Análisis de pertinencia: modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público. El caso Corporación Gilberto Echeverri Mejía

Erika Joana Álvarez Zapata

Evénide del Socorro Blandón Vélez

Trabajo de grado

Director:

Ph. D. Juan Esteban Escalante Gómez

Universidad Eafit

Escuela de Administración

Maestría en Administración MBA

Medellín

2023

Dedicatoria

Quiero dedicar estas palabras de gratitud con todo mi corazón a mis hijas por ser mi fuente de inspiración, mi apoyo incondicional y el motor que me ha impulsado a seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes. Hace veinte años cuando empezaba mi vida académica ya estaba en un viaje a la maternidad pero esta nunca fue una barrera para cumplir mis metas porque con su amor, paciencia, comprensión y confianza me enriquecieron como madre y me dieron la fuerza para alcanzar metas cada vez más altas como es mi *Master of Business Administration*.

Hoy quiero que sea un recordatorio para ellas de que, con amor, apoyo y determinación, podemos alcanzar cualquier meta que nos propongamos, porque las barreras solo están en la mente, que se vale soñar y enfrentarnos a nuestro propio límite. Que nunca olviden que siempre estaré aquí para acompañarlas y apoyarlas en sus propios caminos y sueños.

Gracias a mi amiga y compañera de trabajo de grado por estar desde hace varios años en mi vida, a los angelitos que Dios fue colocando en este maravilloso reto académico, a mi asesor de trabajo de grado el doctor Juan Esteban Escalante Gómez por ser una motivación adicional, por no dejarme desistir en el camino. Siempre les estaré agradecida

Con todo mi amor y gratitud.

Erika Joana Álvarez Zapata

Dedico este trabajo de grado especialmente a mi esposo y a mi hija, a ellos les expreso un profundo agradecimiento y un inmenso amor por su apoyo incondicional durante este proceso académico, llevar a cabo la maestría sin su apoyo y motivación permanente hubiese sido muy difícil (ellos me dieron fuerzas para superar todos los desafíos). Dedico también este logro a los miembros de mi familia, los amo y los tengo presentes en todos los aspectos de mi vida, así en lo personal, como en lo académico y lo profesional.

Evénide Blandón Vélez

Contenido

Resumen 7
Abstract 8
Introducción 9
Planteamiento del problema 10
Justificación 11
Objetivos 12
Objetivo general 12
Objetivos específicos 12
Marco de referencia 13
Transformación digital 13
Optimización de procesos 14
Blockchain 15
Metodología 17
Enfoque 17
Alcance 17
Diseño 18
Población 18
Instrumento 19
Presentación de resultados 20
Paso 1. Identificación y mapeo de los riesgos vinculados a los contratos 20
Paso 2. Análisis de la tecnología *blockchain* (para conocer su potencial funcionalidad en los contratos del sector público) 24
Paso 3. Evaluación (mediante un modelo) de las aplicabilidades del *blockchain* para la organización 25
Ejes y perspectivas 25
Eje A. Información 27
Eje B. Tecnología 28
Eje C. Seguridad 29
Análisis de resultados 31

Paso 1. Identificación y mapeo de los riesgos vinculados a los contratos.....31
Paso 2. Análisis de la tecnología *blockchain* (para conocer su potencial funcionalidad en los contratos del sector público) 31
Paso 3. Evaluación (mediante un modelo) de las aplicabilidades del *blockchain* para la organización 32
Conclusiones.....33
Referencias 34

Lista de figuras

Figura 1. 13
Estructura del marco de referencia 13
Figura 2. 17
Componentes del diseño metodológico 17
Figura 3. 26
Dimensiones del modelo de implementación de blockchain 26
Figura 4. 26
Ejes y perspectivas 26
Figura 5. 27
Estructura de cadena de bloques 27

Lista de tablas

Tabla 1. 23
Matriz de riesgos 23

Resumen

Este trabajo de grado analiza la pertinencia del modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público. Para tal propósito se desarrolla una investigación de enfoque cualitativo, alcance descriptivo y diseño no experimental en la que se analiza la idoneidad de esta herramienta en el marco de la contratación estatal a través de tres pasos: i) identificación y mapeo de los riegos vinculados a los contratos, ii) análisis de la tecnología *blockchain* y iii) evaluación mediante un modelo de las aplicabilidades del *blockchain* para la organización. Los resultados revelan que este tipo de entidades se encuentran expuestas a múltiples fenómenos que pueden llegar a afectar su funcionamiento –se destacan aspectos de tipo legal, operacional, tecnológico, financiero, de cumplimiento, de seguridad, políticos, sociales y reputacionales–. Además, se evidencia que el *blockchain* constituye una herramienta que contribuye a mejorar las condiciones de digitalización, seguridad, transparencia y trazabilidad de los datos. Por último, se plantea un modelo de tres ejes (información, tecnología, seguridad) y ocho perspectivas (protocolos, códigos, disponibilidad, infraestructura, acceso a plataformas, conectividad, ciberseguridad, confidencialidad de la información) que permite identificar variables y elementos críticos de cara al uso de la herramienta en el sector público (en un plano de privacidad, confianza, descentralización y rapidez para los distintos grupos de interés).

