



UNIVERSIDAD EAN
MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y PROYEC-
TOS TECNOLÓGICOS –VIRTUAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE LAS TECNOLOGIAS BLOCKCHAIN Y BA-
SE DE DATOS RELACIONALES PARA EL MANEJO DE ORDENES DE PEDIDO EN
LAS OPERACIONES LOGISTICAS DE FUNZA

AUTOR
DIEGO FELIPE ROJAS GÓMEZ

DIRECTOR DE TESIS
MAIRA GARCIA JARAMILLO

BOGOTA D.C. SEPTIEMBRE DE 2020
UNIVERSIDAD EAN

EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE LAS TECNOLOGIAS BLOCKCHAIN Y BASE DE DATOS RELACIONALES PARA EL MANEJO DE ORDENES DE PEDIDO EN LAS OPERACIONES LOGISTICAS DE FUNZA

DOCUMENTO DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRIA EN GERENCIA DE SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

AUTOR

DIEGO FELIPE ROJAS GÓMEZ

DIRECTOR DE TESIS

MAIRA GARCIA JARAMILLO

BOGOTA D.C. SEPTIEMBRE DE 2020



**Acreditada
en Alta Calidad**

Res. n.º 29499 del Mineducación.
29/12/17 vigencia 28/12/21

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	13
2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
2.1.	Pregunta de investigación.....	22
2.2.	Hipótesis.....	23
3.	JUSTIFICACIÓN	25
4.	OBJETIVOS	28
4.1.	Objetivo General	28
4.2.	Objetivos Específicos	28
5.	MARCO TEÓRICO.....	29
5.1.	Blockchain.....	30
5.2.	Base de datos relacional	32
5.3.	Cadena de Abastecimiento	33
5.4.	Gestión del cambio.....	35
5.5.	Computación en la nube	36
5.6.	Adopción de Tecnología	39
5.7.	Productividad	40
6.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	42
6.1.	Tipo de investigación	42
6.2.	Diseño de la investigación.....	42
6.3.	Variables objeto de estudio	43

6.4.	Selección de variables	43
6.5.	Técnicas e instrumentos de investigación	53
7.	DISEÑO DEL MODELO DE EVALUACIÓN COMPARATIVA	57
7.1.	Revisión de literatura relacionada con las tecnologías a comparar.....	64
7.2.	Selección de variables más representativas en la literatura.....	64
7.3.	Casos de uso de los procesos de negocio	65
7.4.	Evaluación y calificación de procesos según casos de uso	66
7.5.	Calificaciones de los casos de uso para obtener la tecnología más favorable.....	66
7.6.	Totalización de calificaciones	67
7.7.	Documentación de conclusiones	68
8.	DESARROLLO DEL MODELO DE EVALUACIÓN COMPARATIVA	69
8.1.	Zona de Operaciones Logísticas (Z.O.L.).....	69
8.2.	Procesos logísticos y casos de uso a evaluar.....	70
8.3.	Análisis y calificación de los procesos.....	72
8.4.	Totalización de las calificaciones.....	144
8.5.	Análisis de los resultados	146
9.	PROCESOS QUE SE PUEDEN BENEFICIAR CON LA APLICACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN COMPARATIVA EN EL CONTEXTO COLOMBIANO.....	148
9.1.	Pagos electrónicos.....	148
9.2.	Trámite de traspaso vehículos	152
9.3.	Transparencia alimentaria	153
9.4.	Votación popular	154

10.	CONCLUSIONES	156
11.	REFERENCIAS.....	161

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problema.....	21
Figura 2. Mapa Conceptual.....	29
Figura 3. Diagrama de decisión entre bases de datos relacionales y Blockchain.....	61
Figura 4. Diagrama de decisión entre bases de datos relacionales y Blockchain.....	62
Figura 5. Diagrama del Modelo de Evaluación Comparativa Propuesta.....	63
Figura 6. Ubicación Geográfica De La Z.O.L.	70
Figura 7. Esquema De Conexión A Bases De Datos Locales.....	76
Figura 8. Esquema De Conexión A Blockchain Pública.	79
Figura 9. Relación Volumen De Datos / Tiempo De Lecto Escritura. Bases De Datos Relacionales.	101
Figura 10. Relación Volumen De Datos / Tiempo De Lecto Escritura. Blockchain.	102
Figura 11. Diagrama De Funcionamiento De La Criptografía Asimétrica.....	116
Figura 12. Diagrama de funcionamiento IoT con Blockchain.....	123
Figura 13. Impacto En El Desempeño Por La Habilitación De Cifrado En Base De Datos.	129
Figura 14. Etiqueta Impresa Para Identificar Pedido	130
Figura 15. Etiqueta RFID para identificar pedido.	131
Figura 16. Consulta De Un Hash En Blockchain Pública.	143
Figura 17. Comparativa de pago entre Visa y Bitcoin.....	150
Figura 18. Comparativo Compraventa Simple de Inmuebles.	151
Figura 19. Bloque de Resultados de la Transacción	152
Figura 20. Comparativo Traspaso de Vehículos.....	153

Figura 21. Funcionamiento de Trazabilidad Alimentaria con Blockchain.	154
Figura 22. Votación en Blockchain.	155

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Blockchain Vs Bases De Datos Relacionales Centralizadas Y Distribuidas.....	46
Tabla 2. Correspondencia De Variables Por Autor	49
Tabla 3. Tabla de calificaciones para cada descriptor.	53
Tabla 4. Tabla de calificaciones para cada variable.	53
Tabla 5. Matriz de Análisis del Desempeño en la Tecnología.	54
Tabla 6. Matriz de Análisis de Confidencialidad y Privacidad.	55
Tabla 7. Matriz de Análisis de Escalabilidad de la Tecnología.....	56
Tabla 8. Comparativa entre modelos Analizados.	59
Tabla 9. Modelo de Selección de Variables.....	65
Tabla 10. Calificación de Variables.....	66
Tabla 11. Totalización Matricial.....	67
Tabla 12. Totalización Vertical.....	68
Tabla 13. Caso De Uso 1. Recepción - Recibo Físico.....	72
Tabla 14. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 1.....	74
Tabla 15. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 1.....	77
Tabla 16. Caso De Uso 2. Recepción - Recibo Físico y Arrume.....	80
Tabla 17. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 2.....	82
Tabla 18. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 2.....	85
Tabla 19. Caso De Uso 3. Almacenamiento - ABC	87
Tabla 20. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 3.....	89

Tabla 21. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 3.....	91
Tabla 22. Caso De Uso 4. Almacenamiento - Paletizado	92
Tabla 23. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 4.....	94
Tabla 24. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 4.....	97
Tabla 25. Caso De Uso 5. Preparación de Pedidos - Picking	102
Tabla 26. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 5.....	104
Tabla 27. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 5.....	107
Tabla 28. Estructura de un Bloque de Blockchain.....	108
Tabla 29. Caso De Uso 6. Preparación de Pedidos – Pick To Light.....	109
Tabla 30. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 6.....	111
Tabla 31. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 6.....	114
Tabla 32. Caso De Uso 7. Preparación de Pedidos – Picking con RFID.....	116
Tabla 33. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 7.....	118
Tabla 34. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 7.....	121
Tabla 35. Caso De Uso 8. Expedición – Embalaje de Mercancías.....	123
Tabla 36. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 8.....	125
Tabla 36. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 8.....	127
Tabla 38. Caso De Uso 9. Expedición – Preparación de Transporte	131
Tabla 39. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 9.....	133
Tabla 40. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 9.....	135
Tabla 41. Caso De Uso 10. Expedición – Validación del Despacho	137
Tabla 42. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 10.....	139
Tabla 43. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 10.....	142

Tabla 44. Tabla general de Resultados 145

RESUMEN

La implementación de nuevas tecnologías puede traer beneficios para las organizaciones no solamente desde el punto de vista económico sino también operativo. No obstante, la existencia de una nueva tecnología no implica directamente que sea beneficiosa para la organización y esta debe realizar un análisis comparativo que confirme previamente los resultados que puede obtener con su adopción.

En primer lugar, este trabajo de grado revisa el estado del arte de la tecnología Blockchain pública que cimienta los criterios de evaluación comparativa con respecto a la tecnología tradicional.

En segundo lugar, propone un modelo de evaluación comparativa entre las tecnologías de bases de datos relacionales y la de Blockchain, seleccionando y atribuyendo valores a las variables más relevantes de acuerdo con las características encontradas en la literatura.

Tercero, aplica el modelo de evaluación comparativa a la industria logística de Funza Cundinamarca para diez casos de uso que involucren sistemas de información en sus procesos.

Cuarto, describe procesos dentro del contexto colombiano que podrían beneficiarse del modelo de evaluación comparativa propuesta para finalmente, analizar los datos obtenidos en la evaluación comparativa y ofrecer conclusiones generales sobre todos los aspectos mencionados durante el desarrollo del presente trabajo de grado.

1. INTRODUCCIÓN

La logística y transportes hacen parte importante de la operación de organizaciones con diferentes tipos de actividades económicas, especialmente las de distribución al por menor de productos. A medida que las empresas logran abarcar una parte más grande del mercado en el que se desempeñan, aumenta la cantidad de transacciones de venta y consecuentemente deben realizar un mayor número de entregas a los clientes. A medida que estas transacciones aumentan, se hace imposible para las organizaciones tener el registro de todas ellas manualmente, lo que conduce a la necesidad de implementar y operar sistemas de información que actúen como punto central de confirmación y referencia.

El resultado de la ampliación de datos orientados al control de información se encuentra trazado a partir de varios factores de índole interna de las empresas. Con el aumento de información se incrementaron elementos en torno a los costos, el tiempo y la funcionalidad. De acuerdo con los planteamientos de Pérez (2020), la motivación por control y tener un mejor manejo de las bases datos gestó el inicio de un nuevo quehacer, donde se debía ejecutar de manera apropiada una escalabilidad en torno a los nuevos tipos de bases de datos y la forma como estas permitían el uso, el almacenamiento y la distribución de datos.

Desde los años 80, la administración de bases de datos relacionales (RDBMS) se ha usado como motor principal para el almacenamiento y ejecución de transacciones de la empresa, no

solo para logística y transportes sino también para la planificación de los recursos de la empresa. Con la globalización, la necesidad de las organizaciones para manejar la misma información y tener referencia común de las transacciones que realizan entre ellas llevo al empleo de telecomunicaciones y protocolos electrónicos que hicieran esto posible. A partir de ello, se gestó la ampliación de las bases de datos, no solo en relación con el contenido de las mismas, sino la facilidad que poseían para la implementación.

Cuando estas interconexiones entre empresas se hicieron realidad, generaron a su vez otras necesidades relacionadas con la consistencia de los datos enviados y recibidos, con la velocidad con la que son transmitidos, su fortaleza ante los intentos de robo de datos, la capacidad de los sistemas de información para crecer a medida que se guardan más transacciones y los gastos económicos relacionados con todas estas características. Indirectamente, también implicaron la adición de colaboradores que realicen las tareas de mantenimiento sobre estos sistemas de información y sus telecomunicaciones.

Entonces, las bases de datos, principalmente de big data, empezaron a desarrollarse en razón a tres componentes principales: la variabilidad, el contenido y el modelo que manejaban. De acuerdo con los planteamientos de Pérez (2020), la clasificación de la base datos permitió que múltiples prototipos se establecieran a nivel internacional, entre ellos se encuentran algunos gestores como lo son Redis, Cassandra y Mongo. La evolución de las características de los datos permitió que se centrara la atención en la creación de nuevos gestores orientados a asegurar la persistencia y la inmutabilidad de los datos.

Sobre el año 2010, una revolucionaria tecnología fue diseñada y puesta en producción permitiendo el almacenamiento de información de cualquier tipo de producto de una manera descentralizada, cuyos datos residen en múltiples nodos de internet. Esta tecnología, almacena no solamente la información del producto sino las organizaciones que realizan transacciones con estos productos, al estilo de un libro contable. Dicha tecnología fue bautizada Blockchain.

La información almacenada en Blockchain no puede ser editada, mutada o alterada por nadie. Sin embargo, el hecho de que esta tecnología actúe de manera descentralizada rompe con los esquemas en que las organizaciones vienen trabajando con las bases de datos relacionales y cómo son certificadas las transacciones, las cuales, no requieren de intermediarios para ser certificadas. A partir de ello, Blockchain se convirtió en la tecnología que permitía hacer uso de grandes cadenas de datos, las cuales fomentaban que existiera un nivel alto de seguridad y privacidad de las transacciones, principalmente por el enfoque dado para el mundo económico.

La manera en que trabaja Blockchain abre la posibilidad de explotar sus características no solo para el registro de transacciones comerciales sino aquellas que corresponden únicamente con la logística y transportes, donde cada segundo ahorrado en el cambio de estado del inventario significa ventajas competitivas para las organizaciones. En el presente documento se expone las características principales de este tipo de tecnología, permitiendo con ello hacer un análisis aplicado en la realidad dado el análisis comparativo en ciertos casos y procesos; lo anterior corresponde a un modelo de evaluación entre los modelos de bases relacionales y el Blockchain aplicado a la industria de la logística en Funza, Cundinamarca.

Para cumplir con ello, el documento se ha dividido en diez grandes apartados, los cuales responden de manera directa y progresiva con el análisis comparativo y los resultados deductivos a los que se llegaron.

En el capítulo 2 se desarrolla los elementos acordes a la formulación del problema, es decir que se hace una presentación de los elementos rectores que llevaron a la conformación y desarrollo del trabajo.

En el capítulo 3 se presenta la justificación, la cual brinda el porqué de la comparación y las razones de peso a nivel académico como profesional; en este capítulo se destaca la importancia de evaluar los elementos de la cadena de abastecimiento, con el fin de reducir costos y evitar problemas humanos y tecnológicos.

En el capítulo 4 se presentan los objetivos de la investigación. En este apartado se hace hincapié de manera deductiva de las acciones a tratar y de los países que componen la evaluación comparativa. Se identifica dentro de este apartado que el fin es la descripción de los procesos de la cadena de abastecimiento de casos de estudio aplicados. Lo anterior permitirá no solo la puesta en escena del modelo, sino considerar los resultados para una reflexión final.

En el capítulo 5, por su parte, se exhibe los elementos acordes al sustento teórico. En este capítulo se exhibe una presentación conceptual de elementos tales como Blockchain, bases de datos relacionales, la cadena de abastecimiento, la gestión del cambio, la computación en la nube, la adopción de tecnología y la productividad. La selección de elementos, como la integración

de conceptos se orientó con el fin de hacer un grado de especificación, el cual corresponde al cumplimiento de un modelo, que a partir de la evaluación de las partes componentes de la cadena de abastecimiento pueda denotar las características y ventajas de la utilización de una base de datos relacional y no relacional. Es importante destacar que la selección de conceptos está acorde con el fin único de proporcionar al lector una mirada sucesiva de los elementos fundamentales para la comprensión temática y experimental.

En el capítulo 6, correspondiente a la metodología, se expone a grandes rasgos las características de índole investigativo. Estos elementos enfocados al tipo de investigación, el diseño de investigación, las variables y las técnicas e instrumentos de investigación, corresponden de manera directa con especificaciones y necesidades que surgen a partir del marco teórico y los objetivos. Es fundamental señalar que, de acuerdo con Pérez (2020), la selección y análisis de variables en el campo del análisis de datos para la temática responde inicialmente a una revisión documental, donde se sigue un hilo componencial de los elementos principales para la selección, como lo son el DESEMPEÑO y la ESCALABILIDAD, principalmente.

En el capítulo 7, el cual exhibe el primer aporte investigativo, se da a conocer el desarrollo paso a paso de la revisión de literatura, hasta el establecimiento de las variables de selección. Los resultados de estos procesos permitieron identificar una matriz de análisis fundamentada en una revisión mixta. Lo anterior corresponde a la identificación de un análisis del proceso y una ponderación-valoración. Cada variable seleccionada posee unos criterios de evaluación, los cuales pueden ser considerados como descriptivos.

En el capítulo 8, la parte central del proceso de análisis se presenta el desarrollo del modelo, el cual está implementado en la Zona de Operaciones Logísticas ubicada en Funza, Cundinamarca; ya que fue el lugar para la realización. Este capítulo muestra cuáles son los procesos logísticos y los casos de estudio para evaluar. El capítulo 7 y 8 se hilan para establecer un análisis de resultados, el cual tiene su fundamento en una totalización de las clasificaciones y en el análisis de elementos como el desempeño, la confidencialidad y la escalabilidad; estos últimos como los pilares fundamentales dentro de la investigación.

En el capítulo nueve, finalizando los aportes de la investigación, se hace un análisis de los procesos que se pueden beneficiar con la aplicación del modelo de evaluación comparativa en el contexto académico. Este capítulo corresponde, por lo tanto, a la revisión y análisis aplicado enfocado a características logísticas como: el pago electrónico, los trámites de traspaso de vehículos, la transparencia alimentaria y la votación popular. La presentación del capítulo tiene la intención de mostrar cómo puede optimizar y ayudar el uso de bases de datos a partir del Blockchain a diferentes procesos y sectores; los cuales están alejados del uso de dicha tecnología.

Finalmente, en el capítulo diez se exhiben las conclusiones. Las reflexiones y resultados de esta parte corresponden a los elementos planteados en los primeros capítulos, principalmente lo que tiene que ver con los objetivos y las hipótesis. Cabe mencionar que, el blockchain cumple un papel fundamental y puede ser de gran uso en la industria de la logística, pero aún posee grandes retos a nivel tecnológico y educativo para una eficaz aplicación.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El desarrollo de nuevos enfoques y herramientas en torno a los sistemas de información que operan sobre bases de datos relacionales para registrar los estados de la mercancía en el transporte y órdenes de pedido han venido siendo efectivos a la hora de mostrar la información de lo que ha pasado con los movimientos (Pérez, 2020). Lamentablemente, este almacenamiento ocurre únicamente en el lado de la empresa de retail, impidiendo al propio cliente verificar en tiempo real el estado de la mercancía que solicitó, lo cual le impide a su vez tener exactitudes en la fecha y hora de entrega estimadas con mayor precisión. Esta problemática, como otras nacientes y vinculadas son elementos recurrentes en la Zona de Operaciones Logísticas de Funza, por lo cual es preciso hacer una descripción y análisis comparativo de las diferentes formas de tratamiento de datos, con el fin de gestar soluciones y establecer elementos en torno a la prioridad.

En relación con la colaboración, se destaca como se puede construir en el mundo logístico una mayor transparencia, permitiendo que todas las transacciones puedan ser registradas y consultadas de manera pública; lo que construye, en el mejor de los casos, una red de confianza donde los participantes se integren de manera directa sin la necesidad o participación de un tercero.

A partir de estas características, y de la amplia utilización en diferentes esquemas de trabajo vinculados con la logística y el transporte, se encuentra que el desarrollo de esta nueva tecnología en el manejo de datos responde a la constitución de un nuevo ecosistema de colaboración, que permite la disminución de costos y mejorar la velocidad en las transacciones. En el

árbol de problemas se presentan cuatro causas identificadas en la Zona de Operaciones Logísticas de Funza, a partir de un análisis global de los elementos que se presentan dentro de los procesos de logística en Funza. Estos se pueden resumir en: el primero es la baja implementación de tecnología Blockchain, lo que impide acumular experiencia sobre su funcionamiento; el segundo, la enseñanza académica escasa que permita consultar documentación revisada. El tercero, se presume que Blockchain solo sirve para bitcoins y, por último, el cuarto, el personal de las áreas de tecnología no se han entrenado técnicamente para soportar soluciones en la tecnología varias veces mencionada.

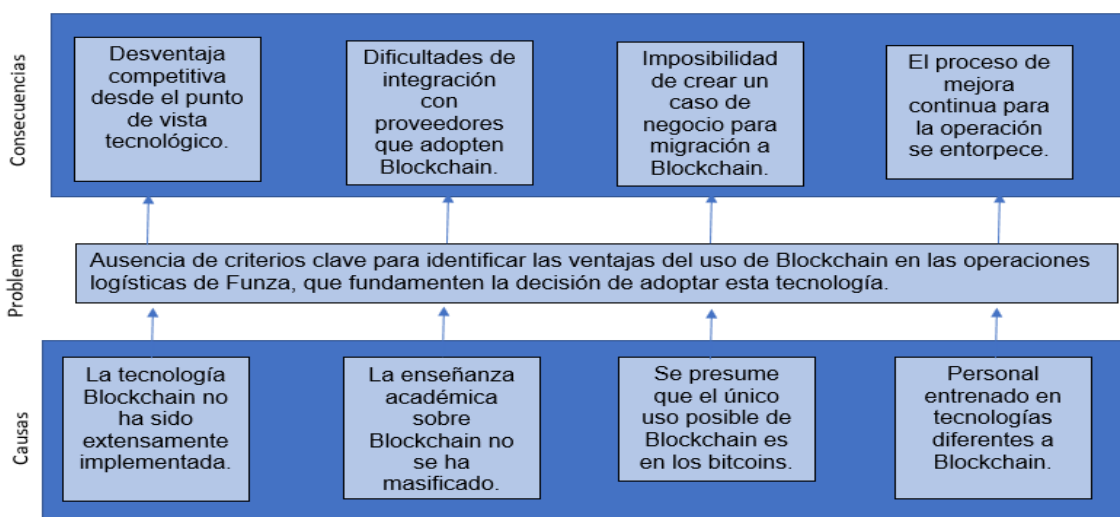
Si bien, la problemática se centra en los procesos y las transacciones, es importante resaltar la ausencia de criterios clave para identificar las ventajas del uso de Blockchain en las operaciones logísticas de Funza – Cundinamarca; es decir se busca evaluar y comparar los elementos fundamentales, a partir de ciertas variables, que orientan a reconocer el mejor proceso y las deficiencias presentes que se puedan subsanar con una mejora de procesos. Este problema podría extenderse a la generalidad, pero no se plantea de esa manera puesto que sería un alcance imposible de cumplir en el tiempo destinado al desarrollo de este proyecto de grado.

En cuanto a las consecuencias del problema expuesto, se exponen cuatro, principalmente. La primera es la desventaja competitiva de las organizaciones puesto que sus competidores podrían implementarla primero y ser más ágiles y precisos en las órdenes de pedido. La segunda, dificultades en la integración con proveedores cuando ellos ya estén operando en esta tecnología. La tercera, la imposibilidad de generar un caso de negocio bien fundamentado para que las áreas de tecnología puedan fundamentar el retorno en dinero u operación de implementar Blockchain.

Lo anterior se basa en la idea primaria que se tiene de que la implementación de la tecnología podría acaecer grandes resultados; permitiendo la simplificación y el ajuste de elementos.

Por último, la que refiere al proceso de mejora continua. Sí la empresa quiere entregar más rápido y más preciso las ordenes de pedido, debe involucrar tecnologías que le ayuden a lograrlo. En el contexto actual, donde se depende totalmente de los sistemas, no se puede perder la oportunidad de mejorar los procesos cuando aparece la posibilidad técnica. Es decir, la evaluación y el análisis que se presenta dentro del documento permiten no solo hacer una evaluación y descripción de los procesos, sino que fomenta que se mejoren de acuerdo con las problemáticas identificadas, principalmente con aquellas que hacen referencia a la cadena de abastecimiento, donde se registran varias problemáticas comunicativas y de manejo de la información. En la Figura 1. Árbol de problemas, se especifica en detalle estos elementos.

Figura 1. Árbol de problema.



Fuente. Elaboración Propia

En resumen, existe una ausencia de criterios claves en el momento de plantear el uso de manejo de datos en la zona de operaciones de Funza. A partir de ello, se hace pertinente el analizar la implementación de nueva tecnología orientada a mejorar la comunicación y los esquemas logísticos y de transporte, principalmente en lo que encamina a acciones de reducción de procesos y mejoramiento de acciones sobre transparencia y facilidad comunicativa. De acuerdo con ello, y haciendo un énfasis en los beneficios que trae el Blockchain, se opta por partir de una posible implementación para analizar las rutas de trabajo y la necesidad de mejorar comportamientos y conocimientos sobre su uso en diferentes ambientes de trabajo dentro de la cadena de abastecimiento.

2.1. Pregunta de investigación

De acuerdo con el hilo conductor que se presenta con las causas y consecuencias, la pregunta de investigación es: ¿Cuáles son las ventajas del uso de la tecnología Blockchain con respecto a la de base de datos relacional que permiten mejorar la velocidad y calidad de entrega de las ordenes de pedido hechas por los clientes?

Lo anterior permite la evaluación y consideración de dos elementos puntuales dentro de la configuración investigativa. El primero de ellos es partir del supuesto que, siguiendo los avances y los resultados globales en el mundo de la logística y del transporte del Blockchain, la implementación de este puede traer consigo grandes ventajas de manera bilateral. En segundo lugar, se parte de concebir mejorar la velocidad y la calidad de entrega; lo que corresponde a una revisión bilateral de los elementos y agentes que se encuentran dentro de la cadena de abasteci-

miento y que se ven afectados por problemas comunicativos; siendo con ello los clientes los elementos motivacionales primarios.

2.2. Hipótesis

Antes de formular las hipótesis de este trabajo de grado, es adecuado revisar su definición: “Las hipótesis nos indican lo que estamos buscando o tratando de probar y pueden definirse como explicaciones tentativas del fenómeno investigado, formuladas a manera de proposiciones”. (Sampieri, Collado, y Lucio, 2014). De esta manera, se plantean elementos esenciales en torno al planteamiento problema, encaminados, principalmente, a comprender los posibles resultados o comportamientos para el análisis comparativo y solución de la problemática encontrada. Es importante resaltar que, con anterioridad, se hizo un procesos reflexivo y expositivo que permitía evaluar acciones sobre el uso del Blockchain, ya que se parte del supuesto donde, a partir de su utilización, se conlleva a diferentes ventajas en los procesos de comunicación y transparencia, principalmente por los antecedentes que sustentan estos resultados. A partir de ello, las hipótesis son las siguientes:

H1: Los aplicativos que funcionan en Blockchain pública tendrán calificaciones mayores en las variables de evaluación de desempeño, confidencialidad, privacidad de la información y escalabilidad para la Zona de Operaciones Logísticas de Funza. Lo anterior confirma los elementos asociados con los resultados globales del uso de la tecnología en ambientes de diversa procedencia, como es el de la logística y el de transporte, los que competen a la cadena de abastecimiento.

H2: La adopción de aplicativos que funcionan en Blockchain pública para la Zona de Operaciones Logísticas de Funza elimina la necesidad de usar bases de datos relacionales. Lo cual implica que existe y se desarrolla a partir de la comparación una ventaja significativa por la aplicación de la tecnología, confirmando sus resultados.

H3: La tecnología Blockchain pública puede ser utilizada en conjunto con las bases de datos relacionales en la Zona de Operaciones Logísticas de Funza, haciendo con ello que se brinde un sistema complejo de bases de datos que correspondan a las necesidades mismas de los diferentes agentes involucrados dentro de los procesos de la cadena de abastecimiento, principalmente a lo que refiere al área de logística y transporte.

3. JUSTIFICACIÓN

La tecnología Blockchain hace parte de la cuarta revolución industrial y promete ser la siguiente generación de las bases de datos como también el mecanismo preferido para realizar transacciones electrónicas entre sus usuarios. También ofrece múltiples posibilidades para su uso en diferentes industrias, asegurando la información, permitiendo una comunicación directa y dándole confiabilidad a las transacciones.

Su uso aún no se encuentra extendido y son pocas las aplicaciones que la contienen dentro de su operación interna, lo que a su vez conduce a que las organizaciones actualmente no tienen experiencia en la implementación y uso en sus procesos de negocio. Lo anterior se debe a múltiples variables asociadas con los conocimientos que se poseen en torno a la tecnología, como a la falta de compatibilidad de algunos sistemas con la forma en la cual se gestan el manejo de datos y el compartir de información. Es importante resaltar que, el uso de la tecnología implica la eliminación de intermediarios, lo que puede ser una gran ventaja o desventaja desde el punto de vista logístico y económico.

Esta mirada orientada de Blockchain es de gran uso a nivel logístico, permitiendo que se gestione una nueva visión y configuración de los sectores en torno a la confianza que brinda la tecnología. A partir de la capacidad que tiene el Blockchain de gestar diferentes escenarios y simplificar los procesos complejos, muchas empresas la han usado para mejorar los procesos logísticos, implicando con ello un aumento en torno a la confianza y la disminución de elementos de fric-

ción. De acuerdo con Awad (2018), las características del Blockchain que son principalmente de gran utilidad para el mundo logístico y de transporte son aquellas enfocadas a la evolución de los datos y a la descentralización, permitiendo que se gesten diferentes nodos orientados al almacenaje de información. Además, permite una colaboración, lo que responde a una reducción de la fricción; dado que es de fácil adopción.

Dentro de la Maestría de Gerencia de Sistemas Informáticos y Proyectos Tecnológicos de la Universidad EAN, se cursa también la unidad de estudio Industrias 4.0 en la que el orientador explica cuáles son las tecnologías (Blockchain, Internet de las cosas, Robótica, Impresión 3D, Realidad Aumentada y Realidad Virtual) como también sus aplicaciones, lo que estimula a los estudiantes a profundizar en este conocimiento. Fruto de esto en conjunto con lo aprendido en todas las demás, se desarrolla el presente documento.

Aunque dentro de la maestría se ha transferido conocimiento sobre esta materia, no ha sido consignado un trabajo de grado dedicado a realizar la evaluación comparativa propuesta sobre la tecnología Blockchain, lo que abre la posibilidad de aportar al medio universitario. Por otro lado, este trabajo de grado puede ser utilizado en el futuro como fundamento para más investigaciones académicas porque se convertiría en referencia adecuada y facilitaría la extensión del conocimiento para el uso de esta tecnología.

Los conceptos en este trabajo de grado también servirán como multiplicador del conocimiento y resolución de problemas de negocio, en donde, aunque los sistemas de bases de datos relacionales son confiables y ampliamente extendidos en uso, tienen todavía deficiencias para

satisfacer las necesidades de la globalización y aumento exponencial de las transacciones entre usuarios y organizaciones.

Es por estos elementos mencionados, resulta provechosa la investigación de los fundamentos operativos de esta tecnología que, junto con la evaluación comparativa, facilitará a los lectores la conformación de las estructuras de conocimiento que le permitan decidir informadamente si el uso de esta tecnología tiene beneficios medibles para su organización.

Con los argumentos presentados hasta este momento, la investigación de este trabajo de grado se justifica y le aporta tanto al medio estudiantil como al corporativo.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Construir un modelo de evaluación comparativa entre la tecnología Blockchain pública y la de bases de datos relacionales, de acuerdo con las características propias de la industria logística de Funza–Cundinamarca.

4.2. Objetivos Específicos

Revisar el estado del arte de la tecnología Blockchain pública que permita fundamentar los criterios de evaluación comparativa con la tecnología tradicional.

Seleccionar las variables de evaluación más relevantes de acuerdo con sus características y utilidad según la revisión del estado del arte.

