencia de consumo del café verde exportado y trazado en el piloto. Las soluciones número 4 y 5 no fueron intentadas en este piloto.

4.3 Enseñanzas

- **Importancia de alineación de intereses entre todos los actores de la cadena**

Para poder implementar todas las soluciones que la plataforma Human Leap intenta emplear es necesario convencer y alinear a todos los actores de la cadena logística del producto de consumo que se planea asegurar. Un ejemplo claro de esta necesidad fue la falta de interés y prioridad demostrada por el comprador canadiense del café verde. Si se hubiera contado con su interés, habríamos logrado proveer la solución “Know your food” para la visualización y toma de decisión del consumidor en adquirir o no el producto, basado en información inmutable y confiable desde su proceso de trilla hasta su entrega final.

- **Interoperabilidad con los sistemas de ERP e inventarios de todos los actores clave de la cadena logística con los servicios proveídos por la plataforma Human Leap.**

Blockchain es una tecnología emergente que está en constante evolución. Uno de los graves problemas para su comercialización y uso escalable ha sido la imposibilidad de lograr su interoperabilidad con los sistemas de ERP más comúnmente utilizados por las empresas (Eg. SAP, ORACLE, MICROSOFT). Al momento de realización del piloto (Junio-Julio 2019) no existía ninguna solución por parte de las principales Blockchain públicas (Ethereum, Bitcoin, Bigchain, entre otras) para poder realizar procesos de interoperabilidad entre sus plataformas y ERPs mencionados.

En la actualidad (mayo, 2020) ya existen soluciones basadas especialmente en Ethereum para solucionar la interoperabilidad de sistemas ERP como por ejemplo SAP para lograr la interoperabilidad de registro en Blockchain de datos relacionados al origen, inocuidad y calidad de los productos de bienes de consumo. Esto significa un gran adelanto para lograr la interoperabilidad necesaria para facilitar su uso por parte de todos los actores clave en una cadena de suministro.

- **Importancia de capacitación entre todos los actores de la cadena de suministro y sus operadores**

Para el éxito de la implementación de la plataforma Human Leap es necesario establecer planes de capacitación entre los operadores de los sistemas de ERPs, inventarios y manipuladores de la carga en que se planea realizar su trazabilidad. Esto es especialmente primordial cuando se busque una solución “Extremo a extremo”, que pretenda la trazabilidad completa desde el cultivador de la materia prima hasta el punto de entrega del producto final.

- **Contratos inteligentes y contratos de suministros**

El piloto demostró que la gran necesidad que tienen las empresas de productos de consumo humano de exportación es tanto asegurar el aumento de valor agregado del producto mediante la trazabilidad del origen y su calidad, como la facilidad en realizar la operación de transferencia del pago por parte del comprador. Observamos que el uso de Blockchain, además de ser una herramienta altamente eficaz en asegurar y hacer más transparente la información del producto, es un medio ideal para realizar transferencias de dinero mediante el cual se paga el producto suministrado. El gran siguiente paso es poder asegurar tanto la trazabilidad del producto como la posibilidad de transferir la contraprestación del bien suministrado de una forma más eficiente implementando contratos inteligentes de suministro.

- **Uso de Blockchain e inteligencia artificial (IA) para aumentar la precisión del valor de los futuros de productos de consumo humano**

Una gran enseñanza dada por La Meseta es que gran parte de su éxito como empresa exportadora de café es que sus operaciones se basan en contratos de futuros de café. Uno de los inconvenientes más comunes en esta práctica, es la falta de contar con más información para asegurar el precio más justo en el futuro a cambio de café que tampoco se sabe con certeza qué tipo de calidad tendrá en el momento de su comercialización en

ese preciso momento futuro pactado. Es posible que a partir del uso de información registrada en Blockchain se puedan obtener grandes cantidades de datos acerca de la calidad e inocuidad de productos de consumo humano. Y que en el futuro, puedan ser una importante fuente para asegurar el precio más justo en un contrato de futuros, teniendo en cuenta datos pasados sobre la inocuidad y calidad del café proveído.