***Palabras clave*:** transformación digital, optimización de procesos, *blockchain*.

Abstract

This degree work aims to analyze the relevance of the Blockchain implementation model in public sector contracts. For this purpose, a research with a qualitative approach, descriptive scope and non-experimental design is developed, which analyzes, through three (3) steps (1 - identification and mapping of the risks associated with contracts, 2 - analysis of Blockchain technology, 3 - evaluation through a model of the applicabilities of Blockchain for the organization) the suitability of this tool in the framework of state contracting. The results reveal that this type of entities are exposed to multiple phenomena that may affect their operation (legal, operational, technological, financial, compliance, security, political and social, and reputational aspects are highlighted). In addition, it is shown that the Blockchain constitutes a tool that contributes to improve the conditions of digitization, security, transparency and traceability of data. Finally, a three (3) axis model is proposed (information, technology, security and eight (8) perspectives (protocols, codes, availability, infrastructure, access to platforms, connectivity, cybersecurity, confidentiality of information) that allows identifying variables and critical elements for the use of the tool in the public sector (in terms of privacy, trust, decentralization and speed for the different stakeholders).

***Keywords*:** Digital Transformation, Process Optimization, Blockchain.

Introducción

Los procesos de transformación digital se han convertido en determinantes de competitividad y desarrollo para las organizaciones (públicas y privadas), los sectores económicos (manufactura, servicios y comercialización) y los territorios. Además, han contribuido a solucionar problemáticas de seguridad, confianza y acceso a la información por parte de los distintos grupos de interés (Tavera y Arias, 2012).

Sin embargo, y pese a sus beneficios, en el sector público la adopción de nuevas tecnologías (*Big Data*, inteligencia artificial, *blockchain*) ha presentado múltiples dificultades, pues la falta de visión gerencial, la falta de voluntad política e incluso la corrupción, han impedido la implementación oportuna de nuevas plataformas y mecanismos. Esta situación ha derivado en procesos y servicios ineficientes que no propician la interacción del usuario, limitan la modernización del aparato estatal y no garantizan los niveles de trazabilidad y transparencia esperados.

A partir de 2020 y como consecuencia de las restricciones vinculadas al Covid-19 se han acelerado las dinámicas de incorporación de nuevas tecnologías en el espectro gubernamental, pues durante la crisis y a velocidades atípicas del sector público, los Estados han comenzado a utilizar plataformas digitales para llegar a los ciudadanos (Jung y Katz, 2022). Esta labor, marcada por la complejidad, requiere de capacidades dentro de la administración, de reglas de juego claras para su implementación y de bases regulatorias, presupuestarias y políticas que garanticen su sostenibilidad (Serale *et al.* 2019).

En este contexto, el presente trabajo de grado analiza la pertinencia de un modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público, evaluando su potencial impacto en las condiciones de seguridad y custodia de la información. Para tal fin se expone a continuación todo lo referente al planteamiento del problema, la justificación y los objetivos del estudio. De manera posterior se aborda el marco conceptual y el diseño metodológico. Por último, se dan a conocer los resultados y conclusiones derivadas del ejercicio investigativo.

Planteamiento del problema

Colombia viene desarrollando políticas públicas digitales –particularmente desde el 2000– que buscan, a partir de la masificación del acceso a internet y la virtualización de diferentes servicios gubernamentales, acercar el Estado a los ciudadanos. De esta forma, se pretende contribuir a la construcción de un Estado más eficiente, transparente y participativo en el que se presten mejores servicios a las personas y a las organizaciones a través del aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación (Mintic, 2018).

Desafortunadamente, a la fecha aún existen grandes brechas en términos de incorporación de estas tecnologías a las empresas del sector público, debido, entre otros factores, a la falta de visión gerencial, a las voluntades políticas y la corrupción. Lo anterior evidencia la importancia de planes de mejoramiento en los procesos más sensibles que logren optimizar las condiciones de seguridad, integridad, inviolabilidad e inmutabilidad de la información. En este contexto, y con el propósito de incrementar los niveles de eficiencia, transparencia y confianza en el aparato estatal se plantea este trabajo de grado, iniciativa en la que se pretende analizar la pertinencia de un modelo de implementación de *blockchain* en el marco de la contratación gubernamental.

Justificación

Los presupuestos de inversión tecnológica en el sector público suelen ser bajos pues los gobiernos priorizan, debido a su impacto, el desarrollo de proyectos de inversión social e infraestructura. Esta tendencia en la destinación de recursos ha limitado el potencial de las plataformas digitales a nivel público, lo que ha derivado en un modelo de servicios ineficiente, complejo y poco interactivo en las instituciones que conforman el aparato estatal.

Debe reconocerse que muchas de las tecnologías emergentes (y disruptivas) resultan onerosas y de poca visibilidad de cara al ciudadano. Sin embargo, su implementación contribuye significativamente al mejoramiento de las condiciones de seguridad, trazabilidad y transparencia de los flujos de información.