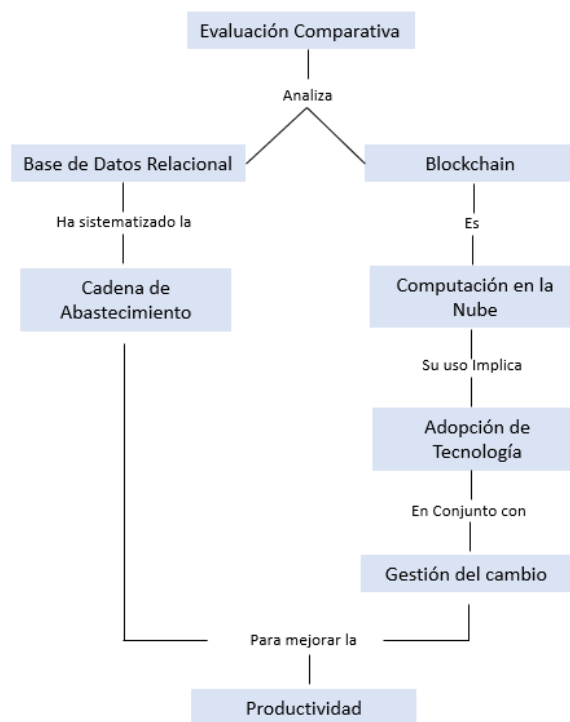
Aplicar el modelo de evaluación comparativa en la industria logística de Funza-Cundinamarca para diez casos de uso que involucren sistemas de información en sus procesos de logística.

Describir procesos dentro del contexto colombiano que pueden beneficiarse del modelo de evaluación comparativa.

5. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de este marco teórico se empleó el método de mapeo, elaborando previamente un mapa conceptual con 7 palabras clave que permiten llevar un hilo conductor hasta la formulación de las conclusiones. El desarrollo conceptual se centra en la presentación de conceptos claves y de gran utilidad para la comprensión global del texto, y para dar cumplimiento a los objetivos planteados, principalmente el general, vinculado a la construcción de un modelo. Es importante destacar que consiste en reconocer información sobre el Blockchain, bases de datos relacionales, las cadenas de abastecimiento, entre otros. En la figura 2 se ilustra el mapa conceptual.

Figura 2. Mapa Conceptual.



Fuente.Elaboración Propia

5.1. Blockchain

Con la llegada de las criptomonedas, la necesidad de realizar transacciones de manera segura y confiable, pero sin la intermediación de un tercero, propició la creación de la tecnología Blockchain, que permite la trazabilidad de manera que cualquiera puede comprobar la validez y los datos no son centralizados lo cual hace esta tecnología altamente resiliente.

La trazabilidad se realiza mediante “el ejercicio de validar las transacciones, la creación de los bloques y su posterior incorporación al registro distribuido es realizado por los llamados nodos validadores. Estos usuarios de la red cotejan su versión del libro registro con las transacciones constantemente propuestas por los usuarios para verificar que (i) el usuario emisor y el receptor tienen cuentas que existen y (ii) el emisor tiene disponible aquello que quiere transferir o mover”. (Conejero y Porxas, 2018)

La lógica de esta tecnología no solamente es innovadora en la manera como realiza, confirma y almacena la transacción en los nodos validadores sino que elimina la necesidad de un intermediario validador, que generalmente es el gobierno del país en el que se hace la transacción aunque no por esto el alcance de este desaparece como lo explican Sutter y Nair (2018): “Las innovaciones de Blockchain reducirán la necesidad del gobierno de proveer ciertos servicios públicos o tipos de regulación en favor de los ciudadanos, pero esto no significa que el alcance del gobierno de inmediato se reduciría”. [Traducción propia]

A medida que se ha venido extendiendo el uso de las criptomonedas con Blockchain como eje tecnológico, la aplicabilidad a otro tipo de transacciones que no necesariamente impliquen intercambio de dinero viene siendo estudiado y en muchos casos implementado. Así mismo lo afirmaron Sharma y Sissman (2018): “Aunque las criptomonedas son la aplicación más común, el libro contable digital público puede ser usado más allá de las transacciones de dinero”. [Traducción propia]

“Existen diferentes tipos de Blockchain, las privadas, publicas e incluso híbridas; en las privadas solo tienen acceso algunos participantes, en las públicas cualquiera que lo desee; Aunque siempre se cuenta con un supervisor que valida todas las transacciones que se realizan. Un ejemplo de Blockchain pública es el Bitcoin y de una Privada es Ripple”. Montaña, Castillo, Garcés (2.020)

En el caso de la logística para la cadena de abastecimiento, podría resolver el problema del efecto látigo en el que el inventario tiende a volverse inconsistente por los cambios en la demanda del cliente, como lo escribieron Li, Wang, y Yang (2019): “Además, en la práctica real, las cadenas de abastecimiento son en su mayoría descentralizadas lo cual conduce a una doble marginalización, efecto látigo y otros efectos negativos; por lo tanto, se debe construir un mecanismo racional de coordinación de la cadena de suministro para vincular a todos los miembros involucrados”. [Traducción propia].

En cuanto a la criptografía de Blockchain, ella utiliza un algoritmo matemático que convierte una secuencia de bits de cualquier longitud en una de un tamaño específico haciéndola

imposible de revertir. A este algoritmo se le llama función hash criptográfica y “Una de las funciones hash criptográficas más utilizadas es SHA-256, desarrollada por la National Security Administration.” Zozaya, Incera, Franzoni. (2.020)

Dado que la tecnología Blockchain es prometedora en cuanto a las ventajas que ofrece, amerita evaluarla en comparación con los sistemas actuales para manejo de órdenes de pedido.

5.2. Base de datos relacional

La base de datos relacional es un invento creado en 1970 que ha venido resolviendo de manera efectiva el almacenamiento y acceso a los datos en tablas para convertirlos en información. Múltiples programas de computación aprovechan sus cualidades para funcionar.

Esta funciona ingresando los datos en registros que quedan almacenados dentro de tablas y estos a su vez pueden ser relacionados con otros ubicados en tablas diferentes estableciendo conexiones. “El modelo de datos que permite representar las entidades de la base de datos se denomina modelo entidad-relación (E/R). Para ello se elabora un diagrama entidad relación y posteriormente, se le añaden atributos y una descripción de restricciones que no aparezcan en el diagrama. Por ejemplo, supongamos que tenemos una entidad Persona, pues esa entidad tendrá atributos tales como Nombre, Edad. Pues dentro de los atributos de la entidad, cada registro puede tener valores distintos como, por ejemplo: Alberto, 23 y Rafa, 23.” (Pérez 2.020)

Al ser creado décadas atrás, el sistema de base de datos relacional resuelve problemas de esa época, pero no necesariamente responde a los nuevos problemas como lo mencionó Seltzer

(2008): “Los sistemas de bases de datos antiguos resuelven problemas antiguos; necesitamos bases de datos actuales que resuelvan problemas actuales. Mientras que la necesidad de sistemas de administración de bases de datos convencionales no va a desaparecer, varios de los problemas de hoy requieren un sistema de bases de datos configurable”. [Traducción propia]

En el presente documento, se realizará una evaluación comparativa del desempeño del sistema de base de datos relacional con respecto al de Blockchain, y por ello, podría enfrentarme a que su manera de funcionar me impida una evaluación homogénea como lo explican Young, Petutshnigg, y Barbu (2017): “Una barrera clave es la creación de bases de datos relacionales que fusionen los datos del datawarehouse con los datos del laboratorio de pruebas”. [Traducción propia].

5.3. Cadena de Abastecimiento

La cadena de abastecimiento tiene un valor gigantesco para el desarrollo comercial de las empresas alrededor del mundo y va aumentando a medida que las ventas de comercio electrónico crecen puesto que implican el envío de los productos al domicilio del comprador. Para su comprensión es necesario establecer los elementos y agentes que se encuentran en el proceso de prestación de un servicio o producto. La cadena de abastecimiento puede abarcar varios subprocesos, los cuales remiten, de manera directa a las pequeñas partes o agentes que intervienen, tanto de manera directa o indirecta dentro de un intercambio.

La exigencia por tiempos de entrega cada vez más cortos, presiona la productividad y efectividad de la cadena de abastecimiento como ventaja comparativa entre competidores, ade-

más, el acceso a la información del estado del envío en todas sus fases se vuelve valiosa para contribuir a la decisión de compra futura. La empresa que se demora más en entregar disminuye su probabilidad de vender al mismo comprador en el futuro. Lo anterior se debe a la rapidez que se gesta en el mundo comercial dentro del intercambio de bienes y servicios.

Es entonces donde los conceptos de cadena de abastecimiento centralizada y descentralizada entran en juego, porque en esta última, los proveedores de los distribuidores minoristas podrían mejorar sus ganancias, como lo exponen Wang, Xu, y Zhu (2018): “En una cadena de suministro centralizada, los distribuidores minoristas y el proveedor pueden compartir las ganancias. En este momento, la situación de ganancias del proveedor es totalmente diferente a como sería en una cadena de suministro descentralizada”. [Traducción propia]

La gerencia de la cadena de abastecimiento se está enfrentando al crecimiento de la importancia de problemas que tenía antes pero que no generaban tanto impacto, como la estrategia de empuje de productos al mercado, sin saber exactamente si lo entregado realmente satisface al comprador como lo documentaron Choudhary, Nayak, Malik, y Singh (2018): “La antigua cadena de suministro era basada en la estrategia de empuje donde los bienes una vez producidos, eran empujados al mercado sin ninguna retroalimentación acerca de los requerimientos o especificaciones, por lo cual había un suministro continuo y los bienes eran producidos sin el conocimiento de cuanto había sido producido y algunas veces los bienes producidos nunca cumplían los requerimientos de los consumidores” [Traducción propia].

Pero ¿la transparencia es desde todas las aristas un beneficio? Sharma y Sissman (2018) lo ponen en duda: “Transparencia en la cadena de suministro: Una falla mayor en Blockchain es que aun cuando da transparencia al consumidor, también se la ofrece al competidor” [Traducción propia]

Esta transparencia excesiva debe ser tenida en cuenta al momento de crear los indicadores porque a primera vista, se puede convertir en un problema estratégico para las empresas puesto que expone el funcionamiento de los procesos y procedimientos con los que ponen los productos en el mercado permitiendo el estudio por parte de los competidores. No es un tema menor.

5.4. Gestión del cambio

La gestión del cambio es un factor de éxito en los proyectos de tecnología puesto que, sin ella, los beneficios de la implementación no serán reconocidos por los usuarios. El cambio es difícil y planear como se aborda, permite amortiguar el impacto. Hoy por hoy las organizaciones son influenciadas para cambiar, no solo internamente para responder a necesidades propias, sino que también externamente, para reaccionar ante oportunidades o amenazas del mercado.

Así mismo lo describieron Ajmal, Farooq, Sajid, y Awan (2012): “Toda creatura viva es reacia al cambio, sin importar si es planeado o accidental. Las personas están afectadas por factores externos (fuera de la organización) y factores internos (dentro de la organización)”. [Traducción propia]

Aunque la resistencia al cambio es natural, esto no impide que se produzca cada vez más rápido y con mayor impacto en todas las capas jerárquicas de la organización. Es por esto por lo que a todos los involucrados debe proveérseles las herramientas y guías para ser líderes del cambio que contribuyan a la evolución de la organización. Sobrevivir al cambio no es suficiente: “El cambio es inevitable y mucho más para los empleados de hoy, sobrevivir el cambio no es suficiente. Para prosperar durante estos tiempos, los empleados a todo nivel de la organización deben tener las herramientas e ideas para ser líderes del cambio.” [Traducción propia]. (Mook, 2018)

El cambio es la respuesta lógica para adaptarse y superar las dificultades. En la medida en que se pueda apropiarse una cultura de promoción del cambio, la organización fortalecerá su competitividad puesto que puede solucionar problemas antes que sus competidores. Esta apropiación debe ser llevada al nivel de hábito: “El direccionamiento del cambio se ha convertido en una ventaja competitiva. El cambio es el atributo del gerente”. (BEŞLIU, 2018)

5.5. Computación en la nube

Con el progreso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TICS), apareció el concepto de computación en la nube, la cual permite acceder a servidores ubicados en centros de procesamiento remotos que son administrados por un tercero a quien se delega también la seguridad electrónica y el enfoque de la organización está en la administración de los aplicativos que corren en esos servidores.

Para las organizaciones, el uso de computación en la nube implica una delegación de la administración a precios inferiores comparados con los de administrar por sí misma los servido-

res. Es una modalidad de tercerización en la que los proveedores pueden ofrecer las capacidades de cómputo por economía de escala, instalando servidores de especificaciones amplias que permiten maximizar la capacidad de cómputo en el tiempo.

Es raro que sostenidamente un aplicativo use la capacidad de cómputo total de un servidor y el diferencial entre lo que usa el aplicativo y la totalidad puede ser asignado a otro aplicativo de otro cliente.

Por ejemplo, el aplicativo A de un cliente usa sostenidamente el 50% de capacidad de cómputo de un servidor X, por lo tanto, el otro 50% puede ser asignado al aplicativo B de otro cliente en un servidor Y que tenga el mismo comportamiento. En este caso, el proveedor de computación en la nube pagó por un servidor y revende la capacidad de cómputo a los dos clientes, entonces, para estos es más económico pagar esa capacidad que invertir en el servidor completo y el proveedor de computación gana al ofrecer el servicio. En la medida que el proveedor tiene más clientes, puede reusar la capacidad de cómputo en el tiempo y para los clientes es más económico. Este es el éxito de la computación en la nube.

Pero no solamente el costo del servicio está dentro del esquema de decisión para migrar o iniciar servicios en la nube, (Olufemi, 2.019) menciona los siguientes criterios: “Los criterios clave son a) valor percibido, b) alineación tecnología / organización; c) ambiente de datos de la organización y necesidades; d) organización financiera y e) apoyo de la alta gerencia al proyecto. Todos los participantes estuvieron de acuerdo que en que la alineación de tecnología y organiza-

ción es la fuerza motriz crítica que influencia a los pequeños negocios a adoptar soluciones en la nube”. [Traducción propia]

Como en todo proyecto, hay que evaluar los riesgos negativos y para ello Vijayakumar y Arun (2017) mencionan lo siguiente “Hay un conjunto de miedos los cuales es esencial para el negocio que se minimicen o eviten totalmente: Los datos son manejados por alguien que no es parte de la organización, Ataques Cibernéticos, Amenazas de ingeniería social, Intrusión del gobierno, Incidencias legales, Falta de estandarización, Falta de soporte, Otros riesgos”. [Traducción propia]

Una vez mencionados estos riesgos negativos, aparecen también otras ventajas, como evitar la necesidad de mantenimiento y también la facilidad de hacer integraciones con otros sistemas. “Los servicios en la nube se han posicionado como una alternativa moderna a Siebel con funcionalidades como integración a las redes sociales, mejores interfaces de usuario y el mantenimiento de los servidores no es necesario”. [Traducción propia]. (Dasilva, Trkman, Desouza, y Lindic, 2013)

Cuando las organizaciones empiezan sus análisis, están mostrando una tendencia a dirigirse a soluciones híbridas, en las cuales los aplicativos más importantes funcionan en servidores localizados en sus instalaciones y administrados por ellos mismos mientras que otros menos importantes, son migrados a la nube. Nelson (2018) realizó una encuesta que mostró este comportamiento: “La encuesta encontró que la mayoría de los negocios están usando nube privada; sin embargo, más del 80% indican que están considerando una opción de nube híbrida, con servicios e infraestructura

diseminada entre red privada y red del proveedor de la nube. Cuando la decisión es adoptar computación en la nube, varios negocios buscan ayuda de terceros para la consecuente instalación”. [Traducción propia].

La tecnología va progresando y uno de los retos más importantes es adoptarla, por ello el siguiente concepto es la adopción de la tecnología.

5.6. Adopción de Tecnología

Los avances en Tecnología no son de provecho para las organizaciones si no tienen la manera de adoptarlas en sus procesos. Es necesario verificar como pueden incorporarse puesto que si no se hace, la organización perderá competitividad y sus costos marginales crecerán año tras año. Así lo señaló Bas (2012) “Por lo tanto, las empresas optan por incurrir en un costo fijo de actualización tecnológica que les permite reducir su costo marginal de producción al aumentar la eficiencia de la mano de obra calificada”. [Traducción propia]

La tecnología no solamente se convierte en una ventaja para las organizaciones sino también para las naciones, el efecto es exactamente el mismo según lo expone Papageorgiou (2002) “Considere un modelo de dos países en el que un país es el líder tecnológico (llamado país L), y el otro es el seguidor de la tecnología (llamado país F). El líder se define como el país con el mayor ingreso per cápita y el más alto nivel de tecnología. Se supone que el país líder gasta una cantidad sustancial de recursos en investigación y desarrollo y no dedica recursos a la adopción de tecnologías extranjeras. Por el contrario, el seguidor gasta la mayor parte de sus recursos en adoptar y asimilar tecnologías ya existentes, y solo utiliza recursos limitados para reinventar ”. [Traducción propia].

Dado que las organizaciones no siempre tienen como misión el desarrollo de nuevas tecnologías, la rápida y eficiente adopción de las que van apareciendo se convierte en un eje fundamental que permite reducir los costos y reaccionar a los cambios en el mercado. Mientras más grande es la organización, mayor es la dificultad de adoptar las nuevas tecnologías porque ello implica una serie de impactos dentro y fuera de la organización que para hacerlo controladamente, puede ser demasiado lento para los tiempos que requiere el negocio.

5.7. Productividad

La productividad es la obsesión de las organizaciones puesto que ella es en sí misma un indicador de cuán efectivos están siendo los procesos, que tan bien se está respondiendo a la competencia y a las expectativas del mercado. A toda costa deben evitarse los recursos ociosos y el primer paso para evitarlo, es identificar cuáles de ellos lo están o lo estarán de acuerdo con la dinámica que lleve la organización.

Las tecnologías de la información aportan no solamente a la productividad sino también a la rentabilidad, tal como lo mencionaron en su estudio Arévalo-Avecillas, Nájera-Acuña, y Piñero (2018) “Se aprecia que los parámetros estimados de las TI son positivos y significativos, evidenciando que estas generan un impacto importante tanto en la productividad como en la rentabilidad de las firmas de servicios en el largo plazo. En términos de elasticidad, las TI a largo plazo generan un aporte mayor en la productividad innovadora con 1210 puntos porcentuales frente a 0949 puntos porcentuales de incremento en la rentabilidad innovadora”.

Uno de los factores que aumenta la productividad cuando se emplean las TICS, es la facilidad de interpretación de datos que se convierten en información para la toma de decisiones. Por otro lado, permiten procesar un mayor número de transacciones en el tiempo con la misma consistencia lo cual potencia el crecimiento del negocio.

La productividad no es solamente lograda desde el interior de la organización, también la interacción con terceros es un elemento importante para desarrollarla y es ahí donde las TICS también aportan fijando estándares que permiten el intercambio de datos utilizables por todos los involucrados. Mientras menos intermediarios haya entre quienes requieren intercambiar la información, más rápida y efectiva será la transacción. Con este principio, Blockchain promete mejorar la productividad eliminando intermediarios en las transacciones.

El recurso humano no debe ser descartado como eje de productividad, mientras más capacitado estén los empleados, mejor pueden explotar las TICS y esto se convierte en un beneficio económico no sólo para la organización sino a la postre, para todo el mercado. Es un complemento como lo indicaron Cáceres y Cáceres (2017), “Esto indica que el capital humano y físico son complementos; Se puede esperar que a medida que aumente el capital humano, los salarios tenderán a aumentar, lo que actuará para aumentar la demanda agregada, estimulando así una mayor inversión”. [Traducción propia].

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Tipo de investigación

La presente investigación se enmarca en el enfoque cuantitativo tomando como referencia lo definido por Sampieri, Collado, y Lucio (2014, pág. 36), dado que el problema investigativo hacia donde se dirigió el presente estudio fue susceptible de ser analizado mediante técnicas de medición cuantitativas. Por ello, los elementos para plantear el problema fueron:

- Objetivos que persigue la investigación.
- Pregunta de investigación.
- Justificación, viabilidad y evaluación de las deficiencias en el conocimiento del problema.

6.2. Diseño de la investigación

El Diseño de la presente investigación es de tipo no experimental, transversal y descriptivo.

Se escogió no experimental porque no se manipularon deliberadamente las variables y transversal porque se recolectó la información en un lapso determinado, describiendo variables como también analizando su interrelación en un momento dado. Así mismo, descriptiva porque ubica en variables la comparación entre las tecnologías y proporciona su descripción. (Sampieri, Collado, y Lucio, 2014)

6.3. Variables objeto de estudio

Sampieri, Collado, y Lucio, (2014, pág. 105) definieron variable como una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. Dado que esta investigación se centra en una evaluación comparativa, la elección de variables se hace indispensable para cumplir con los objetivos.

Para seleccionar las variables en este trabajo de grado, en primera instancia se investigaron diez fuentes que realizaron comparaciones entre las tecnologías Blockchain y de bases de datos tradicionales. En segunda instancia, se identificaron dentro de ellas las variables utilizadas para las comparaciones. En tercera instancia, se analizaron cuáles de ellas fueron empleadas en común tres o más veces, lo que condujo a un conjunto de variables consistente para la evaluación comparativa. A continuación, se listan las fuentes y variables por cada una de ellas para posteriormente encontrar el factor común mencionado.

6.4. Selección de variables

Las variables documentadas por cada fuente fueron las siguientes:

Chowdhury, Colman, Kabir, Han, y Sarda (2018) realizaron un análisis crítico sobre el potencial de Blockchain y las propiedades que pueden ser comparadas contra las bases de datos relacionales. Las descritas por ellos son:

- Construcción de Confianza

- Confidencialidad y Privacidad
- Tolerancia a fallos
- Desempeño
- Seguridad

Krstić y Marija (2018) hicieron el ejercicio de probar bases de datos no relacionales utilizando herramientas tradicionales de SQL teniendo en cuenta las siguientes variables:

- Escalabilidad
- Confiabilidad
- Compartición de recursos
- Desempeño

Por otro lado, Wüst y Gervais (2018) establecieron las siguientes variables:

- Verificabilidad Pública
- Transparencia
- Privacidad
- Integridad
- Redundancia
- Confiabilidad

En el trabajo de McDonald, Liu-Thorrold, y Julien (2017) se realizó un experimento en cual se analizaron las transacciones de una y otra tecnología efectuando mediciones de tiempo y calidad. La variable utilizada para la medición en este experimento fue el desempeño.

Para Scherer (2017) las variables de evaluación son:

- Desempeño
- Escalabilidad
- Verificación de firma
- Mecanismo de consenso
- Redundancia

Chen, Zhang, Shi, y Yan (2018) establecieron las siguientes dentro de sus pruebas comparativas de desempeño:

- Tiempo promedio de reacción de las transacciones
- Tiempo más largo de reacción de las transacciones
- Taza de transacciones exitosas
- Cantidad de transacciones procesadas por segundo
- Volumen de datos manejado en cada transacción
- Desempeño

Hedman (2018) realizó un documento en el cual se enfoca en los beneficios económicos para las organizaciones comparando las bases de datos relacionales y Blockchain. Por ende, la variable que se revisa desde diferentes aristas es el costo.

Para Bozic, Pujolle y Secci (2016), quienes realizaron un documento que sirvió como ejemplo macro para la realización de este trabajo de grado porque realizaron un comparativo una a una de las variables que identificaron como más importantes, establecieron una serie de variables, las cuales se encuentran planteadas en la Tabla 1. Esta permite encontrar la comparación entre las bases de datos Blockchain y las bases de datos relacionales centralizadas y distribuidas. Los resultados de la comparación implican que los elementos y características varían y no existe una que cumpla con todos los elementos o valores de alta calidad. Aunque cabe resaltar que el Blockchain es una de las bases de datos con puntajes más altos, compitiendo en puntaje con los bases de datos distribuidas, que manejan un promedio medio en comparación con las otras (centralizadas y blockchain).

Tabla 1. Blockchain Vs Bases De Datos Relacionales Centralizadas Y Distribuidas.

Features	Blockchain	Centralized	Distributed Database
<i>Records integrity</i>	high	medium	Médium
<i>Availability</i>	High	Low	Médium
<i>Fault tolerance</i>	high	Low	High
<i>Confidentiality</i>	low	High	Médium
<i>Computing Time</i>	low	High	Médium
<i>Trustless nodes collaboration</i>	high	low	low

Fuente. Bozic, Pujolle, y Secci (2016)

Estas variables traducidas al español son:

- Integridad de los registros
- Disponibilidad
- Tolerancia a Fallos
- Confidencialidad
- Tiempo de Cómputo – se clasificará como desempeño.
- Colaboración con nodos sin relación de confianza

Sharma, Agrawal, Schuhknecht y Dittrich (2019), mencionaron que “Infortunadamente, dado que Blockchain es todavía un campo relativamente joven, existen muy pocos esquemas de comparación con cargas de trabajo estandarizadas” [Traducción propia]. No obstante, para realizar su comparación, tomaron como variable el desempeño transaccional.

Chitti, Murkin, y Chitchyan (2019) realizaron un experimento y basándose en diferentes documentos registraron su experiencia probando funciones de captura como también de obtención de datos desde Blockchain y desde un RDBMS. En este experimento abarcaron las siguientes variables:

- Cantidad de transacciones procesadas por segundo
- Costo
- Integridad
- Transparencia

Una vez revisadas todas las variables utilizadas en la bibliografía mencionada, encontramos que las que tienen la frecuencia mínima para ser tenidas en cuenta son:

Desempeño: Siete de los documentos la utilizaron, siendo esta la de mayor recurrencia.

Confidencialidad y privacidad: Tres de los documentos las utilizaron, dos de ellas dos usaron también la de desempeño.

Escalabilidad: Tres de los documentos la utilizaron.

A continuación, se ilustra en la Tabla 2 la frecuencia de las variables en cada documento siendo este el instrumento de selección. Es importante destacar que muchos elementos no fueron encontrados dentro del análisis y otros fueron equiparados a partir de las necesidades y planteamientos que se podían establecer por las definiciones y formas de tratar las características para cada autor.

Los resultados obtenidos de la Tabla 2 corresponden a la necesidad del manejo de datos, resaltando con ello que es de gran importancia la utilización de una tecnología que permita mejorar el desempeño, de manera primaria, seguido de otros elementos secundarios, pero de gran importancia, como lo son la confiabilidad, la transparencia y la escalabilidad. Muchos de los elementos, como son el costo, resultan poco relevantes para la evaluación y análisis de una tecnología, implicando con ello supuestos en torno a la importancia que tiene el manejo de la información sobre la calidad y cantidad.

Costo							X			X	2
Desempeño	X	X		X	X	X		X	X		7
Disponibilidad								X			1
Escalabilidad		X	X		X						3
Integridad								X		X	2
Mecanismo de consenso					X						1
Redundancia			X		X						2

Seguridad	X										1
Taza de transacciones exitosas						X					1
Tiempo promedio de reacción de las transacciones						X					1
Tiempo más largo de reacción de las transacciones						X					1
Tolerancia a fallos	X							X			2
Transparencia			X							X	2
Verificabilidad Pública			X								1

Verificación de firma					X						1
Volumen de datos manejado en cada transacción						X					1

Fuente. Elaboración Propia

6.5. Técnicas e instrumentos de investigación

Tomando en cuenta las variables delimitadas previamente mediante el ejercicio analítico y comparativo, se diseñó un instrumento de evaluación cuantitativo de 3 matrices, para el análisis de las variables *desempeño*, *confidencialidad* y *privacidad* y *escalabilidad*. Cada una de las matrices contempló la calificación de 5 descriptores para la evaluación general de cada variable de manera independiente. Cada descriptor contemplo una calificación por cuartiles (ver Tabla 3), siendo 1,0 el valor más alto y positivo de calificación para la evaluación del comportamiento.

Tabla 3. Tabla de calificaciones para cada descriptor.

Valoración	Ponderación
Alto (AL)	0,76 a 1,00
Medio (MD)	0,51 a 0,75
Bajo (BJ)	0,26 a 0,50
Muy Bajo (MB)	0,00 a 0,25

Fuente. Elaboración Propia

Así, mismo, para la evaluación total del desempeño de la variable se utilizó el mismo concepto de calificación por cuartiles, siendo 5 el valor más alto y positivo para conocer el resultado de la variable (ver Tabla 4).

Tabla 4. Tabla de calificaciones para cada variable.

Valoración	Ponderación
Alto (AL)	3,76 a 5,00
Medio (MD)	2,50 a 3,75
Bajo (BJ)	1,25 a 2,49
Muy Bajo (MB)	0,00 a 1,24

Fuente. Elaboración Propia

A partir de la identificación de elementos estadísticos y de la forma para clasificar los resultados, se elaboró un matriz de análisis del desempeño en la tecnología (Tabla 5), la cual corresponde a una combinación mixta de información. Para cumplir con el objetivo de identificar y comprender de manera holística los elementos en torno al desempeño, se obtuvo la utilización de una serie de descriptores, los cuales permiten analizar variables como la velocidad, la tolerancia, el volumen de datos, la integridad de los datos y la disponibilidad para actualizaciones. El resultado de estas variables permite que se gesticione una ponderación mixta, orientando la clasificación dada en las Tablas 3 y 4.

Tabla 5. Matriz de Análisis del Desempeño en la Tecnología.

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,0)
<i>Desempeño en la Tecnología</i>		Velocidad para concretar la transacción				
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				
		Volumen de Datos en la Transmisión				
		Integridad de los Datos				
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				
		Ponderación TOTAL				
		Valoración				

Fuente. Elaboración Propia

Siguiendo con el orden de ideas, la Tabla 6 corresponde a la matriz para el análisis de la confidencialidad y la privacidad. Los descriptores seleccionados, o subvariables, corresponden a aquellos elementos asociativos que permiten una visión global de la variable de análisis.

Tabla 6. Matriz de Análisis de Confidencialidad y Privacidad.

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,0)
<i>Confidencialidad y Privacidad en la Tecnología</i>		Eficiencia del Cifrado				
		Nivel de Verificación Pública				
		Integridad				
		Resiliencia				
		Resistencia a la pérdida de datos				
		Ponderación TOTAL				
		Valoración				

Fuente. Elaboración Propia

Teniendo en cuenta los elementos asociados al desempeño, se gestó la necesidad de crear una matriz que permitiera orientar y conocer la escalabilidad de la tecnología (Ver Tabla 7). Es importante recalcar que las variables analizadas dependen, principalmente, de los elementos identificados y seleccionados en la Tabla 1. Es relevante destacar la variable Escalabilidad de la tecnología, ya que dentro del manejo de bases de datos permite que se realice una evaluación adecuada sobre la independencia y la compatibilidad que posee con otro tipo de bases de datos y hardware.