QUINTA PARTE: CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS PASOS

Se espera mejorar los procesos internos de producción y logística de pequeñas y medianas empresas que están aprovechando el E-commerce con una solución de trazabilidad, lo que conllevaría a un proceso de toma de decisiones oportunas que posibiliten un ahorro de costos y eficiencia para el productor y comercializador de productos de consumo; esta vez de café, y a su vez, que permita ejercer un control real y oportuno sobre el origen, inocuidad y calidad del producto.

La solución facilita la certificación de características propias del producto requeridas por el consumidor, certificar el origen, así como las condiciones de producción en cuanto a prácticas sociales y medioambientales que contribuyan a la generación del valor agregado que busca el consumidor.

Se observa que este atributo puede ser aprovechado en mayor medida en productos de consumo humano de alta sofisticación, por ejemplo, cafés premium o cafés que sigan procedimientos de destilación artesanal, vegetal o animal, que les den una calidad especial y deseado por el mercado de diferentes países a nivel mundial.

La solución vuelve a otorgar la importancia a la confianza de los consumidores sobre los productos consumibles, en este caso café, adquiridos que cuentan con cadena de custodia en su encadenamiento logístico desde su cultivo hasta su comercialización (end-to-end). Lo anterior, abre una posibilidad de mercadeo para las tiendas de productos de consumo humano altamente sofisticados como el café tanto en canales digitales como en canales físicos tradicionales.

La certificación de la calidad y sostenibilidad del producto, ofrecen algo que para tiempos de crisis revoluciona el comercio tradicional, generan el valor agregado que acerca y traslada al cliente a la experiencia real de tener un producto con el nivel de exigencia que demanda el consumidor de nuestros tiempos. Esta calidad puede otorgar un mayor valor agregado en cadenas de venta tradicional o E-commerce a nivel internacional, tal como se ha observado en otros casos de productos procesados o *commodities*; su relevancia sobresale cuando estamos hablando de café premium o productos de consumo humano sofisticados de cualquier índole.

Es claro que todas las empresas y diferentes negocios cuentan con sistemas existentes como ERP, CRM, CMS, MIS, entre otros; y es por ello, que cualquier solución debe ser fácil de conectar y de integrar aprovechando el carácter abierto y público de protocolos existentes que permitan sumar nuevos beneficios en las economías digitales y aspectos del

negocio E-commerce, dado que hoy en día el cliente final busca toda la información posible que sea de valor para su mercado.

Adicionalmente, la implementación de un sistema descentralizado con DLT garantiza una mejor administración de los documentos y trámites que se deben surtir tanto a nivel local, nacional como internacional en la comercialización de este tipo de productos. Como se ha demostrado en el estudio de antecedentes académicos y en la práctica, la implementación de Smart Contracts que corran en protocolos Blockchain –públicos o privados– puede otorgar un valor agregado en la optimización del día a día operativo en las actividades logísticas de productos de consumo humano.