El *blockchain* permite que las personas se empoderen y realicen seguimiento a las obras (pequeñas y grandes) que efectúan los gobiernos municipales, departamentales y central. Por esta razón, se plantea el presente trabajo de grado, iniciativa orientada a mejorar los niveles de seguridad en términos de custodia de los datos y elementos transaccionales, a partir del análisis de pertinencia de un modelo de implementación de esta tecnología en los contratos del sector público.

Objetivos

Objetivo general

Analizar la pertinencia del modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público.

Objetivos específicos

Identificar y mapear los riesgos vinculados a los contratos que se llevan a cabo en el sector público.

Realizar una exploración a profundidad de la tecnología *blockchain* para conocer su potencial funcionalidad en los contratos del sector público.

Evaluar, a partir de una herramienta, las aplicabilidades del *blockchain*, sus oportunidades y retos.

Marco de referencia

Este capítulo presenta una revisión sistemática de la literatura alrededor de la transformación digital, con el propósito de explorar diferentes términos y variables relevantes para el estudio. Los conceptos y análisis fueron desplegados de manera secuencial, a partir de la estructura que se presenta en la **figura 1**.

Figura 1.
Estructura del marco de referencia

Transformación digital

La transformación digital hace referencia a la aplicación de tecnologías *online* en distintos sectores económicos (Arango Serna *et al*., 2018; Briones, 2017). Se trata de un campo (fuente actual de ventaja competitiva y diferenciación) que ha reconfigurado las dinámicas de interacción de los mercados y las organizaciones a partir de la penetración del internet y la evolución en los dispositivos móviles (Ávila-Guerrero *et al.*, 2023; Cuesta *et al*., 2015; Serra, 2020).

La transformación digital no es exclusiva de algunas industrias, pues la adaptación de las empresas constituye un aspecto crítico para la permanencia (en escenarios de innovación y crecimiento acelerados) (Slotnisky, 2016). Lo anterior implica el desarrollo de nuevas capacidades de aprendizaje, ejecución y conocimiento en un marco de flexibilidad que exige, además de la transformación de procesos, un nuevo paradigma de integración y alineación entre personas y tecnología (como medio) que potencialice la generación de valor (Briones, 2017; Castillo *et al.*, 2017; Infanta, 2019)

La transformación digital pone de manifiesto grandes desafíos en términos de transformación cultural. En este sentido, las organizaciones deben lograr que su cultura corporativa facilite la adopción de nuevas herramientas digitales, puesto que la transformación digital requiere

de un profundo cambio actitudinal (Arango *et al*., 2018; Serra 2020; Slotnisky, 2016). El Covid-19 se convirtió en un punto crítico en este asunto, pues ante una realidad desconocida, intempestiva y adversa, empresas e instituciones se vieron en la obligación de modificar a profundidad sus modelos de negocio (se implementó masivamente el teletrabajo, se digitalizaron los espacios de enseñanza y se produjo un auge del comercio electrónico) de cara a incrementar sus probabilidades de permanencia en el largo plazo (Trujillo Valdiviezo *et al*., 2022).

La transformación digital está presente también en la administración pública, puesto que el sector oficial no está exento del impacto de esta revolución. En un universo operativo de sistemas heredados y obsoletos, el surgimiento y penetración de la informática, la automatización, los dispositivos y las nuevas tecnologías emerge como agente de cambio, desempeño y competitividad a nivel social, económico y medioambiental (Huamán Coronel y Medina Sotelo, 2022; Salvador Hernández *et al*., 2020). Desde esta lógica, la transformación digital del Estado representa entonces una oportunidad de generar mayor inclusión social, acceso, transparencia, calidad y cobertura de los servicios públicos. Además, abre las puertas al emprendimiento, a la creación de negocios y al crecimiento productivo (Aliaga, 2022).

Optimización de procesos

La optimización apunta al análisis detallado de las actividades que integran un proceso, con el objeto de mejorar el rendimiento, condiciones, medios y rutas de utilización de los recursos disponibles (Tovar y Mota, 2007). En específico, se pretende la adaptación de procedimientos, métodos, y técnicas de cara a la solución de falencias, deficiencias o inconvenientes presentes en el espectro organizacional (Sánchez-Serna y Giraldo-Ávila, 2008).

La optimización de procesos consolida su posición como determinante de performance en un universo de creciente exigencia competitiva y, desde este marco de rendimiento, las organizaciones hacen uso de múltiples herramientas digitales (Toctov, 2011; Visbal, 2016). La inversión en tecnología contribuye a incrementar el desempeño de los distintos flujos y actividades. Además, supone una fuente fundamental para efectos de penetración de mercado (Arteaga Cisneros *et al.,* 2018).

La transformación emerge como factor de mejoramiento empresarial, pues implica la adopción de nuevas estrategias de disposición y uso de recursos (Bernal-Jiménez y Rodríguez-

Ibarra, 2019). Sin embargo, y pese a su significancia en términos de permanencia, muchas organizaciones no logran modificar sus dinámicas de operación tecnológica (debido fundamentalmente al temor y al desconocimiento), situación que deriva en problemáticas de competitividad, respuesta, calidad y aceptación (Arias-Gonzáles, 2021; Castellanos *et al*., 2016).