Tabla 7. Matriz de Análisis de Escalabilidad de la Tecnología

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,0)
<i>Escalabilidad de la Tecnología</i>		Facilidad para ampliar capacidades				
		Redundancia				
		Compatibilidad				
		Independencia, frente a la integración de Nuevo Hardware				
		Escalabilidad horizontal				
		Ponderación TOTAL				
		Valoración				

Fuente. Elaboración Propia

7. DISEÑO DEL MODELO DE EVALUACIÓN COMPARATIVA

Para lograr los objetivos propuestos, fue necesario formular un modelo de evaluación comparativa que, desde un punto de vista metodológico, sustente el procedimiento con el que se obtienen los resultados. Este modelo ofrece conclusiones que a su vez pueden ser empleadas como elemento de decisión gerencial a la hora de escoger una tecnología con respecto a otra. En este caso, entre la de base de datos relacionales y la de Blockchain pública. Para proponer el modelo de evaluación comparativa, primero se revisó diferente literatura que abarcó este tema y posteriormente, en conocer el enfoque que le dieron esos autores. De esta manera, se escogió uno de ellos para utilizarlo como ejemplo metodológico.

De la literatura revisada, la encontrada con mayor relación fue la de Pérez (2008) Ruíz, Ramos y Villa (2004) y Collier (1992), de las cuales se extrajo la idea principal para después indicar cual fue la escogida como guía. En el trabajo de Pérez (2008), se realizan una serie de análisis sobre la manera en que se debe hacer una comparación. El documento comienza por definir una estrategia de similitudes y diferencias, qué a su vez, conducen a revisiones de causalidad múltiple y coyuntural. Una vez se han cursado estos dos pasos, se continúa con los análisis como tal. Estos análisis según el autor se clasifican en: causal configurativo, condiciones necesarias, condiciones suficientes y otro híbrido, el de condiciones necesarias y suficientes. Dentro de las principales conclusiones después de los análisis, está: “Es solamente a partir del uso consciente y sistemático de los principios lógicos que podremos garantizar una mayor credibilidad de la inferencia causal basada en el método comparativo” (Pérez, 2008).

En el trabajo de Collier (1992), a pesar de su antigüedad, se encontró que define con mucha claridad los conceptos de comparación aplicables a cualquier proceso. Este autor explica que “La comparación es una herramienta fundamental de análisis. Agudiza nuestro poder de descripción y juega un papel fundamental en la formación de conceptos, enfocando similitudes sugestivas y contrastes entre casos”. En el desarrollo de su documento, explica tres métodos, el de estudio de casos, el comparativo y el experimental, siendo el segundo el que más se identifica con la metodología que se empleó.

El método comparativo lo describe como un análisis sistemático de pequeño número de casos que tiene méritos y problemas inherentes. En cuanto a los méritos, indica que “frente a carencias inevitables de tiempo, energía y recursos financieros, el análisis intensivo de unos pocos casos puede resultar más promisorio que un análisis superficial estadístico de muchos otros”. En cuanto a los problemas inherentes, se refiere a que se puede presentar que haya muchas variables y muy pocos casos, lo que, al estilo de las ecuaciones matemáticas, no tendría solución.

Por último, se revisó el trabajo de Ruíz, Ramos, y Villa (2004) quienes realizaron un análisis mucho más orientado hacia el software, lo cual coincide con esta investigación. Dentro del trabajo de estos autores, el punto cinco se refiere a aspectos comunes y comparativa de modelos. Los mismos autores se encontraron con que “No existen comparativas actualizadas entre los modelos estudiados (ISO9001:2000, CCMI e 15504), por lo que, como referencia, se aportan una taxonomía comparativa y una recopilación de estudios comparativos, tanto cualitativos como cuantitativos, económicos y técnicos de diferentes estándares”.

La comparativa con la que resolvieron el problema se puede ver en la Tabla 8, no obstante, no tuvo toda la profundidad metodológica que le imprimiría un modelo más estructurado para una evaluación que fundamente una decisión. Lo anterior se debe a que se procede a una comparación global de los elementos, los cuales parten de un elemento generalista sin recurrir a elementos vinculativos en torno a los procesos, los cuales pueden incidir de manera significativa dentro del proceso de comparación.

Tabla 8. Comparativa entre modelos Analizados.

	ISO 9001:2000	CMMI	ISO 15504
Ámbito de aplicación	Genérico	Software y Sistemas	Software y Sistemas
En su favor	El más extendido y sencillo	El de mayor prestigio	Más consensuado y probado
En su contra	Simple, general, no guía paso a paso	Difícil de entender, mayor inversión, prescriptivo	Difícil en capacidad, complejo para evaluar
Procesos	Estructura propia	Estructura propia	Delega en ISO 12207, por mayor aplicabilidad
Validación	Encuestas satisfacción	Encuestas satisfacción y casos de estudio	'Trials' y esfuerzo empírico
Objetivo	Cumplimiento de requisitos de calidad por procesos	Mejora del proceso, determinación capacidad contratista	Valoración del proceso y guía para la mejora.
Representación	Plana	Continua y por etapas	Continua (por etapas a nivel de proceso)

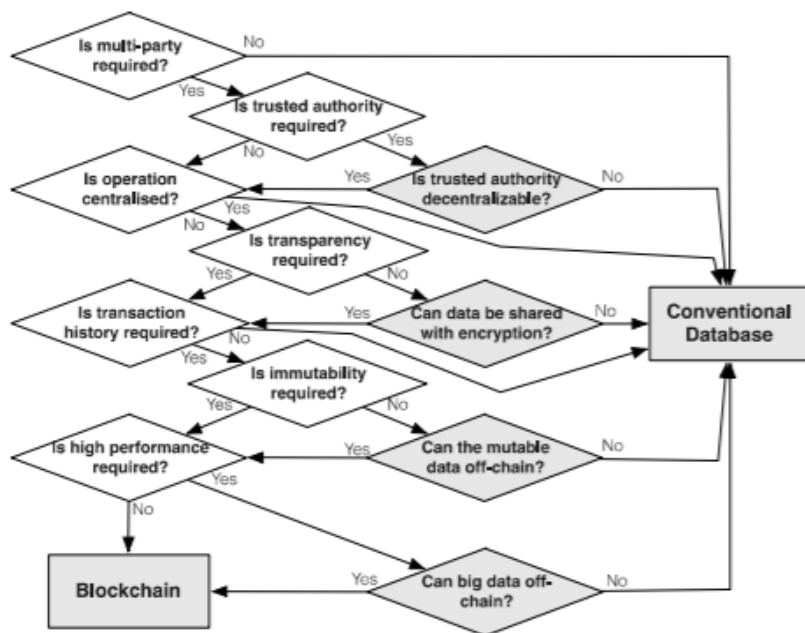
Fuente. Ruíz, Ramos, y Villa (2004)

Una vez revisada la literatura sobre los métodos de evaluación comparativa, escogiendo como modelo a seguir el de Ruíz, Ramos, y Villa (2004), Se investigaron documentos específicos a comparativos hechos por otros autores sobre las tecnologías Blockchain pública y la de bases de datos relacionales, que no tienen todo el rigor descrito por los autores ya citados en este capítulo, pero que tienen un enfoque mucho más práctico sobre las ventajas y desventajas de estas tecnologías.

En este proceso, se encontró el trabajo de Lo, Xu, Chiam, y Lu (2017) quienes realizaron un trabajo enfocado a resolver la misma pregunta de investigación, pero no lo aplicaron a una industria específica ni formularon un conjunto de casos de uso para tomar la decisión entre el uso de bases de datos convencionales y Blockchain. En el proceso de resolver la pregunta de investigación, estos autores hacen un recorrido usando como piedra fundamental la necesidad de que el sistema sea multilateral entre organizaciones, pasando por descentralización, transparencia, inmutabilidad y encriptación hasta ofrecer una decisión orientada según las necesidades de la organización que emplea ese comparativo.

En la Figura 3 puede apreciarse el flujo de toma de decisión, partiendo con ello en la identificación de las partes requeridas, el tipo de operaciones, el historial de transacción, entre otros elementos. La toma de decisiones ilustrada permite identificar las diferencias a grandes rasgos, haciendo un proceso de deducción de acuerdo con los elementos que puede contener una base de datos relacionales y una de Blockchain. Dentro de las principales conclusiones del trabajo de estos autores está: “Encontramos que la cadena de abastecimiento y manejo de identidades se podrían beneficiar, mientras que las transacciones en el mercado de acciones no serían viables por la naturaleza y limitaciones de Blockchain” [Traducción propia]. Hay que notar que, de entrada, este documento cita limitaciones en la tecnología Blockchain que más adelante se confirmará o negará de acuerdo con el propio análisis en el contexto de la Zona de Operaciones Logísticas de Funza.

Figura 3. Diagrama de decisión entre bases de datos relacionales y Blockchain



Fuente. Lo, Xu, Chiam, y Lu (2017)

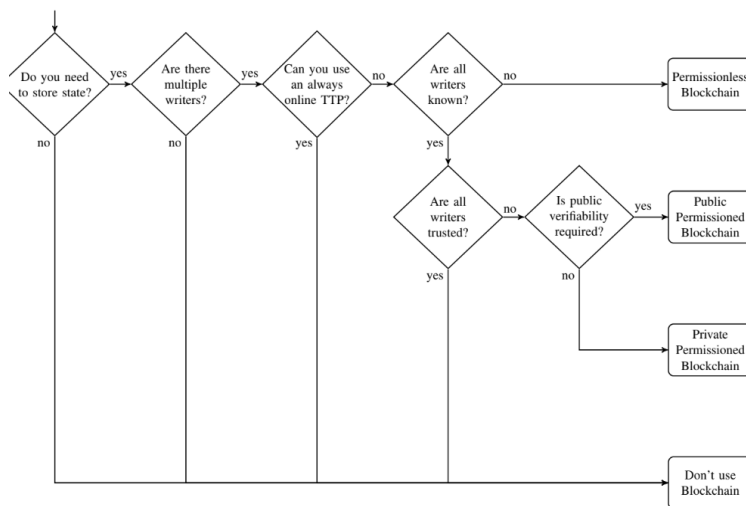
Por otra parte, el trabajo de Wüst y Gervais (2018) se orientó a contestar la pregunta de investigación sobre la decisión entre el uso de las tecnologías mencionadas varias veces en este trabajo de grado. En él, se hace un comparativo con mayor exactitud técnica con respecto al mencionado de Lo, Xu, Chiam, y Lu (2017).

En cuanto a la exactitud técnica, las variables empleadas en la comparación fueron: desempeño, latencia, número de lecto-escrituras, número de lecto escritores no certificados, mecanismos de consenso y gerencia centralizada. Después de hacer un barrido a estas variables, concluyen entre otros aspectos que “Escoger entre una base de datos centralizada y un ambiente con o sin permisos en Blockchain no es trivial”. [Traducción propia] (Wüst y Gervais, 2018).

Un elemento que también llama la atención en Wüst y Gervais es el análisis de internet de las cosas que está dentro de los casos de uso que analizaremos más adelante. Sobre el internet de las cosas IoT escribieron: “Muchos han sugerido los posibles casos de uso de la tecnología Blockchain en el internet de las cosas en combinación con los contratos inteligentes con el objetivo de proveer sistemas autónomos que pagan por recursos que consumen y reciben pagos por recursos que proveen”. [Traducción propia] De acuerdo con esto, se ve una correlación importante entre estos dos elementos de la cuarta revolución industrial: Internet de las cosas y Blockchain.

En la Figura 4 se puede ver el diagrama de flujo de estos autores para apoyar la decisión. Su configuración parte, entonces, de una visión y clasificación más acorde del Blockchain, permitiendo con ello una clasificación más detallada sobre las necesidades y las características de entrada de los procesos en la construcción de las bases de datos.

Figura 4. Diagrama de decisión entre bases de datos relacionales y Blockchain

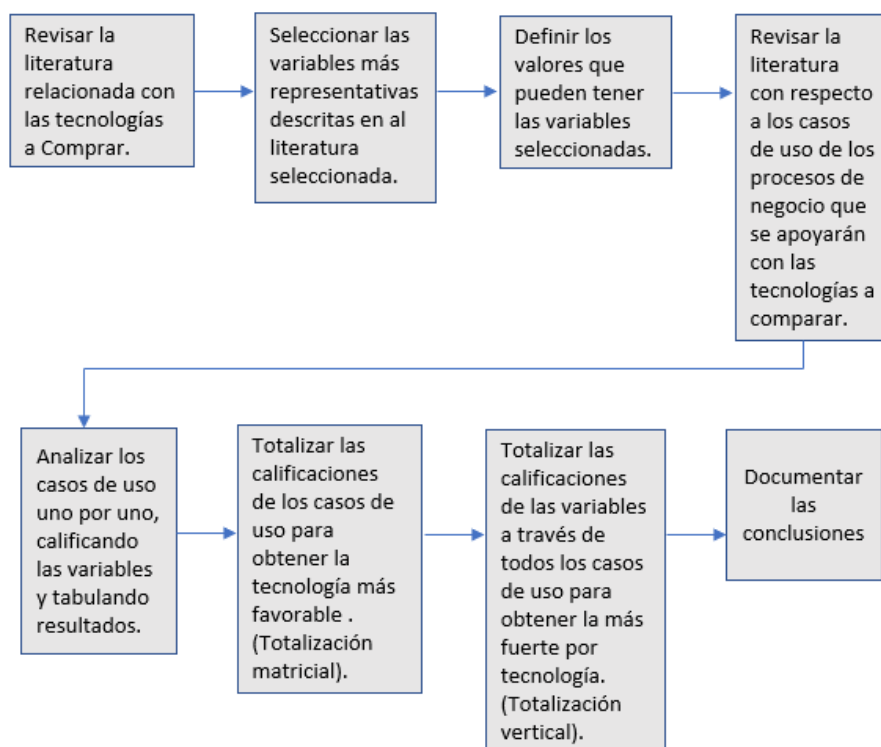


Fuente. Wüst y Gervais (2018)

Aunque este documento abarca diversas posibilidades para el uso de Blockchain y plantea en el diagrama anterior una guía para decidir el uso o no de esta tecnología, fue identificada la ausencia de herramientas con la profundidad necesaria para fundamentar dicha decisión.

Una vez revisadas múltiples fuentes bibliográficas que abordan no solamente los modelos de evaluación comparativa en general sino también entre las tecnologías de bases de datos relacionales y Blockchain pública, se propone el siguiente modelo de evaluación comparativa el cual constituye el objetivo general. La Figura 5 corresponde al modelo de evaluación que se usa en el presente documento. Si bien no corresponde a un diagrama de procesos detallado, establece una pauta a seguir, permitiendo con ello gestar un paso a paso explicativo.

Figura 5. Diagrama del Modelo de Evaluación Comparativa Propuesta



Fuente. Elaboración Propia.

7.1. Revisión de literatura relacionada con las tecnologías a comparar

En este paso, se realiza una investigación de bibliografía relacionada con las tecnologías a ser evaluadas y a medida que se van obteniendo fuentes, ellas mismas van creando el camino para obtener otras. Debe haber especial énfasis en los conceptos y generalidades, no tanto la descripción de casos específicos porque es necesario tener un panorama lo más amplio posible de lo que son capaces las tecnologías. Es el mismo proceso de marco teórico en cualquier investigación, pero orientado a obtener las variables más significativas dentro del comportamiento de las tecnologías.

7.2. Selección de variables más representativas en la literatura.

De la revisión de literatura, se obtuvieron diez documentos los cuales describan el comportamiento de ambas tecnologías, identificando en cada uno de ellos las variables de manera que por factor común, aquellas que tengan una coincidencia igual o mayor a tres autores, sean las escogidas para ser utilizadas en los pasos siguientes de la evaluación comparativa. Este proceso se realizó dentro de la *Selección de Variables*, encontrando tres que fueron la de mayor factor común según el modelo propuesto. La tabulación para este proceso fue la referida en la Tabla 9, en donde las variables 1,2 y N son las que cumplen con el parámetro de factor común mayor o igual a tres. Por lo tanto, son las que se seleccionan.

Tabla 9. Modelo de Selección de Variables.

	Autor 1	Autor 2	Autor 3	Autor 4	Autor 5	Autor 6	Autor 7	Autor 8	Autor 9	Autor 10	Total
Variable 1		x			x		x				3
Variable 2	x		x			x			x		4
Variable 3	x									x	2
Variable 4					x		x				2
...
Variable N		x	x		x			x	x		5

Fuente. Elaboración Propia.

7.3. Casos de uso de los procesos de negocio

En este paso, se realizó una búsqueda de literatura que describiera los procesos de logística que potencialmente podrían mejorar con la implementación bien sea de la tecnología Blockchain o de bases de datos relacionales. De manera suplementaria a la revisión de la literatura, podría realizarse la observación empírica de los casos de uso al interior de la organización, sin embargo, no se aconseja puesto que, al revisar la literatura, se aprovecha el tiempo y análisis invertidos por los autores que describieron los procesos.

Dentro de la literatura de los procesos, deben estar incluidos los procedimientos que mueven la empresa y que se establecen desde el punto de vista de sistemas de información como casos de uso. Es recomendable un máximo de diez casos de uso que representen lo más significativo de los procesos de la empresa puesto que una granularidad mayor, distorsionaría la calificación de las variables. No obstante, sí se quisieran analizar más casos, habría que hacer una ponderación para que los casos más importantes, tengan más relevancia en el proceso de calificaciones.

7.4. Evaluación y calificación de procesos según casos de uso

Con el insumo del análisis de la literatura explicado en los pasos anteriores, se empieza a calificar cada variable dentro de los casos de uso, asumiendo como trabajaría cada uno con cada tecnología. Estos valores dentro de la tabla conforman una matriz que se utilizará en varios de los pasos para obtener los resultados finales.

Tabla 10. Calificación de Variables.

	Variable 1		Variable 2		...		Variable N		Total Por Caso	
	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2
Caso de Uso 1	1	3	2	2	1	3	2	1	6	9
Caso de Uso 2	2	2	3	1	2	2	1	2	8	7
Caso de Uso 3	3	1	2	2	3	1	2	3	10	7
Caso de Uso 4	1	1	2	3	1	1	3	1	7	6
...										
Caso de Uso N	2	3	1	1	2	3	1	2	6	9

Fuente. Elaboración Propia

En la tabla expuesta como ejemplo, se realizó el análisis caso por caso, calificando las variables, lo cual conforma una matriz que permite mediante la consignación de datos, una conversión en información útil para la evaluación.

7.5. Calificaciones de los casos de uso para obtener la tecnología más favorable

Este paso podría considerarse como uno de los más importantes porque ofrece la totalización sobre la sugerencia que el modelo hace para tomar la decisión. Haciendo la sumatoria de los valores resultantes de la suma caso por caso, a su vez termina indicando cuál sería la tecnología que más favorece a la generalidad de los casos de uso, sin importar que, en algunos casos, una tenga mejores calificaciones que la otra. La Tabla 11 contiene los datos del proceso, apuntando

con ello a reconocer que, en este ejemplo, la Tecnología 2 obtuvo mejores resultados generales con respecto a la Tecnología 1. Por esta razón, el modelo sugiere utilizarla.

Tabla 11. Totalización Matricial.

	Variable 1		Variable 2		...		Variable N		Total Por Caso	
	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2
Caso de Uso 1	1	3	2	2	1	3	2	1	6	9
Caso de Uso 2	2	2	3	1	2	2	1	2	8	7
Caso de Uso 3	3	1	2	2	3	1	2	3	10	7
Caso de Uso 4	1	1	2	3	1	1	3	1	7	6
...										
Caso de Uso N	2	3	1	1	2	3	1	2	6	9
								Total	37	38

Fuente. Elaboración Propia.

7.6. Totalización de calificaciones

Aunque el objetivo primordial del modelo es generar una decisión para el uso entre dos tecnologías, se puede aprovechar también para identificar la fortaleza de alguna de las dos aun cuando no sea la escogida en la totalización matricial. Este proceso se realiza haciendo una sumatoria vertical, tecnología por tecnología, lo cual indica numéricamente la fortaleza de las variables. La Tabla 12, correspondiente a la Totalización Vertical, permite exhibir el comportamiento de cada tecnología de manera particular, principalmente en lo que implica una triangulación con una variable específica. Los resultados de dicha totalización vertical permiten la comparación de variables asumiendo qué tipo de tecnología incide de manera positiva con cada variable.

Tabla 12. Totalización Vertical.

	Variable 1		Variable 2		...		Variable N	
	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2	Tecnología 1	Tecnología 2
Caso de Uso 1	1	3	2	2	1	3	2	1
Caso de Uso 2	2	2	3	1	2	2	1	2
Caso de Uso 3	3	1	2	2	3	1	2	3
Caso de Uso 4	1	1	2	3	1	1	3	1
...								
Caso de Uso N	2	3	1	1	2	3	1	2
Total	9	10	10	9	9	10	9	9

Fuente. Elaboración Propia.

En esta tabla de totalización vertical, se encuentra que la tecnología 2 fue más fuerte en las variables 1 y 2 aunque la totalización matricial haya indicado que la más conveniente es la tecnología 1. Esto tiene especial interés si la organización valora mucho una variable, por ejemplo, la Confidencialidad corporativa.

7.7. Documentación de conclusiones

Este es el proceso clásico de cierre de cualquier análisis o trabajo de investigación y se refiere a “La inferencia de todo el proceso que siguió a lo largo de la investigación desde que se planeó hasta cuándo se ejecutó, y especialmente, de los resultados con los cuales culminó” (Niño, 2011). De todo este proceso, lo que se obtiene es un soporte como insumo en la decisión entre el uso de dos tecnologías y, por otra parte, permite apreciar si algunas variables dentro de las tecnologías pueden ser mejor aprovechadas por la organización que busca implementar una u otra.

8. DESARROLLO DEL MODELO DE EVALUACIÓN COMPARATIVA

El término evaluación se usa en diversos contextos lo que dificulta el uso de una definición exacta para cada uno de ellos. Para esta investigación se hace interesante emplear las siguientes: “Evaluación es el proceso de obtener información y usarla para formar juicios que a su vez se utilizarán para la toma de decisiones” (Tenbrink y Fernández, 1981). También, es “Una acción o proceso mediante la cual pretendemos reducir el grado de incertidumbre ante una duda o problema planteado eligiendo una alternativa entre las presentes” (Monedero, 1998). Esta es la base comprensiva con la que se adopta en este trabajo los criterios de evaluación. De allí, se continúa con una breve descripción de la Zona de Operaciones Logísticas de Funza para darle contexto al lector sobre el lugar y actividades que allí se realizan.

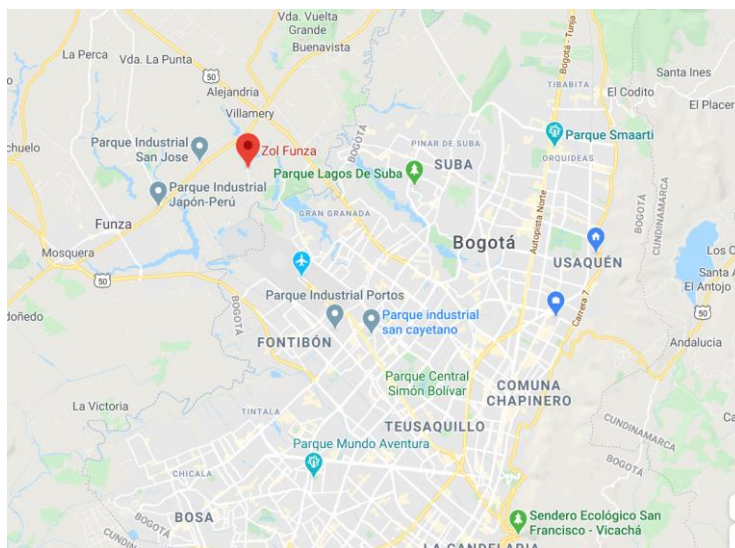
8.1. Zona de Operaciones Logísticas (Z.O.L.)

Según Terranum (2017), Z.O.L. “Es el primer parque 100% logístico en Colombia, que ofrece un sistema integrado con bodegas diseñadas para optimizar la operación logística de las empresas, dentro de un parque que, además de contar con la infraestructura apta para estos procesos, tiene áreas verdes, administración unificada y servicios para los colaboradores que trabajan allí”. Para las empresas es interesante tener su logística en esta zona porque cuenta con ubicación geográfica estratégica, no se pagan peajes y hay vías apropiadas para los vehículos de carga entre otros beneficios de infraestructura en muelles y bodegas.

En referencia a la ubicación geográfica, para que los productos lleguen desde su origen a esta zona es posible que se utilicen medios de transporte aéreo, marítimo y terrestre o una com-

binación de los tres. No obstante, el único medio que se puede utilizar para llegar a la Z.O.L. es el terrestre. Siguiendo a la Figura 6, tomada de Google Maps, se encuentra que el Z.O.L. se encuentra en la zona occidental de la capital colombiana, conocida como una zona de gran manejo de información logística y de varios procesos industriales a gran escala. Su posición cercana al Aeropuerto Internacional El Dorado permite que se gesten procesos de comunicaciones y de interacción, las cuales exhiben una reducción de tiempo en algunos casos en la cadena de abastecimiento. Cabe resaltar el papel que tienen los diferentes parques industriales en las zonas, por lo que el Z.O.L. permite una integración espacial vinculada en una zona estratégica a nivel territorial.

Figura 6. Ubicación Geográfica De La Z.O.L.



Fuente. Google Maps (2019)

8.2. Procesos logísticos y casos de uso a evaluar

Para realizar la evaluación comparativa se tuvieron en cuenta los procesos logísticos documentados por Mora (2011), los cuales son:

- Recepción.
- Almacenamiento.
- Preparación de pedidos.
- Expedición o despacho.

Según menciona el mismo autor, “Los objetivos de la gestión de centros de distribución pueden resumirse de la siguiente manera:

- Lograr que el movimiento diario de productos que entran y salen de la empresa estén estrictamente de acuerdo con las necesidades de compras y despachos.
- Mantener los stocks previstos de materiales y mercancías al mínimo costo de acuerdo con los criterios de la empresa y los recursos financieros disponibles.
- Controlar perfectamente los inventarios, la facturación y los pedidos”

De los mencionados procesos se extrajeron casos de uso y mediante tabulación se les atribuyó un valor como se definió en la sección *Técnicas e Instrumentos de Investigación*.

Como resultado de la tabulación se encontró cual es la mejor tecnología para cada caso de uso. No obstante, dado que no se contempla la posibilidad de mezclar tecnologías, aquella con el mayor número de casos atribuidos es la que se declaró como recomendable para ser empleada en las operaciones logísticas de la Z.O.L. de Funza.

8.3. Análisis y calificación de los procesos

- **Recepción**

Para el desarrollo de la tabulación en la que se atribuyen las calificaciones de las variables se crearon las siguientes fichas técnicas que instrumentan la evaluación. En el primer caso se encuentra la Tabla 13, la cual permite evidenciar cómo es el proceso logístico en torno a la recepción. La evaluación de la mercancía se encuentra orientada a reconocer elementos entorno al empaque y al embalaje, siendo este segundo de una menor importancia o categorización dentro del análisis; lo anterior puede estar dado a partir de la naturaleza del producto o a la misma necesidad de omitir información que equipare un control adicional dentro de la cadena de suministro.

Dentro de la Tabla 13 se logran identificar datos básicos, los cuales permiten reconocer el modo de operación, el cual corresponde al punto inicial de utilización de manejo de bases de datos. Esta forma de integrar los datos implica el uso de un código de barras de identifica cada pedido

Tabla 13. Caso De Uso 1. Recepción - Recibo Físico.

Proceso Logístico	Recepción
Nombre del Caso de Uso	Recibo Físico según la Clase del Producto y su Empaque - Paletizado (Mora, 2011)
Descripción del caso de uso	Recibo de mercancía embalada sobre una estiba para convertirla en una unidad compacta. Al provenir de un proveedor, se necesita un sistema de información que capture la cantidad e identificación de la mercancía para posteriormente agregarla al inventario.
Modo de operación del caso de uso en un sistema de bases de datos tradicional	Una vez llega la estiba al muelle de carga, un operador hace un conteo de lo que llegó y posteriormente mediante el terminal inalámbrico, lee el código de barras que identifica el producto que llegó e ingresa la cantidad recibida. Esta información viaja desde la interfaz de usuario hasta la base de datos relacional almacenando como mínimo los siguientes campos: SKU, Cantidad, Fecha/hora de recibo y observaciones. La aplicación funciona cliente servidor, por esta razón, los datos

	viajan al centro de cómputo donde son almacenados en la base de datos relacional.
Modo de operación de la funcionalidad en Blockchain	La terminal inalámbrica con el aplicativo que contiene embebido el conector web3.js inicia la conexión hacia la red Ethereum donde reposan los datos. Para hacer esto, debe pasar primero por la WLAN, luego por la LAN, luego por el canal hasta el datacenter y posteriormente hasta Internet. Entre cada ida y vuelta por cada transacción se va sumando tiempo lo cual es perjudicial para el desempeño. Antes de que sea posible hacer el uso de la aplicación para la toma de los códigos, se necesita la creación de un Smart contract.

Fuente. Elaboración Propia.

Posteriormente, se encuentra la Tabla 14, la cual permite hacer una descripción simple sobre el análisis profesional en torno a la base de datos tradicionales. En esta Tabla en mención se realiza la evaluación del proceso de acuerdo con las variables seleccionadas, principalmente lo que implica la evaluación del DESEMPEÑO. Los resultados obtenidos de este proceso y manejo de datos cuentan con una valoración ALTA de 4.5; implicando con ello que el uso, en este caso de estudio, es adecuado.

En relación con la confidencialidad, se encuentra que los datos se encuentran seguros en una ponderación ALTA de 4.25, aunque hay elementos que se pueden mejorar en torno a la eficiencia del cifrados, la resiliencia y la resistencia de los datos. La característica más importante de este tipo de manejo de datos es que nadie que sea externo puede acceder a las redes y bases para ver los datos.

La variable de escalabilidad responde a uno de los grandes inconvenientes dentro de este caso de estudio, ya que no se cuenta con un espacio de almacenamiento prudente, por lo cual puede darse las situaciones que se encuentre fuera de servicio cuando no se tenga suficiente es-

pacio. Los resultados obtenidos en esta variable muestran como la ponderación total es de 3.0 siendo una valoración MEDIA. Si se pretende mejorar esta variable dentro de la cadena de abastecimiento es importante mejorar la independencia del software ante los cambios del hardware, la escalabilidad horizontal y la facilidad para ampliar las capacidades del sistema. Es importante resaltar que ninguna subvariable o subcategoría tuvo un valor alto; lo cual compromete a la forma como se maneja la información en esta base de datos.