La posibilidad de contar con contratos inteligentes de suministro puede ser una estrategia que revolucione el comercio internacional de productos de consumo para las pequeñas y medianas empresas explotando el canal de E-commerce. Lo anterior cobra mayor relevancia en este periodo de la humanidad donde la calidad e inocuidad de los productos que consumimos han tomado una importancia inimaginable si se compara la era pre COVID-19.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] <https://www.centerforfoodsafety.org/issues/311/ge-foods/ge-food-and-your-health>
- [2] Reynolds, L. T. (2009). Mainstreaming fair trade coffee: From partnership to traceability. *World Development*, 37, 1083-1093. doi:10.1016/j.worlddev.2008.10.001
- [3] É. Z. Ismael A. Ramirez, “*Gestión de Servicios de Tecnología de la Información*”, Cali, Colombia: Impresora Feriva S.A., 2014
- [4] Dr. H.A. van Vuuren et al., “*Blockchain technology applied to the coffee supply chain and its certifying parties: the case of Bext 360*”, Holanda, 2018
- [5] Dr. Vinesh Thiruchelvam et. al., “*Blockchain-based Technology in the Coffee Supply Chain Trade: Case of Burundi Coffee*”, *Revista de Telecomunicaciones, Electrónica y Ciencias de la Computación*. Universiti Teknikal Malaysia Melaka. 2017.
- [6] L. Samper and X. Quinones-Ruiz, “Towards a Balanced Sustainability Vision for the Coffee Industry,” *Resources* 2017, vol. 6, 1-28.
- [7] K. Kroll, “Spilling the Beans on the Coffee Supply Chain,”. *Inbound Logistics*. Retrieved March 30, 2018, from <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/spilling-the-beans-on-the-coffee-supply-chain/>
- [8] Z. Li, G. Liu, L. Liu, X. Lai, and G. Xu, “IoT-based tracking and tracing platform for prepackaged food supply chain,” *Industrial Management and Data Systems*, vol. 117 Issue: 9, 2017. pp. 1906-1916, <https://doi.org/10.1108/IMDS-11-2016-0489>.
- [9] P. Bamber, A. Guinn, and G. Gereffi, “Burundi in the Coffee Global Value Chain: Skills for Private Sector Development,” *Technical Report*. 2014. Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University. DOI: 10.13140/RG.2.1.1097.4808.
- [10] Q. Lu, and X. Xu,” *Adaptable Blockchain-Based Systems: A Case Study for Product Traceability*,” *IEEE Software*. vol. 34, n. 6, November/December 2017. DOI: 10.1109/MS.2017.4121227.
- [11] B. Penny, G. Andrew, G. Gary, “Burundi in the Coffee Global Value Chain: Skills for Private Sector Development,”. 2014 DOI:10.13140/RG.2.1.1097.4808.
- [12] International Coffee Council, “Value addition in the African coffee sector,” 2017. <http://www.ico.org/documents/cy2016-17/icc-120-7eAfrican-coffee-sector.pdf>.
- [13] B. Swails, and Q. Joy, “Burundi's coffee culture: the difference between food and hunger,” *CNN*. 2013. <http://edition.cnn.com/2013/11/19/business/burundis-coffeeculture/index.html>.
- [14] A. Janvier-James, “A New Introduction to Supply Chains and Supply Chain Management: Definitions and Theories Perspective. *International Business Research*, “*International Business Research* vol. 5, no. 1, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/ibr.v5n1p194>



[15] J. Grabs, “The Rise of Buyer-Driven Sustainability Governance: Emerging Trends in Global Coffee Sector,”. ZenTra Working Paper in Transnational Studies No. 73 / 2017.

[16] I.. Pokorna, and L.Smutka, “What is the structure of the coffee market: Can the real poor benefit from the coffee trade?”, Czech University of Life Sciences, 2010.

[17] N. Slawson “Coffee and climate change: what you need to know,” The Guardian, 2017.
<https://www.theguardian.com/sustainablebusiness/2016/sep/27/coffee-climate-change-supply-chain-risks-smallholders-fairtrade-tech>

ⁱ World Health Organization. Who Estimates of the Global Burden of Foodborne Diseases. 2015.

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf?sequence=1

ⁱⁱ Centers for Disease Control and Prevention. CDC’s Role in Food Safety. 2018.

<https://www.cdc.gov/foodsafety/pdfs/CDC-Food-Safety-2018-H.pdf>.

ⁱⁱⁱ The EU Food Fraud Network. Annual Report 2018.

https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/food-fraud_network_activity_report_2018.pdf

^{iv} OECD/EUIPO (2020), Trade in Counterfeit Pharmaceutical Products, Illicit Trade, OECD Publishing, Paris,

<https://doi.org/10.1787/a7c7e054-en>.