A nivel público, la introducción de las tecnologías de la información (aunque más lenta y reducida que en el sector privado) ha contribuido a mejorar los niveles de eficiencia y servicio en los distintos órganos (Arias-Gonzáles, 2021). Lo anterior, ha impactado a su vez (y favorablemente) las condiciones de atención al ciudadano (gracias a principios de eficiencia, eficacia y transparencia en el actuar de la gestión pública) (Infante, 2019). Por otra parte, ha evidenciado la importancia de las tecnologías digitales en el plano de la optimización, los modelos organizacionales y su sostenibilidad en el largo plazo (Castro y Cabrera, 2022).

Blockchain

El *blockchain* o cadena de bloques es una plataforma de datos distribuidos que se replican y comparten entre los miembros de una red (Valencia-Ramírez, 2020). Esta tecnología, que surge como solución a la concentración de poder presentada en los modelos centralizados, favorece la participación de los distintos agentes que integran una red (Cuello, 2020).

Para efectos de funcionamiento, el *blockchain* ordena las transacciones en grupos (denominados bloques), permitiendo que cada uno conserve un enlace con el bloque anterior a través de un *hash* criptográfico (de forma cronológica y lineal) (Morales-Cardoso *et al*., 2020). De esta forma, cada bloque incluye un identificador único y críptico, que impide que la información almacenada (en cada bloque) pueda modificarse sin que se generen cambios en los contenidos de las unidades posteriores (Chiquillo, 2021). Así, y gracias a la existencia de una cadena de bloques integrada, se disminuye la probabilidad de manipulación o intervención en los registros (Shekhar, 2018)

El *blockchain*, tecnología integrada por tres elementos clave (base de datos de registro transaccional, bloque de transacciones, algoritmo de encriptación), contempla un rango amplio y creciente en sus áreas de aplicación (Preisegger *et al*., 2019, Morales-Cardoso *et al*., 2020). Dentro de este espectro, los *Smart Contracts* o contratos inteligentes se posicionan como un mecanismo naciente, toda vez que, a partir de este conjunto de programas informáticos, se logra asegurar que

las transacciones efectuadas cumplan con los acuerdos legales subyacentes (Rennock *et al.*, 2018; Serale *et al.*, 2019). Los *Smart Contracts* facilitan la automatización de leyes y estatutos, lo que mejora los niveles de eficiencia y transparencia en los servicios gubernamentales (Treleaven *et al.*, 2017). Además, su ejecución se realiza a través de un código computacional que simplifica el proceso de contratación, reduce su ambigüedad y el grado de injerencia humana (Padilla, 2020)

Son múltiples las plataformas de implementación de *blockchain* y dentro de este universo de opciones se reconoce la existencia de alternativas públicas, privadas e hibridas (Morales-Cardoso *et al*., 2020; Varón y Carvajalino, 2021). Los *blockchain* públicos no requieren permiso de acceso, por lo que cualquier persona puede asentar un nodo y automáticamente integrarse a la cadena, registrar información y descargar las aplicaciones requeridas para crear un punto que participe en el consenso de la red. Los *blockchain* privados, por su parte, contemplan una cadena centralizada que requiere estricta autorización para efectos de ingreso e intervención (por ellos se emplean para ejecutar procedimientos administrativos y realizar auditorías). Las redes federadas o híbridas, entre tanto, permiten que un número determinado de organizaciones o entidades se encarguen conjuntamente de la administración de la red y del mantenimiento sincronizado de copias del registro y no son abiertas a la participación del público en general (Preisegger *et al*., 2019).

Metodología

En esta sección se presentan todos los elementos asociados al método. Para tal fin se hace referencia al enfoque elegido, al alcance definido, al diseño seleccionado, a la población objetivo de estudio y al instrumento utilizado (**figura 2**).

Figura 1.
Componentes del diseño metodológico

Enfoque

Este proyecto de grado se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, toda vez que se busca analizar la pertinencia de un modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público (evaluar su potencial impacto en las condiciones de seguridad y custodia de la información).

Los trabajos de naturaleza cualitativa se centran en la exploración, descripción e interpretación de los fenómenos de estudio teniendo en cuenta su dinámica y propiedades (Hernández *et al.*, 2014). Para tal fin, y de cara a la formulación de distintas aproximaciones teóricas (concebidas en función de los términos y significados otorgados por los sujetos), se emplean técnicas de carácter flexible, adaptable e iterativo (Denzin y Lincoln, 2012).

Alcance

Este trabajo de grado presenta un alcance descriptivo, dado que propone el análisis de pertinencia de un modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público (considerando su potencial impacto en las condiciones de seguridad y custodia de la información).

Los estudios de alcance descriptivo se orientan a la comprensión de los rasgos o características de un fenómeno, objeto o población (Hernández *et al*., 2014). Bajo esta lógica

permiten conocer a profundidad aspectos referentes a sus partes, categorías, circunstancias y relaciones, y contribuyen a la formulación de futuras hipótesis, derivadas de la descripción y comprensión de los procesos y variables que subyacen a un objeto de estudio específico (Bernal, 2010).