Tabla 14. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 1

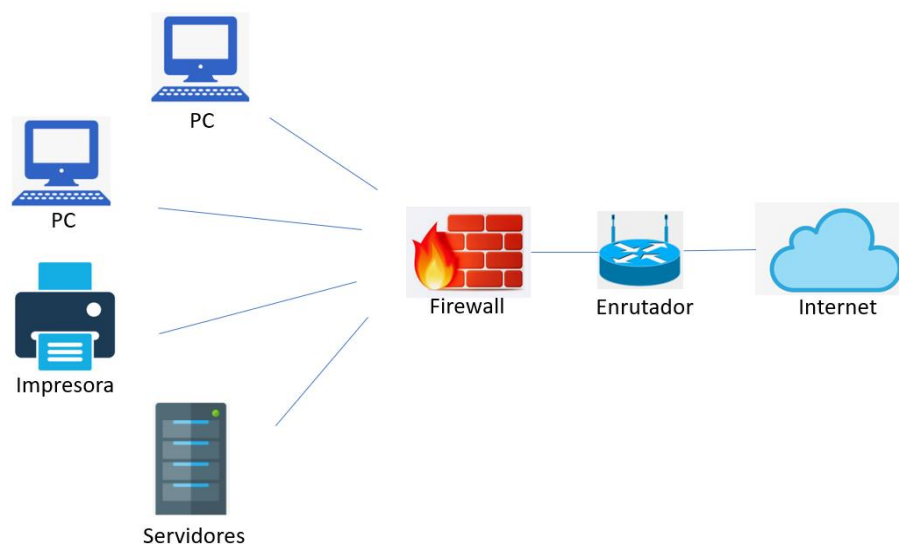
Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en base de datos tradicional	El tiempo total de este proceso contabilizado para el recibo de una estiba fue de 30 segundos.	Velocidad para concretar la transacción			X	
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión				X
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones			X	
		Ponderación TOTAL	4,5			
		Valoración	Alto			
Confidencialidad en base de datos tradicional	Los datos viajan dentro de la bodega usando la WLAN que está protegida con contraseña segura e ingresan a la red LAN mediante la controladora para luego a través de un enrutador, viajar de manera cifrada hasta el	Eficiencia del Cifrado			X	
		Protección a la verificación pública				X
		Integridad				X

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Escalabilidad en base de datos tradicional	datacenter donde se almacena en las tablas de la base de datos. Aunque generalmente los datos no se enmascaran, existe la posibilidad de hacerlo. Además, el acceso directo a las tablas se restringe única y exclusivamente a los administradores de base de datos. Nadie externo a estas redes puede ver los datos.	Resiliencia			X	
		Resistencia a la pérdida de datos			X	
		Ponderación TOTAL	4,25			
		Valoración	Alto			
		Facilidad para ampliar capacidades		X		
		Redundancia			X	
		Compatibilidad			X	
Escalabilidad en base de datos tradicional	A la base de datos se le asigna un espacio de almacenamiento con una estimación prudente que evite tiempo fuera de servicio cuando se llene. No obstante, tarde o temprano llegará el momento en el que se hará necesario adicionar almacenamiento lo cual no necesariamente es un proceso simple e implica parada para servicio. Por otro lado, la centralización de la base de datos hace que sea un único punto de falla.	Independencia del software ante cambios del hardware		X		
		Escalabilidad horizontal		X		
		Ponderación TOTAL	3,0			
		Valoración	Medio			

Fuente. Elaboración Propia.

En la Figura 7 se puede apreciar la conectividad empleada para el estudio de los casos de uso en los cuales la empresa se conecta a las bases de datos locales. En este tipo de conexión, toda la información se mantiene dentro de la red la empresa y la conectividad a Internet se emplea solamente para actividades de mensajería con otras entidades como lo son proveedores, gobierno y clientes.

Figura 7. Esquema De Conexión A Bases De Datos Locales



Fuente. Elaboración propia

La Tabla 15 permite evaluar el análisis profesional en relación con Blockchain, la cual es la tecnología que se desea experimentar y plantear como elemento fundamental y necesario para los procesos logísticos. En el Caso 1 se encuentra que el desempeño cumple un valor MEDIO con una ponderación de 3.75, estos valores son de gran sorpresa, ya que se identifica que lo que más afecta al DESEMPEÑO es la velocidad para concretar la transacción y el volumen de datos en la transmisión. Si se logra mejorar estos elementos a partir de un aplicativo más rápido y que permita integrar diferentes acciones de lecto escritura, se obtendrán mejores resultados.

En relación con la confidencialidad, la Tabla 15 exhibe que hay problemáticas en torno a la protección y a la verificación pública, lo que debe su puntuación como baja. Es importante resaltar que la protección se encuentra relacionada con las funcionalidades de seguridad, lo que retoma, de una manera directa con los planteamientos de Cobos (2018). Su valoración como

ALTA, con una ponderación en 4.0 la coloca al límite. Cabe mencionar que no se identifica la existencia de mejoras en la seguridad entre una base de datos clásica y el Blockchain, lo que puede estar sustentado en la falta de personal y formas de manejar y presentar la información.

Finalmente, para la Tabla 15, se encuentra la ESCALABILIDAD, la cual tiene el valor más alto dentro del caso de estudio. Lo anterior puede darse a la facilidad que tiene el Blockchain para la ampliación de capacidades, la independencia del software antes los cambios de hardware y la escalabilidad horizontal que la característica. El único elemento que debe ser mejorado en este aspecto en la compatibilidad.

Tabla 15. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 1

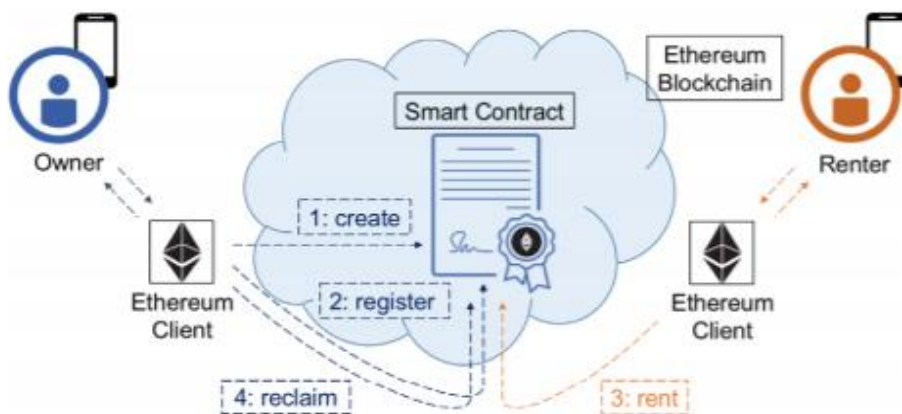
Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en Blockchain	Al involucrarse diferentes segmentos de código fuente que utilizan conectores para usar Ethereum y también realizar operaciones de lecto-escritura, el aplicativo es más lento que los que emplean bases de datos relacionales. En una prueba hecha por Chen, Zhang, Shi, y Yan (2018), el tiempo de lecto escritura en Blockchain fue más de 2000 ms superior al de base de datos tradicional usando bloques de 6 KB.	Velocidad para concretar la transacción	X			
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión		X		
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X
		Ponderación TOTAL	3,75			
		Valoración	Medio			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Confidencialidad en Blockchain	Aunque la percepción general sobre Blockchain es que tiene funcionalidades de seguridad de estándares muy altos, esto solamente es cierto cuando esta tecnología se usa para transportar criptomonedas. Dentro de las conclusiones de Cobos (2018) está que “No parece que, desde el punto de vista de la seguridad, el Blockchain corporativo sea mejor que las soluciones clásicas, al menos a primera vista. Antes al contrario, mucho indica que para el responsable de seguridad, la proliferación de Blockchains es un desafío, como lo es la falta de personal y de empresas especializadas en seguridad de los mismos”.	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública	X			
		Integridad				X
		Resiliencia			X	
		Resistencia a la pérdida de datos				X
		Ponderación TOTAL	4,0			
		Valoración	Alto			
Escalabilidad en Blockchain	Ethereum permite la escalabilidad de transacciones con facilidad a medida que se van creando los nodos, es un proceso automático que no requiere tiempo de servicio para aumentar su capacidad.	Facilidad para ampliar capacidades				X
		Redundancia				X
		Compatibilidad		X		
		Independencia del software ante cambios del hardware				X
		Escalabilidad horizontal				X
		Ponderación TOTAL	4,5			
		Valoración	Alto			

Fuente. Elaboración Propia.

El esquema de conexión a Blockchain pública puede verse en la Figura 8, donde se exhiben los elementos claves para comprender cómo debe ser la conexión. En ella se ve la transacción entre un arrendatario (renter) y un arrendador (owner) que utilizando la nube Ethereum de Blockchain, firman un contrato. El arrendador primero crea el contrato, después lo registra y es ahí cuando el arrendatario lo acepta para dar lugar a la firma electrónica del contrato. Una vez terminados estos pasos, queda cerrado el contrato. En esta figura se destacan los Smart Contracts, los cuales son los actores principales dentro de la economía que se gesta a partir de la logística. De acuerdo con los planteamientos de Pérez (2020), los Smart Contracts corresponden a un nuevo tipo de contrato que permite una ejecución independiente y simple, lo anterior permite que se realice un funcionamiento autónomo y automático. Para comprender de mejor manera lo que es un Smart Contracts se debe tener en cuenta que es un software que permite la auto ejecución dentro de un modelo de confianza distribuida, donde se eliminan las ambigüedades.

Figura 8. Esquema De Conexión A Blockchain Pública.



Fuente. Meeuw, Chanson, y Bogner (2016).

Relacionado con este caso de uso presentado, se incluyó la variación para los casos en que el recibo físico es en arrume:

La tabla 16 permite hacer una evaluación sobre el Caso 2 en torno a la recepción. Al igual que sucede con el caso 1, se hizo una evaluación de los elementos pertinentes en torno a la descripción del producto. La importancia dada a la recepción es de vital importancia dentro de la cadena de abastecimiento, ya que puede implicar que el empaque y embalaje se da una forma particular de trabajar. En el caso específico se encuentra que son arrumes de cajas sueltas, lo que puede dificultar de una manera directa el tiempo dentro de la cadena de abastecimiento. Se encuentra que el tipo de recepción es problemática, ya que hay un desaprovechamiento de los espacios y aumento de la transacción en relación con el recurso humano. En relación con el modo de operación, se encuentra que tiene una operación de la funcionalidad Blockchain compleja, ya que es una clase de producto paletizado; por lo que, para que suceda, es pertinente la utilización de ciertos datos de manera general.

Tabla 16. Caso De Uso 2. Recepción - Recibo Físico y Arrume

Proceso Logístico	Recepción
Nombre del Caso de Uso	Recibo Físico según la Clase del Producto y su Empaque - Arrume (Mora, 2011)
Descripción del caso de uso	En este caso la mercancía no se recibe en arrumes sino en cajas sueltas. Mediante una terminal inalámbrica, se ingresa la cantidad, identificación y fecha/hora de recepción de la mercancía para posteriormente agregarla al inventario. Este tipo de recepción es más problemática porque al ser un manejo caja a caja, no se aprovechan de la mejor manera los espacios y se deben hacer muchas transacciones para registrar el recibo.

<p>Modo de operación del caso de uso en un sistema de bases de datos tradicional</p>	<p>Desde el punto de vista de sistemas de información, este caso de uso se comporta exactamente igual al caso Recibo Físico según la Clase del Producto y su Empaque – Paletizado. Como sustento adicional, puede citarse a Chitti, Murkin, y Chitchyan (2019) quienes escribieron sobre este tema: “ El sistema de administración se encarga del acceso basado en roles, de la consistencia y confiabilidad mientras ejecuta en simultánea la inserción, recuperación y cambios sobre la base de datos”. [Traducción propia]. Razón por la cual las bases de datos son eficientes en el manejo de datos granulares o uno a uno.</p> <p>Por esta razón la calificación de la variable es Alta (2).</p>
<p>Modo de operación de la funcionalidad en Blockchain</p>	<p>Para hacer el recibo físico debe hacerse una incorporación dentro de Blockchain que documente el recibo de mercancía. Para que esto suceda, se debe crear primero un modelo para poder interactuar con los datos:</p> <pre>struct Recibo { string Recibo_de_Mercancia ; string Descripción ; string SKU; string Cantidad; }</pre> <p>“Una vez el contrato está en la red, conocida su dirección, los datos se transmiten a través del campo data”. (Barrios, 2019)</p>

Fuente. Elaboración Propia.

De acuerdo con los procesos establecidos dentro del modelo de análisis y de comparación se encuentra el análisis profesional. En este caso se encuentra que en relación con el DESEMPEÑO se encuentra que el manejo de bases de datos de modo tradicional tiene una ponderación de 4.5 y una valoración ALTA. El resultado de ello se debe a que existe un alto volumen de datos, permitiendo con ello que se integren y estén disponibles de manera adecuada. Es importante resaltar el rol del Administrador, ya que es la autoridad que permite el manejo y asegura que todas las actividades se cumplan a cabalidad de acuerdo con los estándares establecidos.

Siguiendo el análisis profesional se encuentra la variable de CONFIDENCIALIDAD, donde se percibe una ponderación de 4.25 y una valoración ALTA. Lo anterior se debe

principalmente al perfeccionamiento de las funcionalidades de seguridad durante todos los años en que se ha empleado esta tecnología. Dentro de los descriptores, la protección a la verificación pública tiene la mayor calificación posible favoreciendo el uso de las bases de datos lo cual tiene relevancia porque de acuerdo con Pérez (2020), puede gestarse un riesgo alto en la cadena de abastecimiento y en el manejo de datos al momento que no existe una protección a la verificación pública, ya que implicaría que los datos son susceptibles a errores humanos en torno a la configuración de la seguridad.

La siguiente variable analizada dentro de la Tabla 17 son la ESCALABILIDAD en la base de datos. Los resultados en este caso obtienen un valor muy bajo, con una ponderación de 2.75. Lo anterior se debe a elementos como independencia del software ante cambios del hardware, la facilidad para ampliar capacidades y la escalabilidad horizontal. El manejo de base de datos implica, dadas las características, varias restricciones que pueden traer grandes problemas al momento que se va aumentando la cantidad y las características de los datos analizados. En el uso de base de datos de este tipo es pertinente el análisis y la observación constante de un recurso humano, que esté atento a la resolución de problemáticas.

Tabla 17. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 2

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en base de datos tradicional	Los sistemas de bases de datos relacionales aseguran la integridad y proveen acceso seguro a diferentes usuarios basándose en roles. Hay un rol llamado administrador que es empleado por los propietarios de la base de datos y que gestiona a los demás usuarios.	Velocidad para concretar la transacción			X	
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión			X	
		Volumen de				X

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Esta autoridad centralizada que administra las bases de datos también asegura actividades de mantenimiento como por ejemplo los respaldos.	Datos en la Transmisión					
	Integridad de los Datos				X	
	Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X	
	Ponderación TOTAL	4,5				
	Valoración	Alto				
Confidencialidad en base de datos	De acuerdo con Gil (2016): “Las técnicas englobadas en lo que se denomina privacidad diferencial son un área de investigación importante. Parten de la base de que el riesgo sobre la privacidad de una persona no debería aumentar por el hecho de que sus datos se encuentren en una base de datos” Sin embargo los datos son susceptibles de ser obtenidos si se cometen errores humanos en las configuraciones de seguridad.	Eficiencia del Cifrado				X
	Protección a la verificación pública				X	
	Integridad			X		
	Resiliencia			X		
	Resistencia a la pérdida de datos				X	
	Ponderación TOTAL	4,25				
	Valoración	Alto				
Escalabilidad en base de datos tradicional	Una de las principales restricciones para que las bases de datos en una empresa puedan escalar a medida que se va requiriendo, “es la necesidad de que ingenieros expertos monitoreen las 24	Facilidad para ampliar capacidades		X		
		Redundancia			X	
		Compatibilidad			X	

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
horas el crecimiento y la salud de la base de datos lo cual ya no es posible por los volúmenes de información que se manejan”. (Agrawal, Abbadi, Das, y Elmore, 2011) . Por otro lado, la adquisición de elementos de hardware para este escalamiento de capacidad no siempre está disponible rápidamente.	Independencia del software ante cambios del hardware	X				
	Escalabilidad horizontal		X			
	Ponderación TOTAL	2,75				
	Valoración	Bajo				

Fuente. Elaboración Propia.

La Tabla 18 responde a un análisis profesional siguiendo los esquemas utilizados con anterioridad. Se resalta dentro de ella un DESEMPEÑO con valoración media y con una ponderación de 3.75. Lo anterior se debe a la falta de velocidad que se exhibe, seguido de elementos en torno a la transmisión de un número significativo de datos. Es importante resaltar que esta variable incide en la asincrónica que se presenta y en las características mismas de la naturaleza de los productos a trabajar.

En relación con la CONFIDENCIALIDAD, se obtiene que haya problemas dispares, ya que hay valores altos, pero también se presentan problemáticas con la protección a la verificación pública. Los resultados en ella corresponden a una valoración ALTA con una ponderación de 4.0. El riesgo que se presenta y se identifica en la subvariable se puede deber a la organización que se posee y al mismo proceso de abastecimiento, donde por la naturaleza del producto puede gestarse problemas y riesgos.

Para la Tabla 18, sobre la ESCALABILIDAD, es uno de los resultados más altos, ya que la ponderación es de 4.75, es decir ALTA. El único elemento que posee un elemento bajo corresponde a la independencia del software en relación con el hardware. A partir de este resultado, es posible hacer uso del Blockchain, partiendo de la solución de las problemáticas subsanadas y calificadas con un valor inferior.

Tabla 18. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 2

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en Blockchain	Barrios (2019) También documentó que “Para completar este proceso hay que conectar con varias APIs, lanzar dicha alerta y esperar la respuesta, como se detallará más adelante. Esta información puede tardar bastante en adquirirse y depende de la señal de la conexión a Internet”. Las alternativas de adición a los contratos de manera asíncrona para superar los problemas de lentitud no son posibles porque la información debe alimentar el inventario tan pronto entre la mercancía para que pueda ser almacenada.	Velocidad para concretar la transacción	X			
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión		X		
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X
		Ponderación TOTAL	3,75			
		Valoración	Medio			
Confidencialidad en Blockchain	Cómo se ha comentado y documentado en otros casos uso, la confidencialidad y privacidad en Blockchain no necesariamente cumple con todas las necesidades de la industria. Dado que	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública	X			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Escalabilidad en Blockchain	la información en esta tecnología es pública, se convierte en un riesgo negativo el que se sepa exactamente que llegó a la bodega, no solamente por el aspecto de seguridad física en la que bandas organizadas puedan evaluar el beneficio de realizar un robo a gran escala sino que también los competidores podrían analizar cuán tan rápido se está abasteciendo la bodega y conocer que productos tendrían ventaja por estar disponibles en mejor tiempo que el que se puede ver en las transacciones registradas en Blockchain. Emplear esta tecnología para el recibo se convierte entonces en un riesgo negativo de importancia estratégica.	Integridad				X
		Resiliencia			X	
		Resistencia a la pérdida de datos				X
		Ponderación TOTAL	4,0			
		Valoración	Alto			
		Facilidad para ampliar capacidades				X
		Redundancia				X
Escalabilidad en Blockchain	Crecer en cantidad de transacciones es una tarea automática dentro del funcionamiento de Blockchain público porque está diseñada para adicionar nodos por cada transacción que se va realizando y al ser distribuida, no depende de la instalación de hardware. Resulta entonces muy conveniente el empleo de Blockchain para esta funcionalidad.	Compatibilidad				X
		Independencia del software ante cambios del hardware			X	
		Escalabilidad horizontal				X
		Ponderación TOTAL	4,75			
		Valoración	Alto			

Fuente. Elaboración Propia.

- **Almacenamiento**

Pasemos ahora a los procesos de Almacenamiento. La Tabla 19 da cuenta de los elementos dentro de los procesos logísticos. Los resultados en el caso de estudio permiten dar una visión global sobre las características del proceso, orientando con ello a una verificación óptima de un proceso de transacción adecuado, sin lograr afectaciones o problemáticas en la cadena de abastecimiento.

Tabla 19. Caso De Uso 3. Almacenamiento - ABC

Proceso Logístico	Almacenamiento
Nombre del Caso de Uso	Almacenamiento ABC (Mora, 2011)
Descripción del caso de uso	La mercancía que ha sido recibida se divide en tres de acuerdo con su movimiento o rotación, el grupo A es el de mayor inversión y el C es el de menor de los tres. Esta división se realiza para que los tiempos de almacenamiento y despacho sean mucho más rápidos comparados con no usar esta metodología. Con las ya mencionadas terminales inalámbricas, se realiza la identificación de la mercancía y manualmente se ingresa su ubicación. De esta manera el WMS sabe en dónde quedó ubicada para después facilitar el picking de las órdenes de pedido.
Modo de operación del caso de uso en un sistema de bases de datos tradicional	Este caso de uso funciona mediante la función INSERT en la tabla de ubicaciones del software WMS para que posteriormente pueda ser ubicada con los casos de uso de la preparación de pedidos. Un ejemplo del funcionamiento ingresando datos a la tabla es el siguiente: INSERT INTO Ubicaciones (Rack, SKU, Cantidad) VALUES (11ª, BP770128180, 15)
Modo de operación de la funcionalidad en Blockchain	Se puede explicar en esta secuencia de pasos: Paso 1: Un usuario desde el aplicativo que se conecta a Blockchain envía un token informando de la transacción Paso 2: La transacción tiene un tiempo de espera mientras es tomada por el minero en el Blockchain indicado. Mientras es tomada, queda en el registro de transacciones no confirmadas. Paso 3: Los mineros toman la transacción y la convierten en bloque. Paso 4: Se firma el bloque mediante el empleo de un número calculado con una función matemática que es único para identificar el bloque. Resolver estas funciones matemáticas requieren bastante energía eléctrica para el desarrollo de los cómputos. Paso 5: Todos los nodos agregados posteriormente actúan como confirmación de los anteriores.

Fuente. Elaboración Propia.

Para comprender los elementos relacionados con el análisis profesional, en relación con el almacenamiento se observaron las mismas variables, haciendo hincapié en las múltiples acciones. En torno al DESEMPEÑO se encuentra que posee una ponderación de 4.75 y una valoración ALTA; lo anterior implica que el proceso es el adecuado y solo se debe mejorar los elementos que se enfocan en la disponibilidad de los datos y la actualización. Dicho accionar se debe a las múltiples inserciones que se encuentran presentes en los diferentes nodos, dada la multiplicidad de usuarios.

En torno a la CONFIDENCIALIDAD, se obtuvo una ponderación de 4.5 con una valoración ALTA. Los resultados demuestran que el software usado permite un direccionamiento, pero este se encuentra adecuado para la resiliencia y la resistencia de datos, aunque puede mejorarse con un proceso de actualización. La problemática más visible exhibe que al mejorar el sistema operativo se integraría mejores resultados.

Para la ESCALABILIDAD se posee el valor más bajo, lo que implica que los resultados exhibidos en la tabla pueden traer grandes contradicciones. Esta variable corresponde a una ponderación de 2.75 y con una valoración BAJA, este hecho implica que no hay una independencia del software ante cambios del hardware y persisten problemáticas en torno a ello. Esto podría significar retrasos dentro de los procesos de operación logística ante fallos y ante las necesidades de la escalabilidad horizontal.

Tabla 20. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 3

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en base de datos tradicional	Las acciones INSERT en las tablas están diseñadas para operar en menos de 25 ms lo cual es un tiempo imperceptible para el usuario y permite el procesamiento de múltiples inserciones en simultánea.	Velocidad para concretar la transacción				X
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión				X
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones			X	
		Ponderación TOTAL	4,75			
		Valoración	Alto			
Confidencialidad en base de datos tradicional	Como se ha explicado en los dos casos de uso anteriores, los datos no salen del ambiente de telecomunicaciones de la empresa y funcionan en datacenter propio a diferencia de la computación en la nube. Esta alternativa de funcionamiento tiende a ser menos flexible . Para realizar la inserción, el software WMS es el único que puede acceder a las tablas mediante una restricción de direccionamiento IP y de contraseñas de conexión a la base de datos. Aunque hay terceros que hipotéticamente podrían instalar un sniffer y ver los datos, requeriría de todo un despliegue operativo difícil de lograr puesto que debe conectarse a un puerto de red y saber que está en el mismo dominio de broadcast.	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública				X
		Integridad				X
		Resiliencia			X	
		Resistencia a la pérdida de datos			X	
		Ponderación TOTAL	4,5			
		Valoración	Alto			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Escalabilidad en base de datos tradicional	La escalabilidad también se ha mencionado en los casos de uso anteriores. Cabe entonces la posibilidad de agregar que dentro de las prácticas adecuadas que un administrador de bases de datos debe realizar cuando prepara un ambiente productivo, es dimensionarlo para que no sea necesario ampliar su capacidad de almacenamiento en el corto plazo. De esta forma evita tiempos de servicio que reducen la productividad de la operación logística.	Facilidad para ampliar capacidades		X		
		Redundancia			X	
		Compatibilidad			X	
		Independencia del software ante cambios del hardware	X			
		Escalabilidad horizontal		X		
		Ponderación TOTAL	2,75			
		Valoración	Bajo			

Fuente. Elaboración Propia

Dentro de estos resultados se exhibe que esta comparación trae bastante resultados negativos, principalmente porque bajan las ponderaciones generales sin poder gestar una integralidad de la información de las bases de datos. En torno al DESEMPEÑO se percibe problemáticas sobre la velocidad en la transacción y el volumen de datos. Estas dos variables, principalmente la primera, tiene un peso significativo dentro del sistema de almacenamiento, por lo cual es necesario reducir el tiempo de cómputo y mejorar los bloques de trabajo. Lo anterior implicaría una verificación de los procesos asociados al almacenamiento.

En relación con la CONFIDENCIALIDAD, si bien se posee un valor ALTO con una ponderación de 4.0, esta se encuentra al límite ya que existen problemáticas en torno a la

protección a la verificación pública. Esto implicaría una gran desventaja, ya que la competencia puede ver el movimiento de productos y la capacidad de inventarios.

Para la ESCALABILIDAD, se exhibe que un puntaje ALTO, en comparación con lo exhibido con la Tabla 20. La ponderación obtenida en 4.75 infiere que posiblemente si se combinan los elementos del Blockchain a los modelos de bases tradicionales podría implementarse un enfoque equilibrado.

La Tabla 21 corresponde a la evaluación del Caso de uso 3 en relación con Blockchain.

Tabla 21. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 3

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en Blockchain	El modo de operación para adicionar cada bloque requiere el empleo de una conexión a Internet lo cual se ha explicado antes como lento. Por otro lado, el cálculo matemático de la firma de cada uno de los bloques toma un tiempo de cómputo que no es requerido en las bases de datos tradicionales.	Velocidad para concretar la transacción	X			
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión		X		
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones			X	
		Ponderación TOTAL	3,5			
		Valoración	Medio			
Confidencialidad en Blockchain	En el alcance de esta evaluación comparativa se encuentra la Blockchain pública lo que significa que cualquier persona puede ver cuáles fueron las transacciones que se	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública	X			

	realizaron. Esto se convierte en desventaja competitiva dado que la competencia podría ver todo el movimiento de inventarios y las existencias de productos. De ninguna manera es buena idea que la información este accesible con tanta facilidad.	Integridad				X	
		Resiliencia			X		
		Resistencia a la pérdida de datos				X	
		Ponderación TOTAL	4,0				
		Valoración	Alto				
Escalabilidad en Blockchain	La incorporación de bloques a Blockchain hace que a medida que se va incrementando la cantidad de transacciones, menos funcional se hace la adición de bloques convirtiendo el caso de uso en inutilizable. Por esta razón sería interesante aplicar un análisis comparativo, pero entre las bases de datos relaciones y Blockchain privada.	Facilidad para ampliar capacidades				X	
		Redundancia				X	
		Compatibilidad			X		
		Independencia del software ante cambios del hardware				X	
		Escalabilidad horizontal				X	
		Ponderación TOTAL	4,75				
		Valoración	Alto				

Fuente. Elaboración Propia.

Un caso dentro del proceso logístico de almacenamiento es el paletizado. La Tabla 22 exhibe dichos elementos para comprender de manera sencilla cuáles son sus características; principalmente en torno al almacenamiento.

Tabla 22. Caso De Uso 4. Almacenamiento - Paletizado

Proceso Logístico	Almacenamiento
Nombre del Caso	Almacenamiento Paletizado (estibas), y/o a granel (Mora, 2011)

de Uso	
Descripción del caso de uso	<p>Una vez completado el caso de uso Recepción, la mercancía recibida se almacena en paletas que pueden ser apiladas, es un método de almacenamiento más sencillo que el ABC que se utiliza cuando hay producto solo de una referencia. Tiene una dificultad desde el punto de vista de organización y métodos, las paletas no se pueden apilar. Cuando la bodega no cuenta con racks para ingresar la mercancía, se pierde espacio en el eje de altura. Desde el punto de vista del sistema de información, es el primer caso en el cual se requiere la impresión de una etiqueta que contiene un código de barras que identifica la paleta.</p>
Modo de operación del caso de uso en un sistema de bases de datos tradicional	<p>Cuando el software WMS toma la decisión de donde debe ser guardada la paleta, el operador realiza una lectura de los SKUs de los productos y al finalizar le indica al sistema de información que ha terminado. Es en ese momento donde se imprime la etiqueta que identifica la paleta para posteriormente pegarla a la paleta embalada. Esta etiqueta se usa posteriormente para que una orden de pedido pueda ser despachada.</p> <p>En la tabla de la base de datos, la lectura de SKUs se hace también aprovechando la función insert.</p> <p>Ejemplo: INSERT INTO Ubicaciones (Rack, SKU, Cantidad) VALUES (11ª, BP770128180, 15)</p> <p>De manera que en ese registro se sabe el contenido de la paleta y su ubicación.</p>
Modo de operación de la funcionalidad en Blockchain	<p>El modo de uso de este caso genera una pregunta: ¿Se puede imprimir desde Blockchain? La respuesta es no, la impresión debe hacerse desde un aplicativo que tiene los conectores a Blockchain pública y transformar los datos en un formato adecuado para la impresión tradicional. De esta manera, el caso de uso es imposible de implementar sin una base de datos local. Dado que esta evaluación comparativa es excluyente, es decir, no se acepta la opción que haya simultaneidad de tecnologías, el modo de operación no es viable.</p>

Fuente. Elaboración Propia.

El análisis profesional de este tipo de almacenamiento permite reconocer las ventajas que posee. La Tabla 23 resume el análisis a partir de las variables seleccionadas. En torno al DESEMPEÑO, Se encuentra una ponderación de 4.5 y una valoración ALTA. El único elemento negativo que se presenta es el que corresponde a la disponibilidad de datos para actualizaciones. Las problemáticas se deben en gran medida a la forma de embalaje y de organización las cuales pueden limitar en un amplio sentido la normalización de los procesos.

En relación con la CONFIDENCIALIDAD, los resultados obtenidos muestran que la valoración es ALTA, pero que tiende a la pérdida de datos y a una baja resiliencia. Lo anterior implicaría la necesidad de mejorar el procesamiento y el funcionamiento actual con el fin de mejorar la seguridad de los datos, tanto entrantes como salientes.