Diseño

Para dar cumplimiento al objetivo definido (analizar la pertinencia de un modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público, evaluando su potencial impacto en las condiciones de seguridad y custodia de la información) este proyecto de grado contempla un diseño no experimental.

Los diseños no experimentales estudian las situaciones y fenómenos de interés sin incurrir en la manipulación intencional de sus condiciones normales de ocurrencia –por lo que la observación y la recopilación de datos se lleva a cabo dentro del contexto natural de un grupo o población– (Mousalli, 2015). Lo anterior otorga a estos estudios una notable validez externa, toda vez que no hacen uso de grupos de control, variación o influencia (Arias y Covinos, 2021).

Población

La población se define como el conjunto de todos los casos (personas, animales, grupos, comunidades, objetos, organismos, entre otros) que coinciden con una serie de especificaciones (Gamboa, 2018). La muestra, por su parte, constituye un subgrupo representativo extraído del universo (población), sobre el que se pueden realizar inferencias o generalizaciones con un margen de error conocido (López y Fachelli, 2015).

Para el caso específico del presente trabajo de grado se considerará como población el universo de entidades públicas que operan en territorio antioqueño. En complemento, y teniendo en cuenta el propósito del estudio y las facilidades de acceso a información (conveniencia), se empleará como muestra la Corporación Gilberto Echeverri Mejía.

Instrumento

En el plano investigativo los instrumentos hacen referencia a aquellos medios a través de los cuales se recopilan datos (entrevistas, cuestionarios, escalas, pruebas, observaciones, entre otros) relacionados con el objeto de estudio (Useche *et al*., 2019). Se trata de un conjunto de recursos (primarios y secundarios) que permiten el registro y almacenamiento de la información (Bernal, 2010).

Considerando el objetivo del presente trabajo de grado (analizar la pertinencia de un modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público, evaluando su potencial impacto en las condiciones de seguridad y custodia de la información) se emplearán fuentes de información primarias (contratos). Adicionalmente, y de cara al logro del objetivo definido, se consultarán fuentes secundarias (bases de datos, artículos científicos).

Presentación de resultados

Para dar cumplimiento al objetivo definido (analizar la pertinencia del modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público, en especial en la Corporación Gilberto Echeverri Mejía) se presentan a continuación los resultados obtenidos.

Paso 1. Identificación y mapeo de los riesgos vinculados a los contratos

La Ley 80 de 1993 (sobre los riesgos contractuales) hace referencia a la posibilidad de afrontar pérdidas que, ante el incumplimiento de los términos esenciales del contrato, enfrentan las partes. Bajo este marco (Decreto 1082 de 2015), se contempla como riesgo todo acto que puede ocasionar eventos adversos en el logro de los objetivos del proceso de contratación o ejecución y en el que existe una impresión de incertidumbre que hace imposible predecir el resultado de un escenario o un acto. De acuerdo con el trabajo de campo realizado en la Corporación Gilberto Echeverri Mejía, se han identificado los siguientes riesgos:

- **Riesgo 1. Operacionales**

Están asociados a la operatividad del contrato, derivan de procesos, procedimientos, fallas en los sistemas o en los modelos. Se trata de riesgos que pueden generarse por prácticas inadecuadas ocasionados por acciones negativas en la contratación y que afectan la ejecución. También se relacionan con pérdidas por dolos o por falta de capacitación de las personas encargadas de los sistemas y de los procedimientos técnicos.

La gestión de riesgos operativos no es una tarea nueva dentro de la Corporación Gilberto Echeverri Mejía pues dispone de controles internos que buscan garantizar unos principios de acción (integridad) y reducir los errores en la ejecución. En específico, la organización utiliza herramientas propias de la función de auditoría (identificación, evaluación, control y mitigación de riesgos) que contemplan la revisión de sistemas y procedimientos administrativos (con el ánimo de revaluar e introducir correctivos necesarios).

- **Riesgo 2. Tecnológicos**

Estos riesgos, vinculados a los sistemas de comunicación y de datos, a la obsolescencia de equipos de tecnología, a eventuales fallos en las telecomunicaciones, a la suspensión de servicios públicos, a la llegada de nuevos desarrollos tecnológicos; deben tenerse en cuenta para la ejecución de los contratos administrativos y de servicios prestados a la corporación.

A nivel externo, se consideran en este caso los riesgos naturales (eventuales fallos por sismos, tormentas, incendios), humanos (sabotaje, fraude, robos) y materiales (descompostura de equipos y fallos por energía eléctrica) mientras que a nivel interno se monitorean aspectos relacionados con el fraude, el sabotaje y la destrucción de datos (voluntaria e involuntaria).

- **Riesgo 3. Legales**

Este tipo de riesgo se presenta por contratos impracticables (total o parcialmente) o por procedimientos legales que interrumpan o afecten adversamente las condiciones presentadas en el contrato. Se puede referir a la pérdida que se sufre en caso de que exista incumplimiento de la alguna de las partes, y no se pueda exigir el pago por la vía jurídica, por errores u omisiones en la documentación.

En el marco de la Corporación Gilberto Echeverri Mejía se analiza y evalúa la probabilidad de ocurrencia de eventos que afecten la situación jurídica o contractual (ausencia de documentación, errores en los contratos, cancelación de contratos). Este tipo de situaciones se derivan principalmente del incumplimiento o desacato de leyes y obligaciones contractuales o de cambios significativos en el plano regulatorio (expedición de normas posteriores a la celebración del contrato que puedan afectar las condiciones económicas y técnicas inicialmente pactadas)

- **Riesgo 4. Financieros**

Este tipo de riesgos se asocia a potenciales variaciones (tasas de interés, de cambio, devaluación real y otras variables del mercado) frente a las estimaciones económicas iniciales del contratista (y que pueden afectar las utilidades esperadas o incluso generar pérdidas). Ante esta situación, y con el ánimo de identificar posibles fluctuaciones financieras que puedan afectar la

rentabilidad de las partes, la entidad opta por el uso de fundamentos estadísticos de cara a la estructuración de sus propuestas económicas.

- **Riesgo 5. Por incumplimiento de los contratos**

En estos casos puede existir la obligación de indemnizar (lo que implica el cálculo del daño emergente y la perdida de ganancia). Por esta razón, y desde el plano de la voluntad, las partes deben incluir cláusulas claras de responsabilidad en las que determinen sus alcances y la forma de cumplirlas (de manera que se cumplan los términos y condiciones acordadas).

Riesgo 6. Seguridad de la información

Este riesgo puede expresarse como un efecto de la incertidumbre sobre la protección de la información; de su divulgación, transferencia, modificación o destrucción no autorizada de forma voluntaria o accidental. Por este motivo deben garantizarse la seguridad y privacidad de los datos confidenciales en los contratos, de forma tal que solo las partes autorizadas tengan acceso.

Riesgo 7. Políticos y sociales

Estos riesgos son externos, y pueden derivarse de los cambios en las políticas gubernamentales y de las condiciones sociales que tengan impacto en la ejecución del contrato, por ejemplo, condiciones de inestabilidad política, presiones gubernamentales, disturbios, actos terroristas, huelgas, paros, y demás eventos de esta naturaleza que impidan alcanzar el objeto contractual.

Riesgo 8. Estratégicos

Este tipo de riesgos hacen alusión a la probabilidad de ocurrencia de eventos que afecten la misión y los objetivos estratégicos de la entidad (su razón de ser, su norte y su ADN). Se trata de situaciones que pueden derivar, ante cambios generados por fenómenos de alto impacto (como la transformación digital), en interrupciones de los planes, servicios y actividades de la firma.

Riesgo 9. Reputacionales

Riesgos vinculados a la pérdida que podría resultar en caso que no se concreten las oportunidades de negocio previstas (lo que puede ocasionar desprestigio a la entidad por errores o fraudes en la ejecución de un contrato). Este tipo de riesgo es considerado como una consecuencia de la materialización de un evento de riesgo operacional y no como una causa de este.

Para enfrentar este tipo de riesgos, la Corporación Gilberto Echeverri Mejía contempla un conjunto de prácticas de gobierno corporativo orientadas –según un propósito claro y un espectro de valores organizacionales– a mantener una imagen favorable de la entidad y todo lo que esta representa. Además, la organización hace parte del Conglomerado Público de la Gobernación de Antioquia, que dispone de unos protocolos de comunicación y gestión que permiten potenciar, de manera coordinada, capacidades y actuaciones ante este tipo de eventos.

A continuación, se presenta una matriz de riesgo en la que se analizan, a la luz de su impacto y probabilidad de ocurrencia, algunos de los elementos abordados en la categorización realizada (**tabla 1**).

Tabla 1.
Matriz de riesgos

Riesgos		Operacionales	Tecnológicos	Legales	Financieros	Por incumplimiento de contratos	Seguridad de la información	Políticos y sociales	Estratégicos	Reputacionales	Impacto				
											Insignificante	Menor	Moderado	Mayor	Severo
Probabilidad											1	2	3	4	5
Raro (puede ocurrir excepcionalmente)	1			5	5	5	5	3		5					
Improbabilidad (puede ocurrir ocasionalmente)	2	5	5						6						
Posible (puede ocurrir en cualquier momento futuro)	3														

Probable (probablemente va a ocurrir)	4														
Casi cierto (ocurre en la mayoría de las circunstancias)	5														

Nota. La tabla indica la probabilidad ocurrencia e impacto de los riesgos asociados a los contratos de la Corporación Gilberto Echeverri Mejía.

Paso 2. Análisis de la tecnología *blockchain* (para conocer su potencial funcionalidad en los contratos del sector público)

Además de sus múltiples aplicaciones en el ámbito de las finanzas, el *blockchain* ha demostrado su utilidad en aspectos relacionados con la trazabilidad, registro y gestión documental. Bajo este panorama, y con el ánimo de garantizar la transparencia e integridad en la información y de evitar actos de corrupción, la administración pública ha empezado a incorporar esta tecnología. A continuación –soportado en la revisión de la literatura– se procede con el análisis de pertinencia de la tecnología *blockchain* en el caso de la Corporación Gilberto Echeverri Mejía.