El problema más significativo de este tipo de almacenamiento, dentro del caso estudio a analizar corresponde a la ESCALABILIDAD, ya que dados los elementos que deben ser mejorados es posible que se geste una limitación de las características funcionales. Ejemplo de ello es que todos las subvariables o elementos a calificar tienen un valor bajo o muy bajo, dando con ello una ponderación de 2.25 y una valoración de BAJO. Esto rompe con el equilibrio e incide en analizar si esta forma de manejar la base de datos es la adecuada de acuerdo con los fines propuestos a nivel logístico. Los resultados de los descriptores en este tipo de variable corresponden a los más bajos dentro del proceso de análisis.

Tabla 23. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 4

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en base de datos tradicional	En un experimento hecho por Chen, Zhang, Shi, y Yan (2018), se llega a la conclusión que la relación volumen de datos y tiempo favorece ampliamente el uso de bases de datos relacionales. En la calificación de esta variable se	Velocidad para concretar la transacción				X
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	hace notoria la correlación entre desempeño y escalabilidad porque a medida que crecen los datos, existe la tendencia inherente a ambas tecnologías a hacerse más lentas. No obstante, el experimento muestra que el impacto negativo en Blockchain es mayor.	Volumen de Datos en la Transmisión				X
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones		X		
		Ponderación TOTAL	4,5			
		Valoración	Alto			
Confidencialidad en base de datos tradicional	Según Gil (2016) “La falta de confianza en los modelos actuales de consentimiento y anonimización han propiciado una corriente basada en los derechos de acceso y cancelación de los datos de los individuos de las bases de datos, así como de los sistemas opt-in”, Lo cual nos conduce a pensar que el modelo actual de privacidad en las bases de datos no es el mejor y debe contemplarse el paso a una nueva tecnología o a una mejora sobre el funcionamiento actual en bases de datos relacionales.	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública				X
		Integridad				X
		Resiliencia			X	
		Resistencia a la pérdida de datos			X	
		Ponderación TOTAL	4,5			
		Valoración	Alto			
Escalabilidad en base de datos tradicional	Según Osorio (2008), la creación de una base de datos implica asignarle las capacidades físicas a la base de datos tales como su tamaño, tasa de crecimiento, identificación del propietario y el grupo de servidores al que pertenece. Sí tomamos como premisa que los profesionales que crean la base de datos hacen una estimación adecuada del crecimiento de la base de datos, el crecimiento será automático y los recursos físicos	Facilidad para ampliar capacidades		X		
		Redundancia		X		
		Compatibilidad		X		
		Independencia del software ante cambios del hardware	X			
		Escalabilidad		X		

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	estarán disponibles.	horizontal				
		Ponderación TOTAL	2,25			
		Valoración	Bajo			

Fuente. Elaboración Propia.

Siguiendo con el orden de ideas se encuentra la Tabla 24, donde se exhibe el caso de estudio 4 en relación con el almacenamiento. La variable de DESEMPEÑO posee características fundamentales si se analiza de modo Blockchain. Los resultados muestran que hay problemas significativos dado el volumen de datos y el tiempo para ellos. La ponderación para esta variable es de 3.75 y con una valoración MEDIA. El resultado se ve altamente por el descriptor asociado por la velocidad para concretar la transacción.

Lo que corresponde a la variable CONFIDENCIALIDAD, se encuentra que los resultados que se exhiben de esta son prometedores, ya que tiene todos sus descriptores en con un alto puntaje. La ponderación de este segmento es de 4.5, afectando de manera muy superficial lo que se relaciona con la resiliencia. De acuerdo con Pérez (2020), estas acciones de resiliencia promueven un camino hacia la privacidad; si bien el resultado es alto, podría mejorarse. Si se equipara con el DESEMPEÑO, la CONFIDENCIALIDAD permitiría la selección de la base de datos para cumplir los objetivos primordiales de manera adecuada.

Para finalizar el análisis de la Tabla 23, es posible evidenciar como la ESCALABILIDAD tiene una ponderación de 4.75, siendo una valoración ALTA. En este caso de uso 4, pensar

el uso del Blockchain como base de datos fomentaría un trabajo equilibrado y con grandes resultados. El equilibrio existente entre las tres variables es óptimo, aunque podría fomentarse unas mejoras en torno al DESEMPEÑO para tener mejores resultados; lo anterior puede darse si se mejoran los resultados sobre la compatibilidad y la velocidad de manejo de datos.

Tabla 24. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 4

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en Blockchain	Sin tener en cuenta la opción de impresión para continuar el ejercicio de evaluación de todas formas, nos referimos al estudio de Chen, Zhang, Shi, y Yan (2018) de donde se tomaron las En el caso 4, se puede hacer énfasis en los resultados que se encuentran expuestos en la Figura 9, la cual permite ver cómo es la relación entre el volumen de datos y el tiempo de lectura-escritura, en la base de datos relacionales.	Velocidad para concretar la transacción	X			
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión		X		
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X
		Ponderación TOTAL	3,75			
		Valoración	Medio			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	<p>En ella se puede apreciar como los tiempos de lecto escritura no tienen un comportamiento exponencial, aunque aumentan de acuerdo con el tamaño de los datos y no superan los 1.3 ms para una muestra máxima de 6KB. Es importante identificar los cambios en el tiempo, los cuales pueden atrasar el almacenamiento dentro de la cadena de abastecimiento.</p> <p>Además, la Figura 10 exhibe del mismo modo el comportamiento del volumen de datos, pero con el Blockchain, donde el aumento escalonado es preocupante, puesto que afecta el desempeño de la base de datos y tiene un consecuente impac-</p>					

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	<p>to negativo para la operación logística.</p> <p>También se puede apreciar como cada muestra de datos requiere de manera constante más de mil veces el tiempo que se requiere cuando se hace el mismo experimento explicado en la Figura 9. Por ejemplo, al transmitir 4 KB se tardó 1500 ms mientras que en el experimento con base de datos relacionales tardó 1.3 ms Lo anterior se debe a lo descrito en la variable de DESEMPEÑO para ambos casos particulares. y 8. En este estudio, el desempeño de Blockchain en términos de volumen de datos contra tiempo no es superior que el de base de datos relacional.</p>					
Confidencialidad en Blockchain	según Crosby, Nachiappan, Pattanayak, Verma, y Kalyanaraman (2016) “Las oportunidades para aplicaciones no financieras son infinitas. Podemos dejar prueba de la existencia de todos los documentos legarles, registros de salud y pagos de fidelidad en la industria de la música, notaría, seguridad privada y licencias de matrimonio en el Blockchain. Almacenando la firma del activo digital en lugar de almacenar el activo como tal. La privacidad objetivo puede	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública				X
		Integridad				X
		Resiliencia			X	
		Resistencia a la pérdida de datos				X
		Ponderación TOTAL	4,5			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	ser lograda”. [Traducción propia]	Valoración	Alto			
Escalabilidad en Blockchain	A medida que hemos venido analizando los casos de uso y revisando la literatura, nos hemos encontrado con que Blockchain tiene problemas con la escalabilidad. No obstante, autores como (BANO, AL-BASSAM, y DANEZIS, 2017) proponen soluciones, “Reparametrización del tamaño del bloque y su intervalo con los demás puede mejorar el desempeño a una extensión limitada de 27 transacciones por segundo a 12 respectivamente”. [Traducción propia].	Facilidad para ampliar capacidades				X
		Redundancia				X
		Compatibilidad			X	
		Independencia del software ante cambios del hardware				X
		Escalabilidad horizontal				X
		Ponderación TOTAL	4,75			
		Valoración	Alto			

Fuente. Elaboración propia

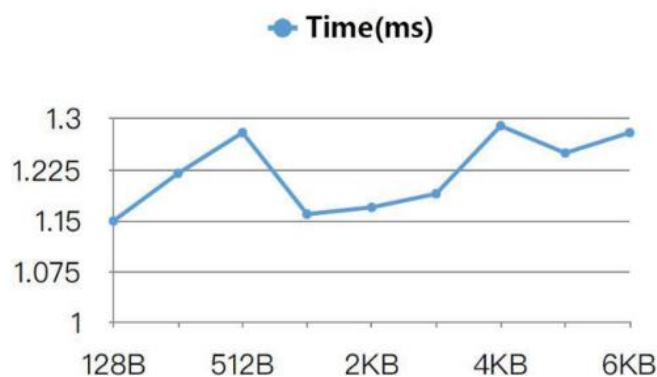
En el caso 4, se puede hacer énfasis en los resultados que se encuentran expuestos en la Figura 9, la cual permite ver cómo es la relación entre el volumen de datos y el tiempo de lecto escritura, en la base de datos relacionales.

En ella se puede apreciar como los tiempos de lecto escritura no tienen un comportamiento exponencial, aunque aumentan de acuerdo con el tamaño de los datos y no superan los 1.3 ms para una muestra máxima de 6KB. Es importante identificar los cambios en el tiempo, los cuales pueden atrasar el almacenamiento dentro de la cadena de abastecimiento.

Además, la Figura 10 exhibe del mismo modo el comportamiento del volumen de datos, pero con el Blockchain, donde el aumento escalonado es preocupante, puesto que afecta el desempeño de la base de datos y tiene un consecuente impacto negativo para la operación logística.

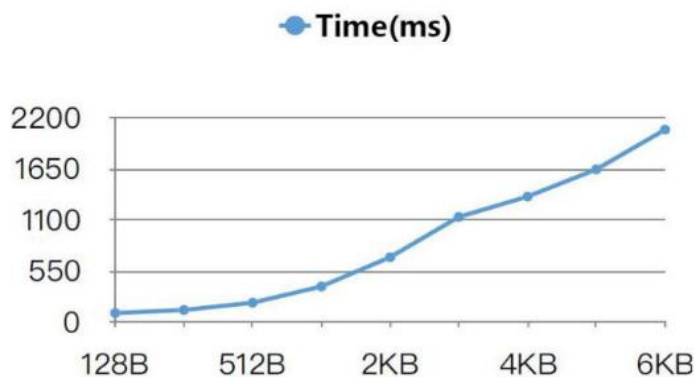
También se puede apreciar como cada muestra de datos requiere de manera constante más de mil veces el tiempo que se requiere cuando se hace el mismo experimento explicado en la Figura 9. Por ejemplo, al transmitir 4 KB se tardó 1500 ms mientras que en el experimento con base de datos relacionales tardó 1.3 ms. Lo anterior se debe a lo descrito en la variable de DESEMPEÑO para ambos casos particulares.

Figura 9. Relación Volumen De Datos / Tiempo De Lecto Escritura. Bases De Datos Relacionales.



Fuente. Chen, Zhang, Shi, y Yan (2018)

Figura 10. Relación Volumen De Datos / Tiempo De Lecto Escritura. Blockchain.



Fuente. Chen, Zhang, Shi, y Yan (2018)

- **Preparación de pedidos.**

El siguiente caso de uso revisa lo concerniente a la preparación de pedidos con radio frecuencias

(Ver Tabla 25):

Tabla 25. Caso De Uso 5. Preparación de Pedidos - Picking

Proceso Logístico	Preparación de pedidos
Nombre del Caso de Uso	Picking con Terminales de Radio Frecuencia (Mora, 2011)
Descripción del caso de uso	Es el método más común para recolectar los pedidos en la bodega. Se trata de tomar los artículos a preparar en la orden de pedido. El operador se va moviendo por la bodega y mediante el terminal inalámbrico de código de barras, alimenta el sistema para registrar lo que está seleccionando para el pedido. Esta información es almacenada en las bases de datos después de viajar por las redes WLAN y LAN hasta en centro de datos.
Modo de operación del caso de uso en un sistema de bases de datos tradicional	Desde el punto de vista puro de bases de datos, se ejecuta una función SELECT que busca en las tablas el contenido proveniente de la lectura del código de barras. Ejemplo: Select Cod_Barras From Tabla_SKUs

	<pre>Group by Cod_Barras Where Tabla_SKUs.Cod_Barras=Codigo_Leido_desde_RF PRINT 'Producto Coincide con Pedido' WAITFOR DELAY '00:00:03'</pre>
Modo de operación de la funcionalidad en Blockchain	<p>Para realizar esta operación, debe usarse la función getblock directa al hash del contrato que desea revisarse lo cual funciona fácilmente y su contenido en detalle. Se ejecuta desde la terminal de radiofrecuencia o equipo portátil y los datos son obtenidos desde Internet. Ejemplo:</p> <pre>\$ bitcoin-cli getblock `bitcoin-cli getblockhash 18945`</pre>

Fuente. Elaboración Propia.

La Tabla 26 exhibe cómo es el proceso de análisis de la preparación de pedidos mediante el modelo de análisis, es importante resaltar que se inicia con la base de datos tradicionales. En relación con el DESEMPEÑO se encuentra que posee una valoración ALTA y una ponderación de 4.25. Los resultados se ven altamente afectados por la disponibilidad de datos para generar una actualización. Si se tienen en cuenta el proceso de análisis, este descriptor puede gestar varias problemáticas, dado que, si no hay actualización adecuada, la Zona de Operaciones Logísticas puede entrar en conflicto y afectar otras variables asociadas con el COSTO.

En lo que respecta a la CONFIDENCIALIDAD, es posible ver un comportamiento normal dentro de esta base de datos relacionales, implicando una valoración ALTA con una ponderación de 4.25. Los resultados se encuentran asociados con la eficiencia del cifrado y la resistencia a la pérdida de datos. Estos descriptores se pueden relacionar de manera directa con las dificultades para gestar una actualización. Se destaca que, en muchas ocasiones, las bases de datos relacionales poseen la necesidad de recurrir a un componente humano para el desarrollo de ciertas operaciones, posiblemente, el acceso de la información y las dificultades en torno a ello de-

pendan a que el proceso de pedidos dentro de la cadena de abastecimiento requiera un recurso humano para el cumplimiento final de sus fines.

En torno a la ESCALABILIDAD, se posee el valor más bajo. Desde un punto de vista analítico es posible asumirlo a los elementos de actualización de datos que se mencionaron con anterioridad. Las problemáticas que se encuentran dentro del proceso de pedidos tienen influencia de los descriptores como la facilidad para ampliar las capacidades, la compatibilidad y la independencia del software. Si se posee problemas en la actualización, la escalabilidad tiene un gran porcentaje de ser afectada; como posiblemente sucede en este caso. Es importante mencionar que, de acuerdo con Pérez, el tamaño de la base de datos es una variable que incide en dichos procesos, por lo cual es preciso repensar el esquema para disminuir datos o fomentar otros cambios.

Tabla 26. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 5

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en base de datos tradicional	Vale la pena adicionar que el desempeño de esta consulta depende también de la cantidad de registros que deba leer hasta encontrar el dato, pero esta tecnología lleva más de treinta años perfeccionándose lo que la hace confiable y optimizada para tener el desempeño que requiere la Zona de Operaciones Logísticas de Funza.	Velocidad para concretar la transacción				X
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión			X	
		Volumen de Datos en la Transmisión				X
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones		X		

		Ponderación TOTAL	4,25			
		Valoración	Alto			
Confidencialidad en base de datos tradicional	Las bases de datos relacionales usan los perfiles mencionados anteriormente y por ello restringen el acceso a la información, no obstante, los permisos de lectura son más comunes y los administradores suelen no darle mayor importancia a este tipo de permisos puesto que evitan alteraciones en las tablas. Adicionalmente, es raro ver bases de datos que usen las opciones de enmascaramiento de datos en las tablas para evitar que sean leídos con consultas por fuera de los aplicativos.	Eficiencia del Cifrado			X	
		Protección a la verificación pública				X
		Integridad				X
		Resiliencia			X	
		Resistencia a la pérdida de datos			X	
		Ponderación TOTAL	4,25			
		Valoración	Alto			
Escalabilidad en base de datos tradicional	La escalabilidad de bases de datos para este caso no tiene impacto negativo puesto que no se trata de la adición de registros a las tablas existentes, es un proceso de solo lectura sin aumento del almacenamiento de la solución. Sin embargo, cabe adicionar que “Cuándo el volumen de datos o capacidad de procesamiento son excedidos en una máquina, es necesario pensar en un esquema distribuido y para ello deben aplicarse técnicas de particionamiento. Dependiendo del tamaño del sistema y el dinamismo de la topología, pueden aplicarse distintas técnicas, entre ellas: Memory Caches, Clustering, separación de lecturas y escrituras, Sharding, Consistent Hashing y Membresía” (Antiñanco, 2013)	Facilidad para ampliar capacidades		X		
		Redundancia			X	
		Compatibilidad		X		
		Independencia del software ante cambios del hardware		X		
		Escalabilidad horizontal				X
		Ponderación TOTAL	3,25			
		Valoración	Medio			

Fuente. Elaboración Propia.

La Tabla 27 presenta el análisis a rasgos generales del Caso de uso 5. En los resultados se exhiben, de manera inicial, que este tipo de enfoque no es el adecuado o presenta mayores inconvenientes que la base de datos relacionales, principalmente en lo que corresponde al DESEMPEÑO.

En relación con el DESEMPEÑO, como variable de análisis se posee una ponderación de 3.75 y una valoración MEDIA. Los elementos más problemáticos subyacen en la velocidad para concretar la transacción; lo anterior se debe al proceso de consulta, el cual puede abarcar más tiempo del esperado, retrasando y afectando la efectividad y eficacia de la cadena de abastecimiento. Al igual que las bases de datos relacionales, en esta se exhibe problemas en torno al volumen de datos.

Para la variable de CONFIDENCIALIDAD, si bien hay mejoras comparativas, se posee un descriptor muy bajo. Los procesos de protección a la verificación pública son muy bajos, posiblemente dado al proceso de la integralidad de los datos y a la distribución. Es posible establecer una relación entre el volumen de datos y los procesos de protección de verificación.

En torno a la ESCALABILIDAD se encuentra que posee mejores resultados que las variables anteriores, pero que aún hay una pequeña problemática en torno a la compatibilidad. Se resalta que esta variable es la que tiene mejor resultado de las tres; incluso en la comparación con la base de datos relacional.

Tabla 27. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 5

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en Blockchain	Dado que es una simple consulta con un comando de una línea, su ejecución es rápida y efectiva sin mayor impacto negativo por la latencia de Internet. Sólo viajan caracteres entre las dos puntas de comunicación y teniendo en cuenta la estructura de cada bloque indicada por Srivastava, Dhar, Singh, y Dwivedi (2019), cada uno es de máximo 1 MB lo cual es poco para el tráfico de hoy en día. La estructura puede verse en la Tabla 28.	Velocidad para concretar la transacción	X			
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión		X		
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X
		Ponderación TOTAL	3,75			
		Valoración	Medio			
Confidencialidad en Blockchain	según Wüst y Gervais (2018), “Un libro mayor distribuido puede proveer verificación pública de su estado general sin filtrar información acerca del estado de cada participante individual”. [Traducción propia].	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública	X			
		Integridad				X
		Resiliencia				X
		Resistencia a la pérdida de datos				X
		Ponderación TOTAL	4,25			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
		Valoración	Alto			
Escalabilidad en Blockchain	En los demás casos como en este, la escalabilidad no es una virtud de Blockchain. según Scherer (2017), “Las diferentes redes de Blockchain tienen sus propios problemas de desempeño y escalabilidad”. [Traducción Propia]. A medida que los hash se vuelven más difíciles de descifrar, los requerimientos de energía como el tiempo para resolverlos y dejar disponibles los bloques, se hace más lento.	Facilidad para ampliar capacidades				X
		Redundancia				X
		Compatibilidad			X	
		Independencia del software ante cambios del hardware				X
		Escalabilidad horizontal				X
		Ponderación TOTAL	4,5			
		Valoración	Bajo			

Fuente. Elaboración Propia.

La estructura de bloques mencionada en la calificación de variable Desempeño de Blockchain para el caso de uso Preparación de pedidos - Picking con Terminales de Radio Frecuencia se ilustra en la Tabla 28. En esta se exhibe la necesidad que tiene el tamaño de la base de datos para cumplir con los fines pertinentes. Se resalta la importancia que tiene el tamaño de la transacción, el cual podría, en el caso de uso, más simplificado para mejorar la variable DESEMPEÑO.

Tabla 28. Estructura de un Bloque de Blockchain

Field	Size
Magic Number	4 bytes
Block Size	4 bytes
Header: Next 80 bytes	
Version	4 bytes
Previous Block Hash	32 bytes
Merkle Root	32 bytes
Timestamp	4 bytes
Difficulty Target	4 bytes
Nonce	4 bytes
Rest of Blockchain	
Transaction Counter	Variable: 1 to 9 bytes
Transaction List	Depends on the transaction size: Upto 1 MB

Fuente. Srivastava, Dhar, Singh, y Dwivedi (2019)

Pasemos al siguiente caso que busca optimizar la velocidad en la operación con el empleo de luces de colores, una forma llamativa de manejar los procesos y alternar con configuraciones relacionales (Véase la Tabla 29).

Tabla 29. Caso De Uso 6. Preparación de Pedidos – Pick To Light

Proceso Logístico	Preparación de pedidos
Nombre del Caso de Uso	Pick To Light (Mora, 2011)
Descripción del caso de uso	<p>El pick to light también tiene como función el registro de la mercancía que está siendo seleccionada para completar el pedido. Funciona con luces que indican al operador en donde están los productos y él va tomándolos hasta completar el pedido completo. Toda la información viaja al sistema de información. En este caso, no hay comunicación usando la WLAN, solo LAN.</p> <p>“El servidor lanza las órdenes a un conjunto de visores asociados con posiciones fijas de almacenaje, normalmente estanterías dinámicas. Estos informan al operario de las referencias que deben ser retiradas y en qué cantidad, con el objetivo de preparar el pedido. Asimismo, el trabajador confirma las órdenes ejecutadas y los visores informan al sistema de gestión (SGL) de cara al control de stocks y la elaboración de documentación”. (Torre y Fernández, 2013)</p>
Modo de operación del caso de uso en un sistema de bases	Cuando llega una orden de pedido al centro de distribución y aparece en el listado para ser preparado, el software WMS se conecta con el gestor del sistema pick to light mediante una API y le transmite el contenido de los pedidos. Un operario toma el listado de todas las órdenes agrupándolas en arrume y acercándolas a la ubicación

de datos tradicional	<p>física dentro del centro de distribución donde están instalados las estanterías de pick to light.</p> <p>Dado que el gestor pick to light ya tiene cargada la información, se da el inicio leyendo el primer código de barras lo cual hace que se ilumine la posición en la estantería para que ese producto sea depositado. Es ese momento, el operario presiona el botón para indicarle al sistema que ya quedó listo y esto a su vez es transmitido de nuevo al software WMS a través de la misma API mencionada. Ambos sistemas, tanto el gestor de pick to light como el WMS, realizan funciones INSERT para actualizar la información a manera de registro en las tablas.</p>
Modo de operación de la funcionalidad en Blockchain	<p>Una alternativa para usar Blockchain integrado con el sistema pick to light es que el gestor de este último tenga dentro de su código fuente la posibilidad de utilizar el wallet necesario para registrar las transacciones y que a través de Internet a medida que se van generando los pedidos, los vaya actualizando. De esta manera, no tendría que conectarse a la red interna de la empresa y se elimina también la necesidad de crear un API que alimente el estado del pedido en el WMS.</p> <p>Todo el ciclo del pedido se haría a través de Internet eliminando la necesidad incluso del uso del WMS como se usa en las bases de datos relacionales y sería solamente un caso de uso de lectura de información en Blockchain.</p>

Fuente. Elaboración Propia.

Para comprender cómo se gesta el proceso de pedidos con el uso de luz se presenta la Tabla 30. En esta se exhibe el análisis de las variables, mostrando de manera inicial problemas asociados con el DESEMPEÑO. Si bien, esta variable posee una ponderación de 3.5 y una valoración MEDIA se exhibe problemas en torno a la velocidad para gestar la transacción, lo que trae consigo posibles problemas dentro de la cadena de abastecimiento. Al parecer, las luces no se establecen como un buen mecanismo en los pedidos, posiblemente por el sistema SQL que se maneja.

En torno a la CONFIDENCIALIDAD, se posee una ponderación de 3.75 y una valoración MEDIA, similar a la variable de DESEMPEÑO. Se recurre en este caso a describir que los descriptores poseen valores medios, pero el que tiene mayor incidencia en el valor es la protección a la verificación pública. Contrario a lo que se podía pensar y establecer, en relación con el

DESEMPEÑO, el descriptor de eficiencia en el cifrado posee el más alto valor. Posiblemente, el proceso y uso de luces es el adecuado a partir del gestor usado para el cifrado.

Para la ESCALABILIDAD se perciben grandes inconvenientes, posiblemente asociados a los límites del sistema de cifrado y a la necesidad en torno a mejorar el sistema, pero con una barrera por el tipo de operación que se realiza. La ponderación que se exhibe es de 2.5 con una valoración BAJA. Los resultados más preocupantes se asocian con el descriptor de Facilidad para ampliar las capacidades.

Tabla 30. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 6

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en base de datos tradicional	<p>El mecanismo de operación transmitiendo información entre el gestor de pick to light y el WMS como también la ejecución de los INSERT en las tablas de ambos sistemas, hace que sea un método funcional, Sin embargo, electrónicamente hablando, es muy lenta. Aunque como tal, el sistema pick to light beneficia la velocidad de la operación logística.</p> <p>Una prueba de desempeño fue realizada por Rubio y Reyes (2020) usando como función de prueba en SQL la siguiente: INSERT INTO ‘user_details’ (‘user_id’, ‘user_name’, ‘first_name’, ‘last_name’, ‘gender’, ‘password’, ‘status’) VALUES</p> <p>Y en una base de datos No SQL con la siguiente:</p>	Velocidad para concretar la transacción	X			
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión			X	
		Volumen de Datos en la Transmisión		X		
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X
		Ponderación TOTAL	3,5			
		Valoración	Medio			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	<p>db.PI3_Test.insert ({ “user_id”: “1”, “username”: “rogers63”, “first_name”: “David”, “last_name”: “John”, “gender”: “Male”, “password”: “e6a33eee180b07e563d74feeBc2c66b8”, “status”: 1 })</p> <p>100000 registros en SQL tardaron en promedio 104667 segundos mientras que en una base de datos no SQL tardaron 3727 segundos</p>					
Confidencialidad en base de datos tradicional	<p>La instalación de un gestor de pick to light que contiene código que no es creado ni accesible por la empresa, da lugar a que el fabricante ejecute código espía como sucedió recientemente con el escándalo de Huawei. (BBC News, 2019). Por otro lado, almacenar la contraseña que permite a este sistema acceder a la API queda almacenada y no es dinámica, lo que constituye una Resiliencia puesto que la persona que configura el sistema, la conoce.</p> <p>Los datos no viajan cifrados y tampoco son almacenados con algún enmascaramiento lo que en sí mismo no es una buena práctica para que prevalezca la privacidad porque los datos ingresados en las tablas son fácilmente legibles.</p>	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública		X		
		Integridad			X	
		Resiliencia			X	
		Resistencia a la pérdida de datos			X	
		Ponderación TOTAL	3,75			
		Valoración	Medio			
Escalabilidad en base de datos tradicional	<p>Hossain y Moniruzzaman (2013) sobre este tema: “Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones el uso de las bases de datos relacionales conduce a déficits y problemas en el modelado de datos, así como las limitaciones que lleva consigo la escalabilidad horizontal sobre múltiples servidores y grandes cantidades de datos”. Esta apreciación</p>	Facilidad para ampliar capacidades	X			
		Redundancia			X	
		Compatibilidad		X		
		Independencia del software		X		

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	sobre la escalabilidad constituye una barrera para el crecimiento de los datos que se generan por millones a medida que la operación logística realiza el despacho de pedidos con la tecnología pick to light.	ante cambios del hardware				
		Escalabilidad horizontal		X		
		Ponderación TOTAL	2,5			
		Valoración	Bajo			

Fuente. Elaboración Propia.

La Tabla 31 exhibe el análisis del caso de uso 6 en relación con la tecnología Blockchain. En este caso particular, los resultados son más prometedores, aunque se poseen algunos elementos de gran precaución. Si se genera una comparación entre ambos esquemas de base de datos, los cuales poseen puntajes similares de manera general (más altos en relación con la implementación de Blockchain), es posible concluir que el problema no subyace en el manejo de base de datos, sino en el sistema que se implementa dentro de este paso dentro de la cadena de abastecimiento. Claramente, una modificación y adecuación con otro modelo implicará analizar modelos y gestionar el adecuado; lo que conlleva a su vez una gran cantidad de tiempo y dinero.

En relación con el DESEMPEÑO, la Tabla 31 muestra como hay mejoras con el uso del Blockchain, pero aún hay gran preocupación en relación con la velocidad para concretar la transacción y el volumen de datos. Es importante tener en cuenta el comentario principal del párrafo anterior, donde posiblemente, es el tipo de sistema implementado el que carga con la mayor problemática.

Las variables de CONFIDENCIALIDAD y de ESCALABILIDAD poseen problemáticas asociadas con el volumen de datos, pero con resultados altos en gran parte de los descriptores. Si se tiene en cuenta estas dos variables como elementos fundamentales para el cambio y mejorar del uso de base de datos, es posible seleccionar al Blockchain como la adecuada, dadas las características mismas del sistema usado para el proceso dentro de la cadena de abastecimiento.

Tabla 31. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 6

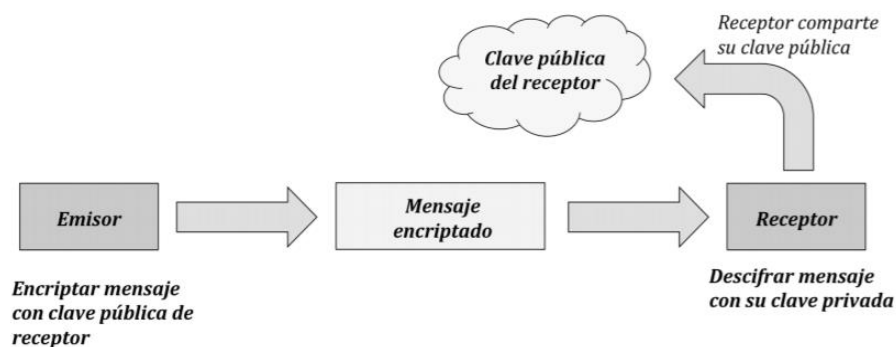
Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en Blockchain	El desempeño de Blockchain en este caso de uso puede entenderse como ideal puesto que cada transacción queda registrada rápidamente sin pasar por varios sistemas de la empresa y vlns que interconectan el centro de distribución. Por otro lado, el operario de pick to light no debe esperar a la transmisión de información del WMS al gestor pick to light, sino que sencillamente el listado de pedidos se activará de inmediato. Hegadekatti (2016) mencionó sobre esta posibilidad lo siguiente: “Las máquinas involucradas en la construcción de bienes van a tener la posibilidad de solicitar automáticamente partes o materias primas para la producción. La cadena de suministro se volverá totalmente automática”. [Traducción propia]	Velocidad para concretar la transacción	X			
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión	X			
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X
		Ponderación TOTAL	3,5			
		Valoración	Alto			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Confidencialidad en Blockchain	La transmisión de datos mediante Blockchain está protegida por el cifrado, Calvo (2018) explicó: “La criptografía se basa en la transformación de un mensaje legible a otro ilegible mediante una clave (cifrado). En el mundo Blockchain se utilizan tres tipos principales de criptografía; criptografía simétrica, criptografía asimétrica y hashing”. Entonces la comunicación entre los dispositivos IoT o el mismo Pick to Light estaría cifrada, lo que eleva la dificultad de ser visible a terceros no deseados. Un diagrama del funcionamiento de esta criptografía puede verse en la Figura 11.	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública	X			
		Integridad				X
		Resiliencia				X
		Resistencia a la pérdida de datos				X
		Ponderación TOTAL	4,25			
		Valoración	Alto			
Escalabilidad en Blockchain	Este caso de uso no es la excepción y la variable escalabilidad no es alta. Para reforzar los argumentos para dar esta afirmación, como complemento a los anteriores, puede citarse a (Zheng, Xie, Dai, Chen, y Wang, 2017) quienes explicaron: “Primeramente, la escalabilidad es una gran preocupación. Los bloques de Bitcoin están limitados a 1 MB mientras que es minado cerca de cada 10 minutos. Subsecuentemente, la red de Bitcoin es restringida a 7 transacciones por segundo, lo cual es incapaz de trabajar con alta frecuencia de transacciones”. [Traducción propia].	Facilidad para ampliar capacidades				X
		Redundancia				X
		Compatibilidad			X	
		Independencia del software ante cambios del hardware				X
		Escalabilidad horizontal				X
		Ponderación TOTAL	4,75			
		Valoración	Alto			

Fuente. Elaboración Propia.