La introducción del *blockchain* en la funcionalidad de los contratos administrativos y de servicios prestados en la entidad implica un cambio notable en la dinámica de gestión de los procesos. Sin embargo, se reconocen los beneficios en múltiples niveles (transparencia en las contrataciones, convenios, y costos de los servicios, transparencia económico-financiera, transparencia activa e información sobre la corporación, derecho de acceso a la información) de este modelo activo e inteligente.

El *blockchain* cambia la manera de trabajar pues gracias a esta herramienta puede compartirse y gestionarse el valor de activos o bienes digitales sin la necesidad de depender de una entidad central de confianza. De esta forma, la información de los procesos de contratación llevados a cabo entre la corporación y otras entidades e instituciones puede ser distribuida entre los diferentes participantes involucrados, pero a su vez, protegida y organizada en grandes bases de datos, es decir, que los procesos que se realizan dentro del *blockchain* pueden ser vistos por todos los participantes de la red, validando así la información.

En síntesis, el *blockchain* ofrece un conjunto de atributos que deben considerarse a la luz de su pertinencia (tanto a nivel general como en el plano específico de la Corporación Gilberto Echeverri Mejía).

- **Incorruptible**: dado que esta tecnología tiene diversos mecanismos de verificación de datos, la alteración de la información contenida en los *blockchain* es prácticamente imposible.
- **Libre de errores**: debido a que la información tiene que ser acordada por todos (una red de personas que comprueban los datos permanentemente), los resultados son siempre verificado y correctos.
- **Descentralización**: este proceso permite dividir las funciones de un sistema entre numerosas unidades independientes.
- **Proceso más rápido**: el *blockchain* no necesita intermediarios, lo que permite un flujo mucho más rápido y eficiente, aunque supeditado al ritmo de la red de usuarios pues cada uno de ellos tiene que confirmar la información dentro de un bloque.
- **Seguridad**: si alguno de los participantes pierde las claves para acceder a su cuenta de usuario, no puede solicitar un nuevo acceso (tampoco puede darse suplantación).

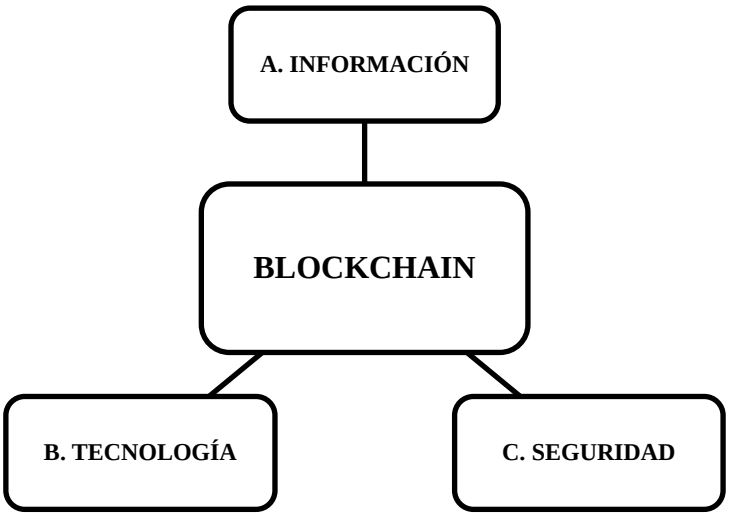
Paso 3. Evaluación (mediante un modelo) de las aplicabilidades del *blockchain* para la organización

Teniendo en cuenta el creciente interés de las organizaciones gubernamentales por el uso del *blockchain*, se procede con el desarrollo de un modelo de aplicación para la entidad. Esta propuesta contempla una estructura mononuclear y de tres ejes (información, tecnología y seguridad) en las que se exploran un conjunto de dimensiones constitutivas.

Ejes y perspectivas

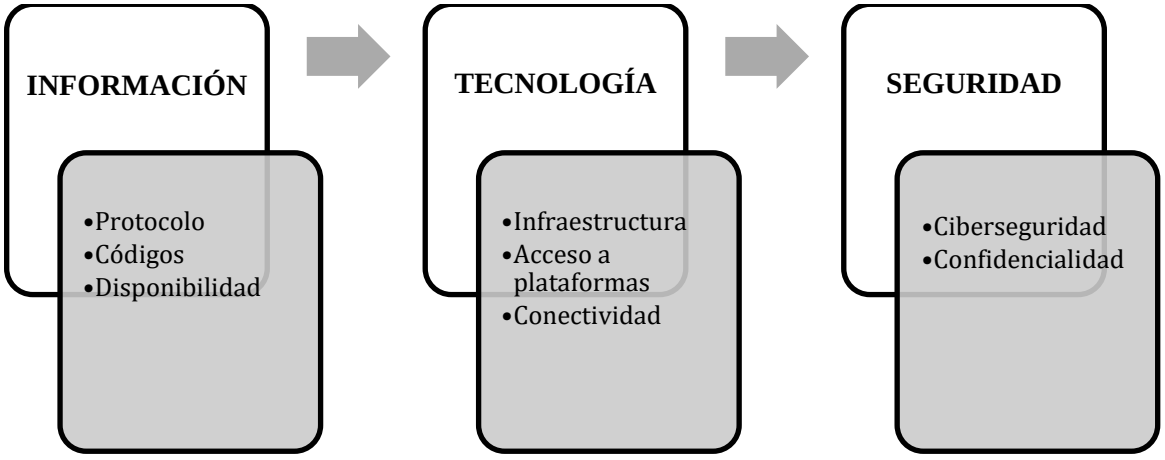
Los resultados se presentan a partir de un modelo estructurado en torno a tres ejes: i) información, ii) tecnología y iii) seguridad (**figura 3**).