La criptografía en Blockchain puede verse en la Figura 11, donde a través de un esquema de procesos simples se logra comprender el funcionamiento. Este diagrama de funcionamiento tiene gran incidencia con la información de la variable CONFIDENCIALIDAD que se presenta en el caso de uso 6.

Figura 11. Diagrama De Funcionamiento De La Criptografía Asimétrica.



Fuente. Calvo (2018)

Pasemos al siguiente caso de uso que involucra dispositivos que facilitan la automatización. Para ello, se sigue con el proceso de Preparación de pedidos dentro de la cadena de abastecimiento, como se exhibe la información documentada en la Tabla 32.

Tabla 32. Caso De Uso 7. Preparación de Pedidos – Picking con RFID

Proceso Logístico	Preparación de pedidos
Nombre del Caso de Uso	Picking con Radio Frecuencias (RFID) (Mora, 2011)
Descripción del caso de uso	Esta opción de Picking es la más automática de todas porque los sensores identifican la presencia de una etiqueta RFID y transmiten al sistema de información el contenido grabado en ellas. Todas las paletas estarían identificadas con una etiqueta de esta tecnología. Para este caso de uso se requiere el montaje de unas antenas (interrogadores) que son los encargados de leer las etiquetas. En cuanto a la clasificación de las etiquetas, estas pueden ser activas, semi-pasivas o semi-activas y pasivas (Mora, 2011). La principal diferencia entre cada una de ellas

	<p>es la distancia a la cual pueden ser leídas, las pasivas tienen un alcance inferior a seis metros y las activas tienen un alcance hasta de 10 metros y su batería puede durar años.</p>
<p>Modo de operación del caso de uso en un sistema de bases de datos tradicional</p>	<p>Una vez es capturada la información de la etiqueta RFID por las antenas, es enviada a un concentrador que tiene la tarea de incorporarla en una consulta de actualización sobre las tablas en la base de datos mediante una función INSERT. Es una adición de información como la que realiza un humano en el caso de picking con terminal inalámbrica, pero en este caso es automatizada.</p> <p>Esta manera de trabajar optimiza el tiempo en la operación y disminuye prácticamente en su totalidad la cantidad de errores. No se requiere el uso de terminales inalámbricas o computadores para el registro del picking realizado puesto que la tarea es hecha por el concentrador que recibe la información de las antenas.</p>
<p>Modo de operación de la funcionalidad en Blockchain</p>	<p>Mientras más se utilizan los equipos de automatización, más interesantes se ponen los casos de uso analizados en Blockchain. En este, el concentrador de las antenas RFID es el encargado de registrar la transacción a través de Internet estableciendo directamente la conexión.</p> <p>Esto permite el proceso de consenso, dejando un registro indeleble de lo que detectó la antena lo cual da una precisión del 100% sí se descartan los problemas que puedan tener algunas etiquetas por errores en la grabación al momento de alistar el pedido.</p> <p>Al revisar este modo de operación, nos encontramos con la relación entre Blockchain y el Internet de las cosas IoT. Esta relación puede hacer una sinergia con múltiples beneficios como lo mencionó Reina, Martín, Chen, Soler, y Diaz (2018) “Desde nuestro punto de vista, el Internet de las Cosas se puede beneficiar en gran medida con las funcionalidades de Blockchain and ayudará al desarrollo de más tecnologías de esta naturaleza”. [Traducción propia]. Un diagrama del funcionamiento puede apreciarse en la Figura 12.</p>

Fuente. Elaboración Propia.

En relación con el análisis profesional de este caso de estudio, los resultados más pertinentes se exhiben en la Tabla 33. En este caso particular los valores para el uso de bases de datos tradicionales es óptimo. Los valores muestran como las variables de DESEMPEÑO, CONFIDENCIALIDAD y ESCALABILIDAD poseen promedios ALTOS y ponderaciones adecuadas en torno a las características del sistema. En torno al DESEMPEÑO, el descriptor de

la disponibilidad de los datos para actualización es el más problemático, ya que depende de una conexión inalámbrica para que esto se gestione de manera oportuna. Para la variable de ESCALABILIDAD, el valor de la independencia de software frente al hardware es el más problemático; lo anterior se debe, principalmente al comportamiento del sistema y la forma como se suscribe la consistencia y adquisición de datos dentro de la cadena de abastecimiento.

Tabla 33. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 7

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en base de datos tradicional	El desempeño en este caso de uso se mejora con respecto a los demás porque la ejecución de una sola tarea INSERT por parte del concentrador de antenas de RFID requiere mucho menos tiempo que el empleado por un dispositivo con sistema operativo que ejecuta muchas otras tareas en simultánea como por ejemplo el antivirus o el mismo software emulador de terminal para la conexión a la base de datos.	Velocidad para concretar la transacción				X
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión				X
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones		X		
		Ponderación TOTAL	4,5			
		Valoración	Alto			
Confidencialidad en base de datos tradicional	Al ser leída la etiqueta de forma automática sin que ninguna persona intervenga en el proceso y también ser transmitida entre los sistemas en tiempo real, la confidencialidad y privacidad de lo contenido en las etiquetas se mantiene de la mejor manera posible. Esto le da transparencia a lo que se ingresa en las tablas de la base de datos puesto que no puede ser alterado por un ser	Eficiencia del Cifrado			X	
		Protección a la verificación pública				X
		Integridad				X
		Resiliencia			X	
		Resistencia a la pérdida de datos			X	
		Ponderación TOTAL	4,25			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	humano al momento de hacer el picking evitando la posibilidad de robo organizado o fuga de información. No obstante lo anterior, existe la posibilidad de que el administrador del sistema RFID manipule los datos antes de ser transmitidos a las tablas de la base de datos y estos pierdan la categoría de privados y confidenciales. Esto se mitiga con la revisión de logs del sistema, pero son acciones post mortem.	Valoración	Alto			
Escalabilidad en base de datos tradicional	Como lo mencionaron Martín, Chávez, Rodríguez, Valenzuela, y Murazzo (2013) “Las bases NoSQL son adecuadas para una escalabilidad realmente enorme, y tienden a utilizar modelos de consistencia relajados, no garantizando la consistencia de los datos, con el fin de lograr una mayor performance y disponibilidad”. Efectivamente, como lo hemos visto al analizar cada uno de los casos, en este la escalabilidad es simple de realizar y no implica mayores problemas en el tiempo.	Facilidad para ampliar capacidades				X
		Redundancia			X	
		Compatibilidad			X	
		Independencia del software ante cambios del hardware		X		
		Escalabilidad horizontal				X
		Ponderación TOTAL	4,0			
		Valoración	Alto			

Fuente. Elaboración Propia.

Para comprender cómo sería el caso de estudio 7 en relación con Blockchain se exhibe la Tabla 34. De manera general, los resultados de esta son más bajos, implicando que posiblemente, para este tipo de cadena de abastecimiento y sistema de manejo de datos es más benéfico el uso de bases tradicionales.

El elemento más problemático, siguiendo los resultados obtenidos en la Tabla 35 son aquellos vinculados con el DESEMPEÑO. Los descriptores vinculados al volumen y la velocidad son los más afectados (ponderación baja y muy baja). Lo anterior se debe a las características del sistema, provocando una posible latencia que afecta el tiempo en la cadena de abastecimiento. Como se ha visto a lo largo de los análisis, las problemáticas en torno a la velocidad afectan elementos vinculados con la CONFIDENCIALIDAD, en este caso particular, se exhibe problemas de la protección a la verificación pública. En relación con la ESCALABILIDAD se presentan mejores valores que las demás variables, incluso en comparación con las bases de datos tradicionales.

Tabla 34. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 7

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en Blockchain	La latencia de red juega un papel importante en el desempeño de los aplicativos en Blockchain porque implica el movimiento de los paquetes por millones de kilómetros en muchos casos y el procesamiento dentro de múltiples dispositivos de telecomunicaciones. Esto lo afirmaron también en su trabajo Samaniego y Jamsrandorj (2016) “El análisis de desempeño claramente indica que la latencia de red es un factor dominante”. [Traducción propia]. Aunque la latencia de red sea una realidad que afecta negativamente el desempeño, el hecho de que no se usen dispositivos con sistema operativo y sea un humano quien los opere, hace que el desempeño sea ideal para la operación logística en la Z.O.L.	Velocidad para concretar la transacción	X			
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión			X	
		Volumen de Datos en la Transmisión		X		
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X
		Ponderación TOTAL	3,5			
		Valoración	Medio			
Confidencialidad en Blockchain	En el documento Privacy-preserving Blockchain based IoT Ecosystem using Attribute-based Encryption, los autores (Rahulamathavan, C.-W Phan, Rajarajan, Misra, y Kondo, 2017) concluyeron que “La sección del análisis numérico mostró que el internet de las cosas potenciado con Blockchain puede beneficiarse con el atributo de encriptación en términos de alcanzar privacidad con el mínimo	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública	X			
		Integridad			X	
		Resiliencia			X	
		Resistencia a la pérdida de datos				X
		Ponderación TOTAL	3,75			

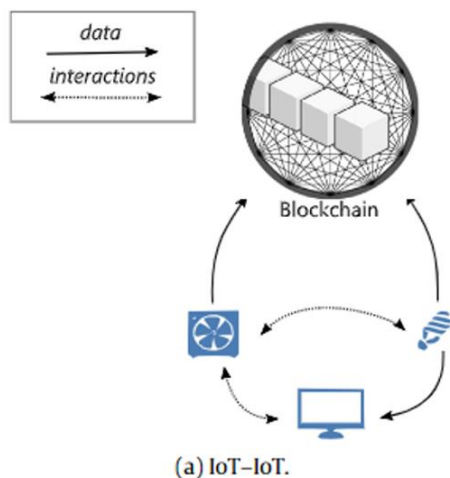
Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	sobre esfuerzo computacional”. [Traducción propia].	Valoración	Medio			
Escalabilidad en Blockchain	Los mismos autores referenciados en el modo de operación Reina, Martín, Chen, Soler, y Diaz (2018), mencionaron sobre la escalabilidad lo siguiente: “La capacidad de almacenamiento y la escalabilidad han sido profundamente cuestionadas en Blockchain. En esta tecnología, las cadenas siempre crecen a una tasa de 1 Mb por cada bloque cada diez minutos en Bitcoin y hay copias almacenadas en nodos de la red. Sin importar que únicamente los nodos completos almacenan la cadena completa, los requerimientos de almacenamiento son significativos. Mientras el tamaño crece, los nodos requieren más y más recursos, reduciendo la capacidad de escalar”. [Traducción propia]	Facilidad para ampliar capacidades				X
		Redundancia				X
		Compatibilidad			X	
		Independencia del software ante cambios del hardware				X
		Escalabilidad horizontal				X
		Ponderación TOTAL	4,75			
		Valoración	Alto			

Fuente. Elaboración Propia.

El diagrama mencionado en el modo de operación de Blockchain para el caso de Picking con Radio Frecuencias (RFID) se representa de manera gráfica en la Figura 12. El proceso

inalámbrico implica diferentes tipos de interacción, los cuales son afectados para las características del sistema y la comunicación de datos.

Figura 12. Diagrama de funcionamiento IoT con Blockchain.



Fuente. Reina, Martín, Chen, Soler, y Diaz (2018)

- **Despacho y expedición**

Analicemos ahora el embalaje de mercancías, para ello se expone el caso de uso 8 (Véase la Tabla 35)

Tabla 35. Caso De Uso 8. Expedición – Embalaje de Mercancías

Proceso Logístico	Expedición o Despacho
Nombre del Caso de Uso	Embalaje de Mercancías (Mora, 2011)
Descripción del caso de uso	<p>Consiste en depositar el pedido en un empaque o embalaje, dejándolo debidamente identificado. Para este caso de uso se hace necesario ocupar impresoras o grabadoras de etiquetas de RFID. Los pedidos embalados no se pueden dejar sin identificación porque se perderían en la bodega. En la Figura 15 puede verse una etiqueta de ejemplo.</p> <p>Para la identificación de los pedidos, se deben utilizar impresoras específicas que soporten papel adhesivo cargado en rollos y tengan una velocidad acorde a las necesidades de la operación logística. Una diferencia de un segundo en la impresión puede traducirse en horas sí se requieren grandes volúmenes.</p>

	<p>Estas impresoras se conectan a la red con dispositivos de comunicación los cuales gestionan las solicitudes provenientes del servidor de impresión priorizando con FIFO.</p> <p>El controlador de impresión está instalado en el servidor donde corre el sistema WMS (Warehouse Management Server) y utilizando la tecnología TCP/IP, la solicitud de impresión llega hasta las mencionadas impresoras de etiquetas. Los WMS pueden correr en múltiple sistemas operativos, dentro de los más comunes está Unix y Windows server.</p>
<p>Modo de operación del caso de uso en un sistema de bases de datos tradicional</p>	<p>La operación en este caso se hace mediante la interfaz de usuario que se conecta a la base de datos para extraer los datos que corresponden a la mercancía que será embalada. La extracción de datos se hace con una consulta SELECT en el caso de las órdenes de pedido analizado previamente.</p> <p>Una vez extraídos los datos, se construye el archivo que va a ser insertado en la cola de impresión. Una vez enviados, la impresora realiza el proceso mecánico que permite obtener la etiqueta adhesiva. Vale la pena adicionar que estas etiquetas pueden contener no solamente la información impresa, sino que, de acuerdo con la impresora, grabar también en la parte posterior con RFID, así como puede verse un ejemplo en la Figura 15.</p>
<p>Modo de operación de la funcionalidad en Blockchain</p>	<p>Blockchain pública por sí misma no cuenta con controladores de impresión que le permitan gestionar las etiquetas con las que se identifican los pedidos. Es lógico que esto sea así, porque en sí misma actúa como una base de datos que requiere un aplicativo que sirva de interfaz con el usuario. Realizando esta investigación, encontramos que los aplicativos que se conecten a Blockchain deben utilizar un nodo intermedio. Para Barrios (2019) “la aplicación debe ser ligera y por tanto necesitamos un nodo para establecer la conexión con Ethereum. Infura proporciona dicho nodo tanto para la red principal como para desarrollo”. Por otro lado, se requiere la conexión al nodo desde la aplicación como tal y esto se logra con el uso de Web3.js. “Las librerías API para el cliente Blockchain (BC) facilitan el desarrollo de aplicaciones y uso de este. Hay varios lenguajes de programación hechos por diferentes programadores. En Ethereum existe la web3.js para la programación con JavaScript” [Traducción propia] (Kos, Umek, y Pustišek, 2019)</p>

Fuente. Elaboración Propia.

Para comprender el análisis profesional del caso de estudio 8 se exhibe la Tabla 36. En ella es posible identificar como las variables de DESEMPEÑO, CONFIDENCIALIDAD y ESCALABILIDAD se exhiben de manera clara con una valoración MEDIA. Es importante resaltar en este caso de uso que las bases tradicionales cumplen un papel significativo para el embalaje, ya que son los más analizados y estudios dentro de los centros logísticos. Dentro de los resulta-

dos se destaca que los descriptores en torno a la actualización de datos son bajos, por lo cual hay una baja resiliencia y resistencia a la pérdida de datos. El elemento más significativo para analizar es la ESCALABILIDAD, la cual tiene una ponderación de 2.5 y una valoración BAJA. Estos resultados se deben a que aún persisten problemáticas sobre el manejo de datos dada la naturaleza del sistema. En resumen, los resultados más importantes para verificar y analizar la tecnología de Blockchain deben estar asociados con el embalaje.

Tabla 36. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 8

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en base de datos tradicional	<p>Los sistemas de bases de datos relacionales llevan en proceso de mejora continua muchos años y esto las hace un recurso sólido, confiable y de buen desempeño para las necesidades operativas de los centros logísticos.</p> <p>Sin embargo, un cuello de botella para el desempeño se da porque “el costo de cada acceso a disco es comparativamente mucho mayor que el costo de acceder similar cantidad de datos en memoria principal, y por lo tanto es importante considerar este efecto en la evaluación del desempeño de consultas a la base de datos”. (Marín, Canumán, y Laguía, 2000).</p> <p>Como solución, debe realizarse un proceso de optimización. Vazquez, Betancourt, y Dominguez (2018) Explicaron que para lograrlo se pueden ejecutar varias acciones, dentro de ellas las siguientes:</p> <p>Implementar los índices necesarios</p>	Velocidad para concretar la transacción			X	
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión			X	
		Volumen de Datos en la Transmisión				X
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones		X		
		Ponderación TOTAL	4,0			
		Valoración	Alto			

	<p>para la ejecución de las consultas Emplear la cláusula WITH para la implementación de subconsultas. Implementar el particionado en tablas muy grandes Implementar vistas materializadas en consultas que retornen grandes volúmenes de datos Aplicar buenas prácticas para la escritura de consultas.</p>						
Confidencialidad en Bases de datos tradicional	<p>Las bases de datos pueden ser configuradas para que usen el cifrado e incrementen su nivel de confidencialidad y privacidad, pero esto tiene un impacto en el desempeño como se ve en la En la Figura 13 se puede apreciar este impacto en torno a los elementos cifrados y no cifrados. Es importante recalcar las ventajas que exhibe el Blockchain para este caso particular en la cadena de abastecimiento sobre el embalaje.</p> <p>Villalobos (2014) indica que “la preocupación por la degradación del rendimiento, el soporte de aplicaciones y la forma de administrar las implementaciones de cifrado en bases de datos grandes originan barreras que hacen difícil adoptar esta importante medida de seguridad”.</p>	Eficiencia del Cifrado			X		
		Protección a la verificación pública				X	
		Integridad				X	
		Resiliencia		X			
		Resistencia a la pérdida de datos	X				
		Ponderación TOTAL	3,5				
		Valoración	Medio				
Escalabilidad en base de datos tradicional	<p>Para calificar la variable en este caso de uso se hace necesario traer los conceptos de escalabilidad horizontal y vertical. En el caso de la horizontal, nos referimos a Castro, González, y Callejas (2012) quienes la expresaron como “facilidad añadir, eliminar o realizar operaciones con elementos (hardware) del sistema, sin afectar el rendimiento”. Esto constituye una ventaja importante para la</p>	Facilidad para ampliar capacidades		X			
		Redundancia			X		
		Compatibilidad		X			
		Independencia del software ante cambios del hardware	X				
		Escalabilidad horizontal		X			

	escalabilidad de las bases de datos, ahora revisemos la definición de vertical: “La escalabilidad vertical o hacia arriba, este es el más simple, pues significa crecer el hardware de uno de los nodos, es decir aumentar el hardware por uno más potente, como disco duro, memoria, procesador, etc. pero también puede ser la migración completa del hardware por uno más potente. El esfuerzo de este crecimiento es mínimo, pues no tiene repercusiones en el software, ya que solo será respaldar y migrar los sistemas al nuevo hardware”. (Blancarte, 2017)	Ponderación TOTAL	2,5
		Valoración	Bajo

Fuente. Elaboración Propia.

Para comprender el comportamiento del caso de uso 8 se desarrolló la Tabla 37. En ella es posible evidenciar que la implementación del Blockchain en este tipo de datos mejora significativamente. Posiblemente se debe a que dadas las características de la tecnología, no hace falta una lectura detallada de los bloques de información. Las tres variables de análisis: DESEMPEÑO, CONFIDENCIALIDAD y ESCALABILIDAD tienen una valoración ALTA.

Tabla 36. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 8

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en Blockchain	El desempeño de Blockchain en un caso que requiere la impresión se ve ampliamente afectado negativamente. Esto sucede porque el aplicativo que gestione la conexión para revisar el histórico de transacciones, debe también almacenar localmente en el dispositivo que gestiona la cola de impresión el archivo para que pueda	Velocidad para concretar la transacción		X		
		Tolerancia a Fallas en la				X

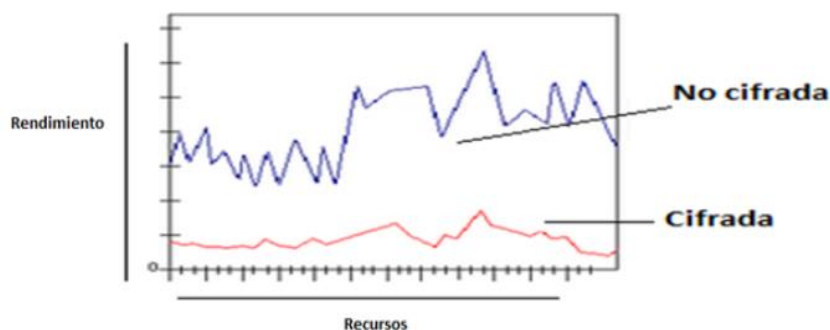
Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	salir en la impresora. La impresión desde el propio dispositivo que hace la conexión a Blockchain debe conectarse a otro en la red local para que sea posible obtener la etiqueta, esto significa la adición de otros milisegundos que transacción por transacción se puede convertir en minutos lo cual tiene un impacto negativo. Aquí aparece el concepto de la anomalía de Blockchain explicado por Natoli y Gramoli (2016) “Presentamos la anomalía de Blockchain, ella afecta los sistemas en los que el protocolo de consenso no asegura el consenso determinísticamente”. [Traducción propia]. Y esto se explica como una demora en la transacción que impide que sea cerrada y por lo tanto un encolamiento que afecta la operación logística y por otro lado genera problemas de seguridad porque se pueden acumular transacciones falsas en esa espera.	Transmisión				
		Volumen de Datos en la Transmisión		X		
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X
		Ponderación TOTAL	4,0			
		Valoración	Alto			
Confidencialidad en Blockchain	Una de las ventajas en el uso de Blockchain es que los datos viajan cifrados lo que impide que sean fácilmente leídos por un tercero no autorizado. Lo que es algo no muy conocido, es que los datos dentro de los bloques no están cifrados. No obstante, lo que se almacena son los identificadores de transacciones y no los documentos de las impresiones como tal.	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública	X			
		Integridad				X
		Resiliencia				X
		Resistencia a la pérdida de datos				X
		Ponderación TOTAL	4,25			
		Valoración	Alto			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Escalabilidad en Blockchain	Para realizar la identificación de los pedidos no hace falta una lectura de todos los bloques que contienen la información de las transacciones y por ende, no hay mayores restricciones en la escalabilidad para la solución. Este es un de los pocos casos en los que los anotados problemas de escalabilidad en Blockchain no impactan negativamente.	Facilidad para ampliar capacidades				X
		Redundancia				X
		Compatibilidad			X	
		Independencia del software ante cambios del hardware				X
		Escalabilidad horizontal				X
		Ponderación TOTAL	4,75			
		Valoración	Alto			

Fuente. Elaboración Propia.

En la Figura 13 se puede apreciar este impacto en torno a los elementos cifrados y no cifrados. Es importante recalcar las ventajas que exhibe el Blockchain para este caso particular en la cadena de abastecimiento sobre el embalaje.

Figura 13. Impacto En El Desempeño Por La Habilitación De Cifrado En Base De Datos.



Fuente. Villalobos (2014).

Cómo se explicó en el caso anterior, a medida que avanza el análisis de las variables en este trabajo de grado, se hace evidente que un cambio en una de ellas tiene impacto para las otras dos. En cuanto a la manera como salen las impresiones después de los procesos de consulta, estas se pueden apreciar en las figuras 14 y 15. Tienen un valor importante para la operación porque sin ellas no hay manera de organizar la logística.

Incluso, cuando exista una falla de los sistemas, podría llevarse a cabo una identificación manual basada en la lectura de las etiquetas impresas de manera que haya continuidad. Cada una de las etiquetas tiene un identificado único que es el que se puede almacenar como transacción en Blockchain. Las etiquetas impresas pueden verse a continuación:

Figura 14. Etiqueta Impresa Para Identificar Pedido



Fuente. Z.O.L.

Es clave que a medida que Blockchain se siga desarrollando, pueda incorporar controles de impresión que simplifiquen los casos de uso en los cuales un registro físico sea necesario o de gran ayuda. Aún estamos lejos de que toda la operación logística pueda ser realizada sin impresiones.

Con respecto a las etiquetas RFID, son impresas como se ilustró, pero también en la parte posterior contienen el dispositivo que es grabado. De esta manera puede ser leído tanto por código de barras como por lectores RFID.

Figura 15. Etiqueta RFID para identificar pedido.



Fuente. MyCebra (2020)

Continuemos con otro caso correspondiente a expedición o despacho, el cual se exhibe en la Tabla 38. En este caso, como ha sucedido en la gran mayoría de los utilizados, se presenta al Blockchain como una tecnología útil y de gran utilidad dentro de los procesos.

Tabla 38. Caso De Uso 9. Expedición – Preparación de Transporte

Proceso Logístico	Expedición o Despacho
-------------------	-----------------------

Nombre del Caso de Uso	Preparación del transporte (Mora, 2011)
Descripción del caso de uso	Este caso se refiere a completar las guías de transporte con las cuales se puede entregar la mercancía embalada a un tercero con destino el cliente final. Se hace necesario completar los campos de identificación de origen, destino y nombre de la persona o entidad que recibirá el pedido en unos formatos proveídos por los transportistas. Con el número de guía se puede posteriormente rastrear el pedido.
Modo de operación del caso de uso en un sistema de bases de datos tradicional	De las tablas en las que está contenida la información del pedido, se hace una extracción y se almacenan en otra tabla temporal. Posteriormente, se inicia el módulo de software que tiene la parametrización de impresión y completa todos los campos de manera que cuando estén listas las guías en la impresora, se envíe la instrucción. El número de guía que está en el papel debe ser digitado por una persona para que quede almacenado en la base de datos y pueda ser consultado después. El seguimiento posterior a las guías se hace también de manera manual entrando a la página del transportista.
Modo de operación de la funcionalidad en Blockchain	<p>A medida que hemos venido que se han analizando cada uno de los casos de uso, venimos construyendo la idea que Blockchain es mucho más útil cuando hay interacción con diferentes empresas y/o entidades. En este caso, la manera en la que puede funcionar es aprovechando el caso de tecnología RFID.</p> <p>Estando la paleta o arrume identificados con la etiqueta RFID, el concentrador se comunicaría con la red Ethereum de Blockchain notificando al transportador cual es la cantidad e identificación de la mercancía que se va a enviar. Al pasar la mercancía en los muelles cuando es recogida por el transportista, el concentrador notificaría el cambio de estado a “En transporte” y a su vez, el mismo transportista notificaría a Ethereum los cambios de estado que correspondan hasta que el último sea “Entregado”. El cliente podría con su wallet confirmar este último estado.</p> <p>De esta forma no se requeriría la impresión de la guía y no habría dudas en los cambios de estado entre Zona de Operaciones Logísticas, transportistas y clientes porque con el método de consenso, Blockchain confirmaría los estados.</p> <p>Esta modo de operación sería de los más innovadores de lo investigado en este trabajo de grado.</p>

Fuente. Elaboración Propia.

En la Tabla 39 se exhibe el análisis profesional del caso de uso 9, con este caso de estudio se logra percibir una generalidad de la cadena de abastecimiento y la necesidad de integrar la

tecnología blockchain para el manejo de datos. Los resultados del manejo de los datos en esta etapa de la cadena de abastecimiento recurren a grandes problemáticas dado el sistema que se utiliza. Si bien en las variables de DESEMPEÑO Y DE CONFIDENCIALIDAD existen valores altos, la ponderación de la ESCALABILIDAD es BAJA, de 2.5. Si bien esto no presenta una problemática mayor, es posible que se deban cambiar elementos para mejorar las lecturas de da-

tos, principalmente de las guías impresas. Es importante señalar que, en dichos casos, la gestión puede primar por seguir el sistema dado el gran DESEMPEÑO que posee. Claramente, al gestarse un cambio del volumen de datos puede aparecer grandes complicaciones, ya que la base tradicional que se utiliza no es de gran facilidad para la ampliación de capacidades.

Tabla 39. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 9

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en base de datos tradicional	El acceso a los datos en las tablas y su posterior almacenamiento en la tabla temporal que se usa para imprimir la guía es un proceso ágil, sin embargo, el tiempo que le tarda a la impresora tener lista la guía es demorada porque se hace con tecnología de puntos para que la información quede también en las copias. El desempeño de la base de datos se puede mejorar si se configura el cómputo multihilo según explicaron en su documento Levy, Eggers, y Tullsen (1995): " El cómputo multihilo mejora	Velocidad para concretar la transacción				X
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión				X
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad		X		

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	el desempeño porque simula la existencia de varios procesadores que trabajan en simultánea”	de datos para Actualizaciones				
		Ponderación TOTAL	4,5			
		Valoración	Alto			
Confidencialidad en base de datos tradicional		En todo el proceso de preparar el transporte no se involucra ninguna capa de cifrado ni para la transmisión ni para el almacenamiento de los datos en las tablas de la base de datos. Una alternativa para preservar la confidencialidad y privacidad de los datos cuando no hay cifrado es la configuración de perfiles de acceso que restrinjan quienes y que pueden acceder. Esto nos lleva a vincular la variable con el gobierno de la gestión de riesgo en los sistemas de información. La configuración del control de accesos es la última línea de defensa cuando hay cifrado e involucra la disposición de los ingenieros que administran la base de datos a cumplir las buenas prácticas. Cuando no se cumple esta buena práctica, el principal impacto negativo puede ser “robo, destrucción, modificación o borrado de información, destrucción o desarticulación física de equipos” Solarte, Enriquez, y Benavides (2015)	Eficiencia del Cifrado			X
	Protección a la verificación pública					X
	Integridad					X
	Resiliencia				X	
	Resistencia a la pérdida de datos			X		
	Ponderación TOTAL		4,0			
	Valoración		Alto			
Escalabilidad en base de datos tradicional	En este caso, se realizan lecturas de datos desde las tablas dentro de las bases de datos que ya contienen la información de destino para ser impresas en las guías. Como en los	Facilidad para ampliar capacidades	X			
		Redundancia			X	
		Compatibilidad		X		

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	casos anteriores, la lectura es fácil y la escalabilidad de datos se logra tanto horizontal como verticalmente. Una alternativa para mejorar la escalabilidad es configurar un ambiente de sistemas distribuidos que según Del Corral (2017) “se definen como un conjunto de computadores conectados por una red de comunicaciones que pueden trabajar de forma conjunta y sus recursos ser percibidos como un solo sistema”.	Independencia del software ante cambios del hardware		X		
		Escalabilidad horizontal		X		
		Ponderación TOTAL	2,5			
		Valoración	Bajo			

Fuente. Elaboración Propia.

En el caso de uso 9 enfocado al blockchain se obtiene que los resultados comparativos son menores a la base de datos tradicionales, principalmente en lo que refiere al DESEMPEÑO (Véase Tabla 40). Si se promueve el uso de la tecnología Blockchain es posible mejorar elementos en torno a la ESCALABILIDAD, pero con un costo significativo en torno al DESEMPEÑO. Es importante destacar que persisten problemáticas para la protección a la verificación pública y la escalabilidad horizontal

Tabla 40. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 9

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en Blockchain	Haciendo la comunicación de cambios de estado sin requerir impresiones ni humanos involucrándose en las acciones de cambio de estado, el desempeño sería ideal puesto que no requeriría tampoco confirmaciones. Sencillamente las máquinas reportarían	Velocidad para concretar la transacción	X			
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión			X	
		Volumen de	X			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	que pasa con el transporte de la mercancía incluso en tiempo real. Una posibilidad para incrementar el desempeño con respecto a la Blockchain pública es el uso de las privadas: (Lo, Xu, Chiam, y Lu, 2017) “Consortio y Blockchain privada con diseño cuidadoso y ajuste de desempeño, tiene mucho mejor desempeño con respecto a la Blockchain pública”. [Traducción propia].	Datos en la Transmisión				
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X
		Ponderación TOTAL	3,25			
		Valoración	Medio			
Confidencialidad en Blockchain	En el mismo documento de Lo, Xu, Chiam, y Lu (2017), se menciona sobre esta variable lo siguiente: “Sí se usan pseudónimos e incluso se usa la encriptación, el consorcio y Blockchain privada puede proveer control de acceso, pero esto no provee confidencialidad comercial entre los competidores que tengan acceso a Blockchain”. [Traducción propia]. No obstante, para el caso de la Zona de Operaciones Logísticas de Funza, el uso de pseudónimos y la configuración de encriptación, hacen que sea ideal su uso puesto que automatiza los procesos.	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública	X			
		Integridad				X
		Resiliencia				X
		Resistencia a la pérdida de datos				X
		Ponderación TOTAL	4,25			
Valoración	Alto					
Escalabilidad en	Para el análisis de esta variable, nos referimos también a Lo, Xu, Chiam, y Lu (2017) quienes mencionaron: “Acercas de la escalabilidad, las	Facilidad para ampliar capacidades			X	
		Redundancia			X	

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
grandes Blockchain públicas a la fecha pueden manejar en promedio 3 a 20 transacciones por segundo, mientras que grandes sistemas de pago como VISA pueden manejar en promedio 1700 transacciones por segundo”. [Traducción propia].	Compatibilidad		X			
	Independencia del software ante cambios del hardware				X	
	Escalabilidad horizontal	X				
	Ponderación TOTAL	3,25				
	Valoración	Medio				

Fuente. Elaboración Propia.

Pasemos ahora al último caso de uso propuesto para análisis. En este caso se retoma las mismas características del caso de uso 9, ya que se analiza la expedición o el despacho. Es importante resaltar que en esta etapa de la cadena de abastecimiento puede poseer grandes inconvenientes los elementos asociados con la implementación del Blockchain. Para comprender mejor el caso de estudio se presenta la Tabla 41 con las características generales y particulares.

Tabla 41. Caso De Uso 10. Expedición – Validación del Despacho

Proceso Logístico	Expedición o Despacho
Nombre del Caso de Uso	Validación del despacho (Mora, 2011)
Descripción del caso de uso	Esta actividad se refiere a una auditoría o control de calidad que queda registrado en el sistema de información para garantizar que el pedido salió a tiempo y forma. Para realizar la actividad, es necesario que el sistema sea capaz de leer bien sea los códigos de barras, códigos QR o etiquetas de RFID para analizar la traza de los pedidos auditados. Por su parte, el cliente debe estar en la capacidad de confirmar que el pedido se recibió a satisfacción para que todo el ciclo desde la venta hasta la entrega se cumpla correctamente.

<p>Modo de operación del caso de uso en un sistema de bases de datos tradicional</p>	<p>Mediante la lectura del código de barras o la etiqueta RFID, se genera una consulta a las tablas para verificar cuales fueron todos los estados por los que pasó la estiba que es identificada. De esa forma puede realizarse una traza que permite a la persona que valida el despacho si los tiempos fueron los apropiados desde la generación de la orden de pedido hasta la entrega al cliente. Cada uno de los estados desde almacenamiento, preparación y despacho son salvados en las tablas con un identificador que es el usado por la consulta para realizar la trazabilidad. Este modo de operación es afectado en el tiempo por la cantidad de registros en las tablas puesto que, al ir aumentando, es más demorada la adquisición de los datos. Esta información no puede ser revisada por el cliente y para que lo pueda hacer, debe crearse una interfaz con la página web lo cual es un proceso por lotes que no necesariamente puede tener la eficiencia para que sea en tiempo real.</p>
<p>Modo de operación de la funcionalidad en Blockchain</p>	<p>Para el momento en que es posible verificar la transacción de despacho, anteriormente los bloques han sido añadidos la cadena, transportando la información de manera cifrada. Teniendo el hash que identifica la transacción de despacho, el cliente puede confirmar que la mercancía ha sido entregada a un transportista. Por otro lado, la empresa, usando la misma metodología, puede revisar que el cliente confirmó la llegada de la mercancía dejando un bloque que confirma la transacción. Una manera práctica de consulta a través de una página web puede verse en la Figura 16, también es posible realizar un aplicativo que busque los hash como el que hizo Barrios (2019) como respuesta al acoso en espacios públicos.</p>

Fuente. Elaboración Propia.

El análisis profesional de la base de datos tradicionales exhibida en la Tabla 42 permite reflexionar cómo existen en los procesos de la cadena de abastecimiento, más tendencia al uso de base de datos tradicionales. Al igual que con el caso de uso 9, en este se exhibe como en dicho proceso se exhibe un DESEMPEÑO y CONFIDENCIALIDAD significativamente ALTAS, pero hay bastantes problemás en torno a la ESCALABILIDAD. En esta variable es posible destacar que un valor de 1.75 posee y gesta grandes problemáticas, que posiblemente se compensan con

el DESEMPEÑO. La transferencia de archivos por medio de un servidor web podría limitar estos elementos.

Tabla 42. Análisis Profesional – Bases de Datos Tradicionales. Caso de Uso 10

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en base de datos tradicional	<p>Ya se han considerado en otros casos de uso que involucran lectura de tablas la variable desempeño, encontrando que es eficiente. Sin embargo, en este caso, aparte de la lectura de los datos que permiten conocer la trazabilidad del pedido, analizaremos el proceso en lotes que permite desplegar los datos en la página web para que el cliente la consulte.</p> <p>El proceso por lotes tiene acogida por su simplicidad, pero “Uno de los aspectos que tradicionalmente ha presentado un sinnúmero de problemas para la Administración de Archivos, es el relacionado con la transferencia documental, tanto en archivos históricos como en archivos administrativos”. (Zapata, 2001).</p> <p>Después que se genera la consulta que tiene la información del pedido, debe ser almacenada en un archivo plano que se comprime en otro y posteriormente es transferido al servidor que contiene la página web. Ahí es descomprimido y se inicia un proceso de carga para que pueda ser consultado.</p>	Velocidad para concretar la transacción				X
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión				X
		Volumen de Datos en la Transmisión				X
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones			X	
		Ponderación TOTAL	4,75			
		Valoración	Alto			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Confidencialidad en base de datos tradicional	<p>Ninguno de los pasos mencionados en la calificación de la variable desempeño involucran el cifrado de la información ni dentro de los servidores al crear los archivos ni al momento de ser transferidos. Por otro lado, la información en la página web puede ser consultada sólo conociendo el número de pedido lo cual le quita confidencialidad.</p> <p>Para incrementar la seguridad de los archivos involucrados en este caso de uso, pueden emplearse diferentes herramientas. Para citar una, está la de Olivares (2017) la cual tiene varios pasos hasta que, como resultado, permite salvar el archivo después del proceso. No obstante, esta herramienta y de conocer que existen muchas otras que podrían resolver el problema, esté código no es tan fácil de incorporar a todo el proceso por lotes y requeriría pasos manuales.</p>	Eficiencia del Cifrado			X	
		Protección a la verificación pública				X
		Integridad				X
		Resiliencia				X
		Resistencia a la pérdida de datos			X	
		Ponderación TOTAL	4,5			
		Valoración	Alto			
Escalabilidad en base de datos tradicional	<p>A estas alturas de la investigación, ahondar más en la evaluación de la escalabilidad de las bases de datos relacionales puede ser redundante puesto que en la mayoría de los casos y por la literatura referenciada, se ha encontrado que es fácilmente escalable tanto horizontal como verticalmente. Al involucrarse en este caso de uso la transferencia de archivos hacia el servidor web donde los clientes pueden verificar la trazabilidad del pedido, analizaremos la escalabilidad del servidor web y como superar sus limitaciones.</p>	Facilidad para ampliar capacidades	X			
		Redundancia			X	
		Compatibilidad		X		
		Independencia del software ante cambios del hardware	X			
		Escalabilidad horizontal		X		
		Ponderación TOTAL	1,75			
		Valoración	Bajo			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
	<p>“Para evitar las limitaciones de escalabilidad, debería asegurarse que siempre existan threads disponibles para atender nuevas peticiones de los clientes y para ello deberían evitarse situaciones en las cuales el thread para poder completar su trabajo espera por un recurso o por la ocurrencia de un evento: este tipo de operación se denomina blocking operation” (Irey, 2014)</p> <p>Con esta técnica de threads implementada para este caso en Java, puede asumirse que existen alternativas simples desde la capa de software que permiten escalar el servicio web con facilidad.</p>					

Fuente. Elaboración Propia.

En la Tabla 43, se exhibe el análisis profesional en torno al Blockchain. Se reitera en este caso las conclusiones que persisten en el caso de uso 9. No se evidencian cambios significativos en la variable ESCALABILIDAD. Aunque si hay un aumento de más de 2 números, pero bajan las ponderaciones en relación con el DESEMPEÑO y en la CONFIDENCIALIDAD. Se retira el proceso de reflexión que en estos casos no se facilita el uso del Blockchain y hay problemas con el manejo de datos.

Tabla 43. Análisis Profesional – Blockchain. Caso de Uso 10

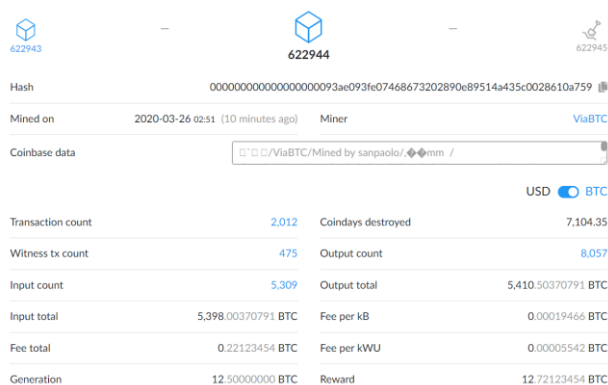
Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Desempeño en Blockchain	En cuanto a esta variable, encontramos una conclusión valiosa que no habíamos referido antes “Por la baja capacidad de lectoescritura de datos comparado con la de las actuales bases de datos relacionales, los sistemas puros basados en puro Blockchain no pueden ser aceptadas por los negocios actualmente”. [Traducción propia]. (Chen, Zhang, Shi, y Yan, 2018).	Velocidad para concretar la transacción		X		
		Tolerancia a Fallas en la Transmisión			X	
		Volumen de Datos en la Transmisión	X			
		Integridad de los Datos				X
		Disponibilidad de datos para Actualizaciones				X
		Ponderación TOTAL	3,75			
		Valoración	Medio			
Confidencialidad en Blockchain	Finalmente, para revisar los problemas ya mencionados en la escalabilidad de Blockchain pública, citamos a Scherer (2017) quien escribió: “Probablemente el más grande problema de escalabilidad con Ethereum es que cada nodo tiene que procesar todas las transacciones para almacenar todas las transacciones y tiene que almacenar el estado completo de cada balance de cuenta, código de contrato y almacenamiento, etc. Aunque esto brinda un monto amplio de seguridad, limita también la escalabilidad al punto de que Blockchain no puede procesar más transacciones que un nodo sencillo”. [Traducción propia].	Eficiencia del Cifrado				X
		Protección a la verificación pública	X			
		Integridad			X	
		Resiliencia				X
		Resistencia a la pérdida de datos				X
		Ponderación TOTAL	4,0			
		Valoración	Bajo			

Variable	Análisis Profesional	Descriptor	Calificación			
			MB (0,25)	BJ (0,50)	MD (0,75)	AL (1,00)
Escalabilidad en Blockchain	La escalabilidad de Blockchain demostró ser difícil en la mayoría de los casos aplicados a la Zona de Operaciones Logísticas y este no es la excepción, aunque la manera de trabajar sea novedosa al comprobar un hash lo cual no es usual. Un sustento adicional a los citados en otros casos para indicar las profundas dificultades de Blockchain para ser considerado fácilmente escalable, es el documentado por (McDonald, Liu-Thorrold, y Julien, 2017) quienes escribieron: “ A medida que Blockchain se hace más popular y más nodos se unen a la red, el número de transacciones aumenta y este límite (7 transacciones por segundo) se convierten en un problema significativo”. [Traducción propia].	Facilidad para ampliar capacidades	X			
		Redundancia			X	
		Compatibilidad			X	
		Independencia del software ante cambios del hardware				X
		Escalabilidad horizontal				X
		Ponderación TOTAL	3,75			
		Valoración	Medio			

Fuente. Elaboración Propia.

Un ejemplo de consulta de transacciones en Blockchain es el siguiente:

Figura 16. Consulta De Un Hash En Blockchain Pública.



Fuente. Blockchair.com (2020)

8.4. Totalización de las calificaciones

Una vez realizado uno por uno el análisis de los casos de uso teniendo en cuenta las variables de evaluación, estamos en capacidad de tabular los datos con los siguientes resultados, como se exhiben en la Tabla 45. El proceso seleccionado para ello comprende una síntesis de información a nivel cuantitativo. De manera vertical se establece una etiqueta asociada con cada caso de uso (en total fueron 10 casos de uso), a modo horizontal se presenta las variables de análisis principales en torno al DESEMPEÑO, a la CONFIDENCIALIDAD (y PRIVACIDAD) y a la ESCALABILIDAD. Los valores registrados responden a la evaluación obtenida de manera ponderada de acuerdo con cada variable. Al final de la tabla se presenta una totalización para establecer una comparación de los elementos tanto a nivel de variables trabajadas como de los resultados entre las bases de datos tradicionales y el Blockchain.

Tabla 44. Tabla general de Resultados

CASO DE ESTUDIO	Desempeño		Confidencialidad y Privacidad		Escalabilidad		Total Por Caso	
	RDBMS	Blockchain	RDBMS	Blockchain	RDBMS	Blockchain	RDBMS	Blockchain
1. Recibo Físico según la Clase del Producto y su Empaque – Paletizado	4,5	3,75	4,25	4,0	3,0	4,5	3,91	4,08
2. Recibo Físico según la Clase del Producto y su Empaque – Arrume.	4,5	3,75	4,25	4,0	2,75	4,75	3,66	4,16
3. Almacenamiento ABC	4,75	3,5	4,5	4,0	2,75	4,75	4,0	4,08
4. Almacenamiento Paletizado (estibas), y/o a granel	4,5	3,75	4,5	4,5	2,25	4,75	3,75	4,33
5. Picking con Terminales de Radio Frecuencia	4,25	3,75	4,25	4,25	3,25	4,5	3,91	4,16
6. Pick To Light	3,5	3,5	3,75	4,25	2,5	4,75	3,25	4,16
7. Picking con Radio Frecuencias (RFID)	4,5	3,5	4,25	3,75	4,0	4,75	4,25	4
8. Embalaje de Mercancías	4,0	4,0	3,5	4,25	2,5	4,75	3,33	4,33
9. Preparación del transporte	4,5	3,25	4,0	4,25	2,5	3,25	3,66	3,58
10. Validación del despacho	4,75	3,75	4,5	4,0	1,75	3,75	3,66	3,83
Total por Variable	4,375	3,65	4,175	4,125	2,725	4,45		

8.5. Análisis de los resultados

De la aplicación del modelo de evaluación comparativa para determinar cuál de las dos tecnologías es la más conveniente y los datos obtenidos se puede obtener el siguiente análisis, basado en los resultados de la Tabla 44.

Los sistemas de bases de datos tradicionales muestran un desempeño más alto que el de Blockchain (4,375 vs 3,65) y esto confirma los resultados documentados en las fuentes bibliográficas de donde se obtuvieron las variables. La calificación más baja para Blockchain tiene como raíz la lentitud al descifrar las transacciones y la posterior comunicación de consenso entre los nodos de la red involucrada en Blockchain.

En cuanto a la confidencialidad y privacidad, los casos de uso gozan en términos prácticos del mismo nivel en ambas tecnologías (4,175 vs 4,125), lo cual indica que una organización que esté pensando en realizar una migración de tecnología en sus sistemas de logística porque considera que sus sistemas actuales en bases de datos relacionales no son lo suficientemente confidenciales, podría tener en cuenta una consultoría de procesos y configuración de sistemas que cierre la brecha entre su nivel de confidencialidad actual y el esperado, de manera que no deba invertir tiempo, recursos y dinero en la migración porque según los datos no sería en sí misma la solución.

Al abordar la escalabilidad, Blockchain fue mejor tal cual lo indicó la bibliografía (4,45 vs 2,725) y esto también confirma la realidad de las organizaciones quienes, ante crecimientos inesperados en la transaccionalidad de la entrega de productos, no puede responder rápidamente

ampliando las capacidades cuando su modelo de operación tecnológica se ejecuta sobre sistemas propios.

Por otro lado, en cuanto al beneficio de utilizar una u otra tecnología caso por caso, los datos muestran que la organización tendría un beneficio general con la implementación de Blockchain (8 de diez casos tuvieron mejor calificación), en especial en los casos pick to light (4,16 vs 3,25) y embalaje de mercancías (4,33 vs 3,33). Esta diferencia se debe a la habilidad de Blockchain para adaptarse a sistemas de automatización que involucran internet de las cosas, permitiéndoles por ellas mismas, con una conexión a internet, hacer los registros de los movimientos logísticos.

Llama la atención que para el caso validación del despacho, la diferencia de calificaciones no es muy alta (Bases de datos tradicionales 3,66 vs Blockchain 3,83). Esto indica que, siendo esta última tecnología diseñada para hacer los datos públicos y verificables, los procesos logísticos no necesariamente están adaptados para aprovecharla, lo que nos devuelve al concepto revisado en el marco teórico donde se abarcó la adopción de tecnología y el control de cambio, vital para la implementación de cualquier proyecto y su posterior paso a fase de operación.

Por último, podría interpretarse a partir de los datos que una organización podría comenzar a migrar casos de uso a medida que lo vaya requiriendo, de manera que la transición a Blockchain no implique un esfuerzo simultáneo que amplifique los riesgos negativos.

9. PROCESOS QUE SE PUEDEN BENEFICIAR CON LA APLICACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN COMPARATIVA EN EL CONTEXTO COLOMBIANO

Blockchain es una tecnología que ha generado un uso significativo en el mundo de la logística, principalmente por sus características asociadas a la revolución y manejo de datos por medio de bloques. En el contexto colombiano existe un número significativo de acciones que pueden asociarse con esta tecnología, como los que se exhiben a lo largo del presente documento. Es importante resaltar que, el uso de blockchain se ha popularizado en el ámbito de comercio internacional, dado que en este interviene un número significativo de agentes diferentes y hay una gran generación de documentos.

En el recorrido del capítulo se exhibe como Colombia ha sido uno de los países líderes en el uso del blockchain, más allá de uso en las criptomonedas o bitcoin. Los elementos que se presentan como los pagos electrónicos, el trámite de traspaso de vehículos, la transparencia alimentaria y la votación popular; se conciben como fundamentales y novedosos. A razón de ello, y siguiendo los planteamientos de Cardona y Orozco (2019), Colombia se reconoce como pionero en la región suramericana.

9.1. Pagos electrónicos

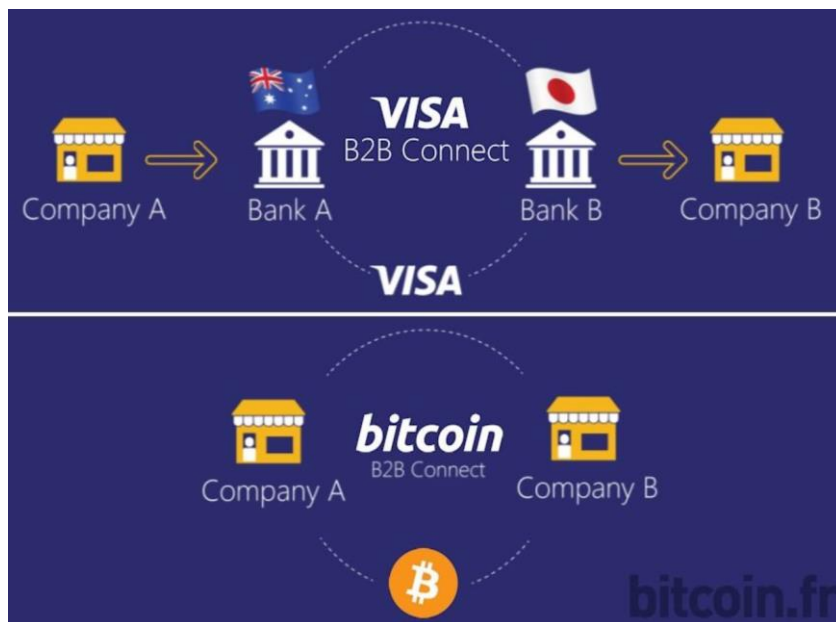
Una de las principales aplicaciones de Blockchain y que corresponde a su construcción inicial, es la de servir de motor de transacciones de monedas virtuales, siendo la más conocida Bitcoin. Por esta razón, hace sentido el hecho que pueda ser utilizada como pasarela de pagos a manera de suplemento de entidades centralizadas de certificación como lo son Visa y Master-

Card. Cada transacción realizada y que utiliza las redes de certificación de transacciones de estas entidades, tiene un cobro el cual no existiría si se usaran criptomonedas sobre Blockchain lo cual impactaría positivamente el ahorro tanto del cliente como de la organización que ofrece el bien o servicio de manera electrónica.

En cuanto a lo que tiene que ver con los pagos programados y recurrentes, Echebarria (2010) quien fue citado por Sáenz (2017) explicó que: “La gran ventaja de los Smart contracts es que sus scripts son susceptibles de programarse en serie con sencillez al almacenarse en una cadena de bloques o en protocolos compartidos por redes de ordenadores. Cuando se produce un evento desencadenante, contemplado en el contrato, p. ejemplo, registro de un documento de trazabilidad en frontera, se envía la transacción a una dirección concreta y la máquina virtual ejecuta los códigos de operación del script”.

Aunque, cómo se vio en el análisis de los casos de uso para la Z.O.L., el desempeño de Blockchain pública no permite que las transacciones se vean en tiempo real, en este caso para los pagos en línea sí sería conveniente para los comercios porque, aunque la autorización de las transacciones con Visa y MasterCard se realiza en milisegundos, la transferencia de dinero no funciona de la misma forma. En cambio, sí se hacen las transacciones con Blockchain pública, aunque el consenso se tarde unas horas para confirmar el valor quedaría en manos del comercio varios días antes de lo que sucede hoy por hoy mejorando el flujo de caja. En la Figura 17 puede apreciarse cómo funciona el flujo de pago cuando es entre dos empresas:

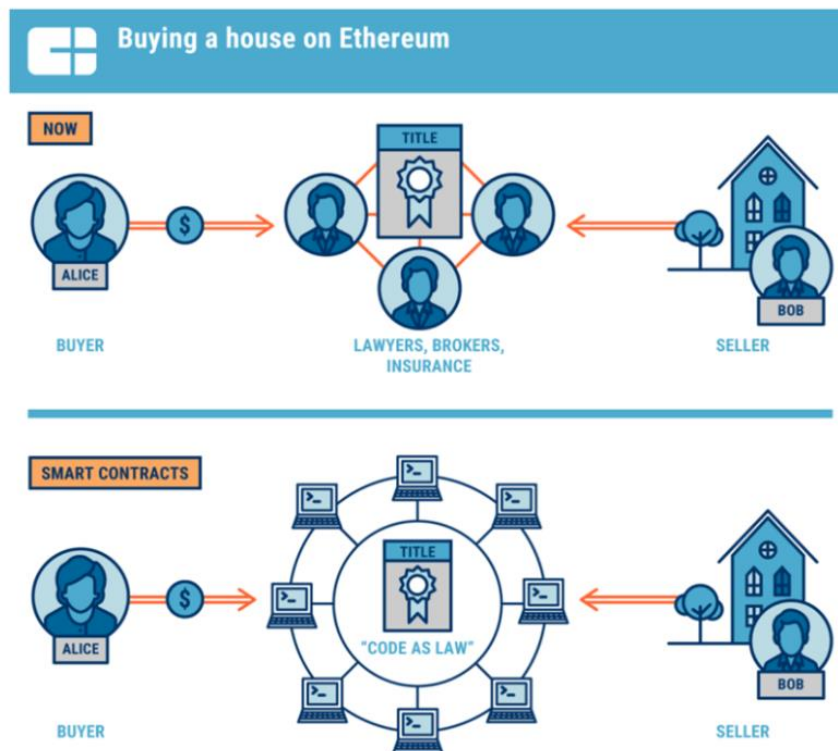
Figura 17. Comparativa de pago entre Visa y Bitcoin



Fuente. Steemitimages.com (2020)

Al eliminarse la centralización, se reduce también el poder de esa entidad que centraliza los pagos presionando a la baja el gasto por cada transacción, aunque hay que tener en cuenta que todos los sistemas y talento humano que permiten todo el flujo del pago, tiene unos costos que deben ser transferidos de alguna manera a los usuarios de las plataformas. Esta posibilidad de usar Bitcoin sobre Blockchain sería de gran utilidad para comercios pequeños que dependen en mucha medida de su flujo de caja más que de la utilidad neta.

Figura 18. Comparativo Compraventa Simple de Inmuebles.



Fuente. s3.amazonaws.com (2020)

Buitrago (2019) propuso un modelo para la seguridad de las transacciones de venta de bienes inmuebles y dentro de él concluyó que “La información se podría acceder desde cualquier notaria en tiempo real y sería verídica” y que “Los usuarios podrían realizar sus ventas en cualquier notaria sin necesidad de tanto papeleo ya que la mayor cantidad de información se tendría ya guardada en la base de datos de Blockchain, además con esta información se podría cargar las plantillas(minutas) de ventas de manera más rápida y confiable”. Un bloque resultado de la transacción en el modelo del mismo autor puede apreciarse en la Figura 19, donde hay código fuente que comprende el comportamiento de los procesos de transacción.

Figura 19. Bloque de Resultados de la Transacción

```

1 Record{
2   "num_matricula": "edx_1232545_asd",
3   "num_matricula_matriz": "edx_1232545",
4   "compradores": [
5     {
6       "nombre": "Antonio Prieto Luis",
7       "identificacion": "123568794"
8     }
9   ],
10  "representante_comprador": {
11    "nombre": "Susana Gomez Roso",
12    "identificacion": "45687256",
13    "Poder_No": "POD-NOT-4564545"
14  },
15  "vendedores": [
16    {
17      "nombre": "Juan preciado Sosa",
18      "identificacion": "45678952"
19    }
20  ],
21  "representante_vendedor": {
22    "nombre": "Yulieth Barrera Arias",
23    "identificacion": "21321546",
24    "Poder_No": "POD-NOT-34343425"
25  },
26  "hipoteca": "S",
27  "entidad_hipoteca": "Bancolombia",
28  "valor_compra": 250000000,
29  "fecha_compra": "25-Oct-1986",
30  "escritura_No": "ESC-IT-2019-00001",
31  "tipo_predio": "Apartamento",
32  "Estado": "Proceso Judicial",
33  "Entidad Modifica": "Fiscal 10 de Bogotá",
34  "Observación": "Predio en custodia por posible fraude del dueño"
35 }

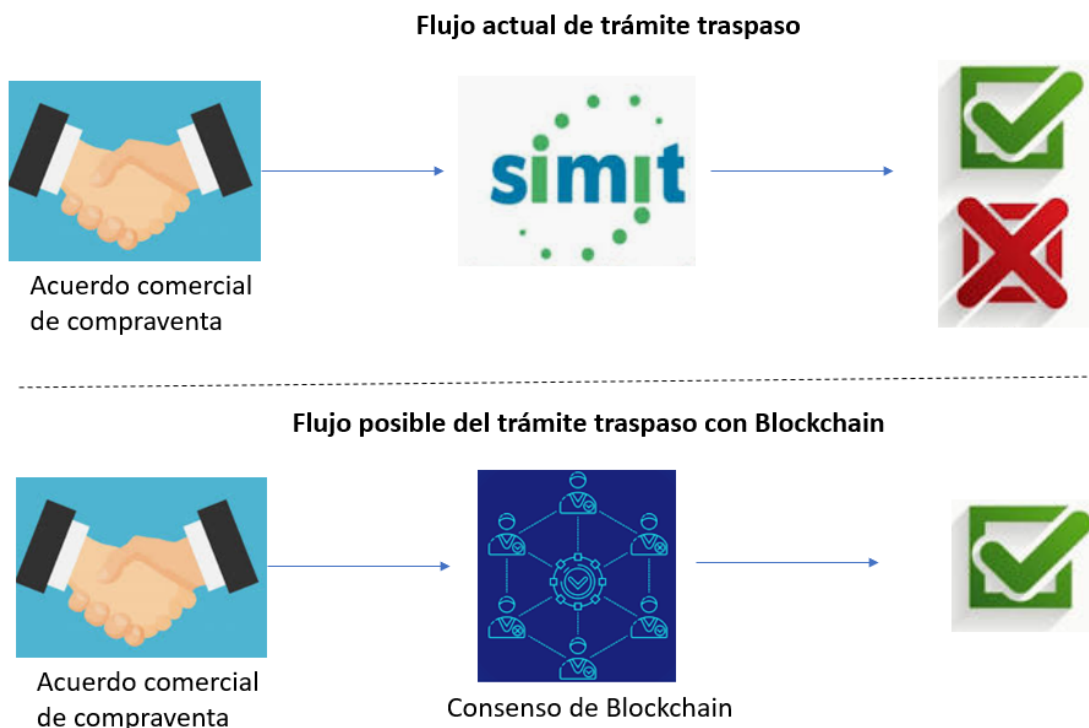
```

Fuente. Buitrago (2019)

9.2. Trámite de traspaso vehículos

De Jong, Meyer y Owens (2017) comentaron sobre la posibilidad del control de propiedad en los vehículos lo siguiente: “El potencial de estos vehículos para ser usados ilegalmente puede significativamente reducirse si la información legal, del propietario actual y sus actividades están disponibles a tiempo para las autoridades competentes”. [Traducción propia]. Un ejemplo gráfico de dicho trámite se exhibe en la Figura 20. De acuerdo con las reflexiones de Cardona y Orozco (2019), los flujos se mejoran de manera significativa si hay un consenso a través del Blockchain. La Figura intenta ilustrar que hay menos variabilidad al momento de usar blockchain en un traspaso, que con un proceso normal.

Figura 20. Comparativo Traspaso de Vehículos.



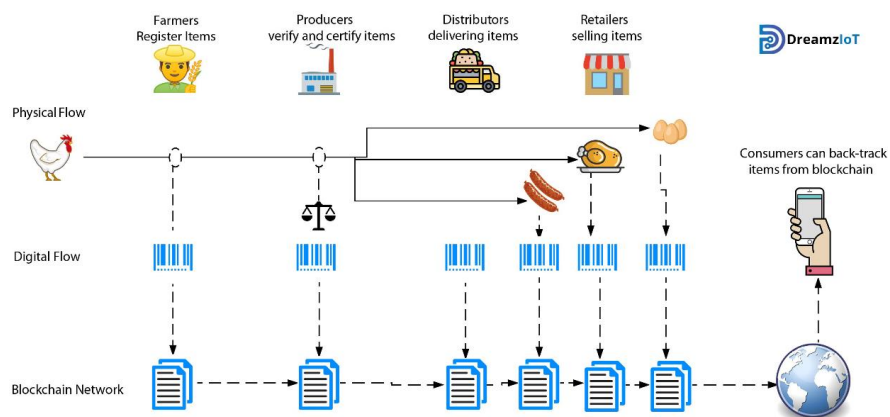
Fuente. Elaboración Propia con imágenes de simit.co, openledger.info y freepik.es

9.3. Transparencia alimentaria

San Juan (2019) realizó un documento muy ilustrativo sobre el tema en el que menciona: “En términos generales, podría decirse que Blockchain puede cambiar cómo y qué datos se comparten a lo largo de la cadena de suministro de alimentos, pasando de datos opacos y aislados almacenados tradicionalmente en papel o bases de datos internas controladas centralmente, a un sistema más abierto y transparente”. La Figura 21 ilustra este funcionamiento, permitiendo tener una mayor claridad dentro de la cadena de abastecimiento.

Desde el enfoque analítico del presente documento, se encuentra que al momento de hacer una trazabilidad de la cadena de abastecimiento por medio de Blockchain hay un mayor seguimiento en torno al manejo de documentos en cada etapa o proceso. Además, la información es posible de consultar de manera fácil a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación. La claridad y simplicidad del proceso es el elemento primordial.

Figura 21. Funcionamiento de Trazabilidad Alimentaria con Blockchain.



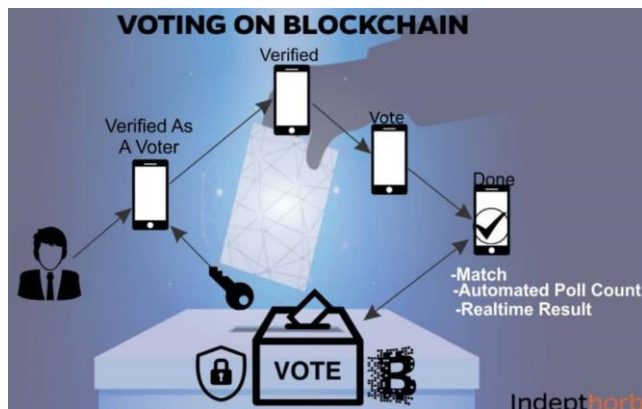
Fuente. Dreamziot.com (2020)

9.4. Votación popular

Marín (2016) propuso en su trabajo la utilización de Blockchain para las elecciones, mencionando entre otras ventajas y la descentralización. “El sistema que da soporte a la votación debe ser descentralizado, permitiendo múltiples nodos trabajando en paralelo de forma que la confianza no debe residir en el nodo sino en el sistema global”. Lo anterior implica una ventaja significativa, ya que posibilita un mejor control y transparencia. Es importante resaltar que el blockchain eleva la transparencia y la seguridad de los procesos. En la Figura 22 se ilustra cómo

se registra el proceso de votación a través de Blockchain, centrando la atención en los principales nodos.

Figura 22. Votación en Blockchain.



Fuente. Indepthorb.com (2020)

10. CONCLUSIONES

La tecnología Blockchain permite identificar elementos diversos en torno a la competitividad de las empresas y el sistema económico. El uso durante las últimas décadas en actividades logísticas ha permitido percibir avances significativos, principalmente en mejoras de índole de reducción de procesos y de seguridad. En Colombia, el uso de la tecnología se ha considerado como innovador, al punto de ser usado en un amplio número de industrias, principalmente aquellas vinculadas con la logística y el transporte.

En el documento se presentó un modelo de comparación que permitía identificar la aplicación de Blockchain en la cadena de abastecimiento, vinculando los resultados con la toma de decisiones y la gestión. La implementación y la innovación de las nuevas tecnologías permite dar un cambio significativo a la industria colombiana, pero aún persisten muchos elementos para analizar, cambiar y documentar. A partir de ello puede gestarse mejoras en el campo industrial, acompañadas de cambios positivos en los entornos económicos.

Para comprender el modelo de comparación se hizo uso de 10 casos de estudios, los cuales a partir de tres variables: DESEMPEÑO, CONFIDENCIALIDAD y ESCALABILIDAD se pudo evaluar el papel y las ventajas que tiene la implementación del Blockchain. Si bien los resultados obtenidos no permiten establecer un resultado sólido, se recalca que los resultados en torno a la ESCALABILIDAD usando el Blockchain son prometedores, principalmente para resolver las problemáticas en torno al manejo de un gran volumen de datos. Lo anterior se debe a

que permite la automatización y documentación dentro de las cadenas de suministro, disminuyendo con ello la probabilidad de error.

Los casos de uso seleccionados permitieron ver y concebir al Blockchain como un elemento clave dentro de la integración logística, permitiendo con ello concluir que la aplicación del mismo en la cadena de abastecimiento tiene mejoras en la gestión de información. Las evidencias muestran que hay un gran número de beneficios, resaltando entre ellos la seguridad y la transparencia. Es importante destacar que en algunos casos de uso existen problemáticas, posiblemente porque el sistema utilizado para el manejo de datos no está acorde con los lineamientos de trabajo del Blockchain

De manera general se puede obtener que, en cuanto a la eficiencia de la operación, la tecnología Blockchain pública ocupa más tiempo por cada transacción impactando negativamente la eficiencia en el despacho de órdenes de pedido. Lo que trae consigo posibles inconvenientes por la interacción que se presenta en la operación. Esto podría mejorar si se gesta una mayor trazabilidad en torno a las variables de DESEMPEÑO y CONFIDENCIALIDAD, principalmente en aquellos descriptores que presentan valores negativos.

Cuando se involucran equipos de automatización como las etiquetas RFID o sistemas Pick to Light, el empleo de Blockchain es mucho más beneficioso con respecto a las Bases de datos relacionales porque deja un registro indeleble y automático del movimiento de mercancías y mejora el desempeño. Lo anterior exhibe la existencia de mejorar la calidad del producto final, cumpliendo con pocas afectaciones dentro del proceso. Cabe destacar la importancia que tienen

los sensores en tiempo real, ya que permiten la implementación del Blockchain desempeñe parámetros dentro de su arquitectura de configuración adecuados a la verificación de información y de los mecanismos que intervienen.

Por otra parte, el emplear un modelo híbrido que funcione con ambas tecnologías es posible y conveniente para las empresas en la Z.O.L. en términos de eficiencia operativa. Los casos analizados con mejor DESEMPEÑO, CONFIDENCIALIDAD-PRIVACIDAD y ESCALABILIDAD en bases de datos relacionales no son incompatibles con el uso de Blockchain en los que resultó más eficiente. Es importante tener que la combinación de estos procesos implica cierta flexibilidad y funcionamiento coordinado, por lo cual es necesario que se mejoren elementos asociados a la competitividad y la productividad. En este sentido, la implementación híbrida puede traer grandes ventajas subsanando los descriptores bajos o de valor medio.

Una dificultad adicional en términos prácticos de la tecnología Blockchain pública para ser usada en la Zona de Operaciones Logísticas en Funza es su imposibilidad de gestionar la impresión de etiquetas y/o grabación de las RFID directamente dado que no cuenta con gestión de controladores para ninguno de los dos periféricos de salida. Esto posiblemente implique la utilización de un mayor control de seguridad y privacidad de la información; que puede no ser tan benéfico si se piensa en el aumento de tiempo y en un cuello de botella. Ahora bien, mientras que Blockchain pública puede mostrar varias desventajas de acuerdo con lo analizado en este documento con respecto a las bases de datos centralizadas, la implementación de Blockchain privada podría contrarrestar las mayores desventajas encontradas: CONFIDENCIALIDAD CORPORATIVA

TIVA y DESEMPEÑO, potencializando la exactitud en la trazabilidad de los procesos dentro de la organización.

Es importante destacar el potencial de Blockchain pública para fortalecer la transparencia en procesos de estado como la certificación de propiedad de bienes inmuebles y vehículos como también en las elecciones populares, eliminando la posibilidad de fraude o transformación ilegal de los registros. En este sentido, se reconoce a Colombia como uno de los innovadores en la región para la implementación y evaluación de dichos mecanismos. Posiblemente existe un sesgo en torno a ello a nivel internacional, ya que hay una resistencia para su implementación y adopción, sin importar los altos estándares en torno a la seguridad y la privacidad que utiliza el Blockchain.

En torno a otro elemento que ha destacado en Colombia, principalmente en el mundo económico, la naturaleza descentralista de Blockchain pública podría disminuir los costos de las transacciones al eliminar el ente que, al confirmar las transacciones, cobra por ello. Un ejemplo de esto son los pagos electrónicos facilitados por Visa o MasterCard, los cuales tienen una tasa de intermediación a los comercios. En las transacciones que no se requiere la confirmación inmediata, Blockchain pública es de gran valor por su simplicidad en el proceso. En el caso de transferencia de propiedad para bienes inmuebles, por ejemplo, habría una velocidad mucho mayor en la transacción con respecto a los procesos centralizados que se hacen hoy en Colombia.

Finalmente, en torno a los resultados de las hipótesis se obtiene que:

- La hipótesis H1: Los aplicativos que funcionan en Blockchain pública tendrán calificaciones mayores en las variables de evaluación de desempeño, confidencialidad, privacidad de la información y escalabilidad para la Zona de Operaciones Logísticas de Funza, no resultó cierta. Se confirmó que en algunos casos el uso de Blockchain es más seguro y de mejor desempeño, pero no como una solución completa.
- La hipótesis H2: La adopción de aplicativos que funcionan en Blockchain pública para la Zona de Operaciones Logísticas de Funza, eliminan la necesidad de usar bases de datos relacionales, no resultó cierta. La evidencia de los análisis muestra que esta tecnología no puede ser usada como una base de datos sino como un libro de registro validado mediante el consenso de diferentes actores.
- La Hipótesis H3: La tecnología Blockchain pública puede ser utilizada en conjunto con la de bases de datos relacionales en la Zona de Operaciones Logísticas de Funza, resultó cierta. Existen casos de uso que pueden verse beneficiados con el uso simultáneo de las dos tecnologías.

11. REFERENCIAS

1. Agrawal, D., Abbadi, A. E., Das, S., & Elmore, A. (2.011). *Database Scalability, Elasticity, and Autonomy in the Cloud*. University of California at Santa Barbara.
2. Ajmal, S., Farooq, M. Z., Sajid, N., & Awan, S. (2.012). *Role of Leadership in Change Management Process*. (A. University, Ed.) Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=97575632&lang=es&site=ehost-live>
3. Awad, S. (2.018) Blockchain, la oportunidad que la logística no puede dejar pasar. Conferencia XIII Congreso de Ingeniería del Transporte (CIT2018). Gijón, España
4. Antiñanco, M. (2.013). *Bases de Datos NoSQL: Escalabilidad y alta disponibilidad a través de patrones de diseño*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Obtenido de
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/36338/Documento_completo.pdf?sequence=5&isAllowed=y
5. Arévalo-Avecillas, D., Nájera-Acuña, S., & Piñero, E. (2.018). *La Influencia de la Implementación de las Tecnologías de Información en la Productividad de Empresas de Servicios*. (C. d. (CIT), Editor) Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2111/10.4067/S0718-07642018000600199>
6. BANO, S., AL-BASSAM, M., & DANEZIS, G. (2.017). *The Road to Scalable Blockchain Designs*. Usenix. Obtenido de
https://www.usenix.org/system/files/login/articles/login_winter17_06_bano.pdf
7. Barrios, P. (2.019). *Universidad Complutense de Madrid*. Recuperado el 20 de febrero de 2.019, de E-Prints Complutense: <https://eprints.ucm.es/56647/>

8. Bas, M. (2.012). *Technology Adoption, Export Status, and Skill Upgrading: Theory and Evidence*. (Wiley-Blackwell, Editor) Obtenido de Base datos Universidad EAN:
<https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2111/10.1111/j.1467-9396.2012.01024.x>
9. BBC News. (2.019). *BBC.COM*. Obtenido de British Broadcasting Corporation:
<https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-46853250>
10. BEŞLIU, D.-C. (2.018). *INSTITUTIONAL MANAGEMENT OF CHANGE. RESISTANCE OF THE EMPLOYEES AGAINST ORGANIZATIONAL TRANSFORMATIONS*. (H. C. Academy, Ed.) Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2111/10.19062/2247-3173.2018.20.46>
11. Blancarte, O. (2.017). *www.oscarblancarteblog.com*. Obtenido de
<https://www.oscarblancarteblog.com/2017/03/07/escalabilidad-horizontal-y-vertical/>
12. Bozic, N., Pujolle, G., & Secci, S. (2.016). *A tutorial on blockchain and applications to secure network control-planes*. doi:10.1109/SCNS.2016.7870552
13. Buitrago, W. (2.019). *Modelo para la gestión de venta de bienes inmuebles en las notarías de Bogotá, basado en tecnología BLOCKCHAIN, orientado a la seguridad de información*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de
<http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/15781>
14. Cáceres, L., & Cáceres, S. (2.017). *LABOR PRODUCTIVITY AND SOCIAL POLICY*. (C. o. Tennessee State University, Editor) Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2111/10.1353/jda.2017.0033>
15. Calvo, B. (2.018). *BLOCKCHAIN APLICADO A SUPPLYCHAIN PROPUESTA DE APLICACIÓN AL SECTOR ALIMENTARIO*. Madrid: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI). Obtenido de <http://hdl.handle.net/11531/23186>

16. Cardona, V. & Orozco, J. (2.019). *Propuesta para la aplicación de blockchain en la logística en Colombia: Caso de estudio de empresa avícola*. Cali: Universidad ICESI
17. Castro, A., González, J., & Callejas, M. (2.012). *Utilidad y funcionamiento de las bases de datos NoSQL*. Universidad Pedagógica y Tecnológica. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940772003.pdf>
18. Chen, S., Zhang , J., Shi, R., & Yan, J. (2.018). *A Comparative Testing on Performance of Blockchain and Relational Database: Foundation for Applying Smart Technology into Current Business Systems*. doi:10.1007/978-3-319-91125-0_2.
19. Chitti, P., Murkin, J., & Chitchyan, R. (2.019). *Data Management: Relational vs Blockchain Databases*. doi:10.1007/978-3-030-20948-3_17
20. Choudhary, S., Nayak, S. K., Malik, A., & Singh, D. (2.018). *Important Issues in Supply Chain Management and Development*. . (I. J. Aspects, Ed.) Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=129311330&lang=es&site=ehost-live>
21. Chowdhury, M., Colman, A., Kabir, M., Han, J., & Sarda, P. (2.018). *Blockchain Versus Database: A Critical Analysis*. Melbourne. doi:10.1109/TrustCom/BigDataSE.2018.00186
22. Cobos, J. J. (2.018). El Mito de la Seguridad del Blockchain. *Revista SIC: ciberseguridad, seguridad de la información y privacidad*, 132-138.
23. Collier, D. (1.992). *Método Comparativo*. Universidad de California. Obtenido de https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/7068/1/RUCP_Collier_1992v.5.pdf

24. Conejero, M., & Porxas, N. (2018). *TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN: FUNCIONAMIENTO, APLICACIONES Y RETOS JURÍDICOS RELACIONADOS*. Obtenido de Bases de datos Universidad EAN:
<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=132050275&lang=es&site=ehost-live>
25. Crosby, M., Nachiappan, P., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). *Blockchain technology: Beyond bitcoin. Applied Innovation*. Obtenido de <https://j2-capital.com/wp-content/uploads/2017/11/AIR-2016-Blockchain.pdf>
26. Dasilva, C., Trkman, P., Desouza, K., & Lindic, J. (2013). *Disruptive technologies: a business model perspective on cloud computing*. (Routledge, Editor) Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2111/10.1080/09537325.2013.843661>
27. De Jong, J., Meyer, A., & Owens, J. (2017). *Using blockchain for transparent beneficial ownership registers*. 28 Int'l Tax Rev. 47 (2017-2018). Obtenido de <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/intaxr28&div=78&id=&page=>
28. Del Corral, O. (2017). *Procesamiento de flujos de eventos en un entorno distribuido y análisis de comportamiento: arquitectura e implementación*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de http://oa.upm.es/47158/1/TFM_OSCAR_FERNANDEZ_MIGUEL_DEL_CORRAL.pdf
29. Echebarria, J. (2010). *La carta de porte emitida electrónicamente*. Pamplona: Aranzadi Thomson-Reuters.

30. Gil, E. (2016). *Big data, privacidad y protección de datos*. Madrid: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.
31. Granados, J., & Zapata, S. (2018). *MODELO DE NEGOCIO PARA UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA REGISTRO DE TRANSACCIONES EN LA COMPRA Y VENTA DE BICICLETAS BASADO EN BLOCKCHAIN*. Bogotá: Universidad Eafit. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10784/13380>
32. Hedman, P. (2018). *Economic advantages of Blockchain technology VS Relational database : An study focusing on economic advantages with Blockchain technology and relational databases (Dissertation)*. Obtenido de <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:bth-17366>
33. Hegadekatti, K. (2016). *Automation Processes and Blockchain Systems*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2890435>
34. Hossain, A., & Moniruzzaman, A. (2013). *NoSQL Database: New Era of Databases for Big data Analytics - Classification, Characteristics and Comparison*. International Journal of Database Theory and Application. Obtenido de <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1307/1307.0191.pdf>
35. Irey, J. (2014). *Alternativas para la escalabilidad de aplicaciones en Plataformas Web de Alta Concurrencia*. Interfases. Obtenido de <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Interfases/article/download/140/92>
36. Kos, A., Umek, A., & Pustišek, M. (2019). *Approaching the Communication Constraints. Sensors (14248220)*. Obtenido de <https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2111/10.3390/s19112647>

37. Krstić, L., & Marija, K. (2.018). *TESTING THE PERFORMANCE OF NoSQL DATABASES VIA THE DATABASE BENCHMARK TOOL*. Obtenido de <https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2111/10.5937/vojtehg66-15928>
38. Levy, H., Eggers, S., & Tullsen, D. (1.995). *Simultaneous multithreading: maximizing on-chip parallelism*. Proceedings of the 22nd annual international symposium on Computer architecture. doi:<https://doi.org/10.1145/223982.224449>
39. Li, Y., Wang, B., & Yang, D. (2.019). *Research on Supply Chain Coordination Based on Block Chain Technology and Customer Random Demand*. (D. D. Society, Ed.) Obtenido de Discrete Dynamics in Nature and Society: <https://www.hindawi.com/journals/ddns/2019/4769870/>
40. Lo, S., Xu, X., Chiam, Y., & Lu, Q. (2.017). *Evaluating Suitability of Applying Blockchain*. International Conference on Engineering of Complex Computer Systems. doi: 10.1109/ICECCS.2017.26
41. Marín, A. (2.016). *Estudio de la utilización de protocolos blockchain en sistemas de votación electrónica*. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona - Enginyeria de Telecomunicació. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2117/98545>
42. Marín, M., Canumán, J., & Laguía, D. (2.000). *Un modelo de predicción de desempeño para bases de datos relacionales paralelas sobre BSP*. VI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/23748/Documento_completo.PDF?sequence=1&isAllowed=y
43. Martín, A., Chávez, S., Rodríguez, N., Valenzuela, A., & Murazzo, M. (2.013). *Bases de Datos NoSql en Cloud Computing*. Red de Universidades con Carreras en Informática

- (RedUNCI). Obtenido de
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27121/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
44. McDonald, M., Liu-Thorrold, L., & Julien, R. (2017). *The Blockchain: A Comparison of Platforms and Their Uses Beyond Bitcoin*. The University of Queensland.
 doi:10.13140/RG.2.2.23274.52164
45. Meeuw, A., Chanson, M., & Bogner, A. (2016). *A Decentralised Sharing App running a Smart Contract on the Ethereum Blockchain*. doi:10.1145/2991561.2998465
46. Monedero, J. J. (1998). *Bases teóricas de la evaluación educativa*. Malaga: Aljibe.
47. Montaña, L., Castillo, L., Garcés, J. (2020). *Beneficios del Blockchain en la auditoría en Colombia*. Obtenido de <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/3469>
48. Monterroso, E. (2000). *El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento*.
 doi:10.13140/RG.2.1.1607.1444
49. Mook, M. N. (2018). *Leading Change*. (A. f. Development, Editor) Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=133295175&lang=es&site=ehost-live>
50. Mora, L. A. (2011). *Gestión Logística en Centros de Distribución, Almacenes y Bodegas*. ECOE Ediciones.
51. Natoli, C., & Gramoli, V. (2016). *The Blockchain Anomaly*. In 2016 IEEE 15th International Symposium on Network Computing and Applications (NCA). Obtenido de
<https://arxiv.org/pdf/1605.05438.pdf>

52. Nelson, R. (2.018). *Leveraging the cloud -- and knowing when not to*. (E. B. Media, Editor)
Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=127270180&lang=es&site=ehost-live>
53. Niño, V. (2.011). *Metodología de la investigación. Diseño y Ejecución*. Bogotá: Ediciones de la U.
54. Olivares, C. (2.017). *Herramienta para cifrar archivos en el sistema operativo Windows*.
Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez. Obtenido de
<http://erecursos.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/4924/herramienta%20para%20cifrar%20archivos%20de%20word.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
55. Olufemi, A. (2.019). *Considerations for the Adoption of Cloud-based Big Data Analytics in Small Business Enterprises*. (A. C. Ltd., Editor) Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=135152998&lang=es&site=ehost-live>
56. Osorio, F. L. (2.008). *Bases de datos relacionales, Teoría y Práctica*. ITM.
57. Papageorgiou, C. (2.002). *Technology Adoption, Human Capital, and Growth Theory*.
(Wiley-Blackwell, Editor) Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=7275854&lang=es&site=ehost-live>
58. Pérez, A. (2.008). *El método comparativo: fundamentos y desarrollos recientes*. Obtenido de
<https://www.pitt.edu/~asp27/USAL/2007.Fundamentos.pdf>

59. Pérez, A. (2.020). *Comparación de rendimiento entre bases de datos Relacionales, NoSQL y Blockchain Comparación de rendimiento entre PostgreSQL, MongoDB y Kaleido*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10630/19413>
60. Pérez, M. (2.020) *Perspectivas del Blockchain empresarial*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
61. Rahulamathavan, Y., C.-W Phan, R., Rajarajan, M., Misra, S., & Kondo, A. (2.017). *Privacy-preserving Blockchain based IoT Ecosystem*. Obtenido de https://repository.lboro.ac.uk/articles/Privacy-preserving_blockchain_based_IoT_ecosystem_using_attribute-based_encryption/9464219/files/17087948.pdf
62. Reina, A., Martín, C., Chen, J., Soler, E., & Diaz, M. (2.018). *On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities*. Department of Languages and Computer Science , University of Málaga. doi:<https://doi.org/10.1016/j.future.2018.05.046>
63. Rubio, F., & Reyes, R. (2.020). *NoSQL contra SQL en la Administración de datos masivos: Un estudio empírico*. KnE Engineering. doi:<https://doi.org/10.18502/keg.v5i1.5917>
64. Ruíz, M., Ramos, I., & Villa, M. (2.004). *Modelos de Evaluación y Mejora de Procesos: Análisis Comparativo*. Malaga: In 5th ADIS Workshop (Apoyo a la Decisión en Ingeniería del Software). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/228925424_Modelos_de_evaluacion_y_mejora_de_procesos_Analisis_comparativo
65. Sáenz, M. (2.017). *Contratos electronicos autoejecutables (smart contract) y pagos con tecnología blockchain*. Valladolid: Revista de estudios europeos.

66. Samaniego, M., & Jamsrandorj, U. (2016). *Blockchain as a Service for IoT*. IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData). doi:DOI 10.1109/iThings-GreenCom-CPSCom-SmartData.2016.102.
67. Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill.
68. San Juan, I. (2019). *TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN Y REGULACIÓN DE LA TRAZABILIDAD: LA DIGITALIZACIÓN DE LA CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIAS*. Universidad Carlos III de Madrid.
69. Scherer, M. (2017). *Performance and Scalability of Blockchain Networks and Smart Contracts (Dissertation)*. Obtenido de <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-136470>
70. Seltzer, M. (2008). *Beyond Relational Databases*. Obtenido de Base de datos Universidad EAN: <https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2111/10.1145/1364782.1364797>
71. Sharma, A., Agrawal, D., Schuhknecht, F., & Dittrich, J. (2019). *Blurring the lines between blockchains and database systems: the case of hyperledger fabric*. doi:10.1145/3299869.3319883
72. Sharma, K., & Sissman, M. (2018). *Building Supply Management with Blockchain*. Obtenido de Base de datos Universidad EAN: <http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=130165279&lang=es&site=ehost-live>

73. Solarte, F., Enriquez, R., & Benavides, M. (2015). *Metodología de análisis y evaluación de riesgos aplicados a la seguridad informática y de información bajo la norma ISO/IEC 27001*. Nariño: Revista Tecnológica ESPOL. Obtenido de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/456>
74. Srivastava, G., Dhar, S., Singh, R., & Dwivedi, A. (2019). *A decentralized privacy-preserving healthcare blockchain for IoT. Sensors*. doi:<https://doi.org/10.3390/s19020326>
75. Sutter, D., & Nair, M. (2018). *The Blockchain and Increasing Cooperative Efficacy*. Obtenido de Base de datos Universidad EAN: <http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=128754856&lang=es&site=ehost-live>
76. Tenbrink, T. D., & Fernández, C. (1981). *Guía Práctica para Profesores*. España: Narcea.
77. Terranum. (2017). ZOL Funza: la nueva zona de operaciones y logística de Colombia. *Revista de Logística*. Recuperado el 9 de Febrero de 2019, de <https://revistadelogistica.com/actualidad/zol-funza-la-nueva-zona-de-operaciones-y-logistica-de-colombia/>
78. Torre, E., & Fernández, O. (2013). *PROCESO DE MEJORA Y OPTIMIZACIÓN DE LA LOGÍSTICA PARA UNA COMPAÑÍA DE DERMOFARMACIA*. Escola Politècnica Superior d'Edificació de Barcelona. doi:<http://hdl.handle.net/2099.1/20876>
79. Vazquez, Y., Betancourt, D., & Dominguez, A. (2018). *OPTIMIZACIÓN DE BASES DE DATOS POSTGRESQL: BUENAS PRÁCTICAS PARA SU REALIZACIÓN*. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas. Obtenido de <http://www.informaticahabana.cu/sites/default/files/ponencias2018/SWL09.pdf>

80. Vijayakumar, K., & Arun, C. (2017). *Analysis and selection of risk assessment frameworks for cloud based enterprise applications*. (S. Publishers, Editor) Obtenido de Base datos Universidad EAN:
<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=123632859&lang=es&site=ehost-live>
81. Villalobos, J. (2014). *CONSIDERACIONES PARA EL USO DE CIFRADO EN LAS BASES DE DATOS*. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de
<https://revista.seguridad.unam.mx/numero22/consideraciones-para-el-uso-de-cifrado-en-las-bases-de-datos>
82. Wang, L., Xu, T., & Zhu, S. (2018). *Supply Chain Decision-Making Based on Warehouse Receipt Pledge and Risk Consideration under Twice Ordering Mode*. (H. Limited, Ed.) Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<https://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2111/10.1155/2018/9310165>
83. Wüst, K., & Gervais, A. (2018). *Do you need a Blockchain?*
 doi:10.1109/CVCBT.2018.00011
84. Young, T., Petutshnigg, A., & Barbu, M. (2017). *INDUSTRY 4.0 – PRAGMATIC ALGORITHMS, INFORMATION QUALITY AND RELATIONAL DATABASES*. Obtenido de Base de datos Universidad EAN:
<http://bdbiblioteca.universidadean.edu.co:2054/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=129325847&lang=es&site=ehost-live>
85. Zapata, C. (2001). *LA AUTOMATIZACION DE ARCHIVOS: Algunas consideraciones para la estructuración de proyectos informáticos en archivos*. Revista Universidad de la Salle. Obtenido de http://eprints.rclis.org/9893/1/La_Automatizaci%C3%B3n_de_Archivos.pdf

86. Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). *An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends*. Changsha: IEEE 6th International Congress on Big Data. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Hong-Ning_Dai/publication/318131748_An_Overview_of_Blockchain_Technology_Architecture_Consensus_and_Future_Trends/links/59d71faa458515db19c915a1/An-Overview-of-Blockchain-Technology-Architecture-Consensus-and-Future-Tr
87. Zozaya, C., Incera J., Franzoni, A. (2.020). *Blockchain: Un Tutorial*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jose_Incera/publication/334471771_Blockchain_un_tutorial/links/5e41f2b6a6fdccd9659a1c3e/Blockchain-un-tutorial.pdf