Figura 2.
Dimensiones del modelo de implementación de blockchain



Cada uno de los ejes incorpora a su vez un conjunto de dimensiones en las que se abordan distintos aspectos críticos asociados al modelo (**figura 4**).

Figura 4.
Ejes y perspectivas



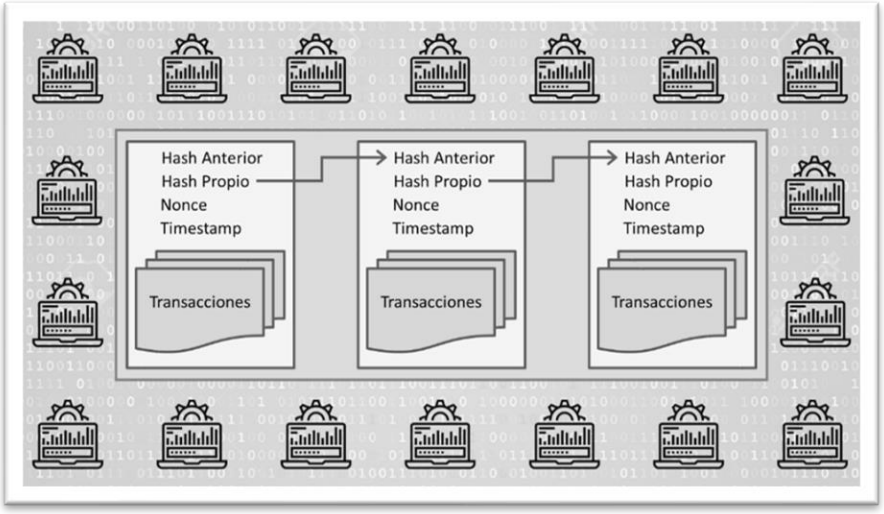
Eje A. Información

El *blockchain* ofrece un modelo sin intermediarios transaccionales entre los participantes. Lo anterior permite que todas las partes puedan acceder, almacenar y compartir la información existente y, por lo tanto, tengan la capacidad de legitimar las actividades comerciales (mientras que en simultáneo se verifica y registra el historial de cada una de ellas). Bajo esta lógica, los datos deben presentar un conjunto de principios, los cuales se exploran a continuación.

- **Perspectiva 1. Protocolo**

En el funcionamiento de la cadena de bloques, las transacciones se organizan en grupos conectados –cada uno vinculado a la unidad anterior de manera cronológica– (**figura 5**). De esta forma, cada unidad es agregada mediante un protocolo de consenso, el cual consiste en seleccionar un nodo de entre los colaboradores para iniciar el siguiente bloque de la cadena (Morales-Cardoso *et al.*, 2020). Este protocolo establece una serie de reglas en forma de computación distribuida que garantiza la integridad de la información intercambiada entre los miles y millones de ordenadores sin pasar por terceros (Tapscott y Tapscott, 2017).

Figura 5.
Estructura de cadena de bloques



Nota. Tomada de Morales-Cardoso *et al.* (2020).

- **Perspectiva 2. Códigos**

Debe existir la posibilidad de que cualquier participante pueda consultar la información dentro de la red, por lo que deben crearse mecanismos de consulta a través de un identificador único –nombres o códigos– que permitan visualizar los nodos que intervinieron (Morales-Cardoso *et al*., 2020).

La dinámica de funcionamiento es la siguiente: cada bloque de la cadena contiene el *Hash* de su bloque anterior, es decir, su número de serie (así están encadenados), una lista de transacciones y una prueba de trabajo X (que es como una incógnita que hace que la información sea segura y anónima). Para adicionar un bloque todos los nodos de la red deben tener una copia exacta de la cadena de bloques, la clave está en la X y en unos nodos especiales llamados mineros. La X se relaciona con los *Hash* de cada bloque (es el número de serie); función matemática convertida en algoritmo que recibe un fichero de texto (letras, números) y que permite la asignación de un número dependiente del texto (Arroyo *et al*., 2019; Dolader-Retamal *et al*. 2017).

- **Perspectiva 3. Disponibilidad**

El modelo requiere la concreción del tipo de agentes de escritura que van a tener capacidad de insertar información en el sistema (a todos los efectos interpretados por los usuarios como terceras partes confiables), así como la disponibilidad que debe tener el mecanismo de consolidación de información (Arroyo *et al*., 2019).

Eje B. Tecnología

Los sistemas de información existentes en el ámbito público se caracterizan por su laxitud en términos aprobatorios, lo que impide asegurar la transparencia, el monitoreo y la trazabilidad de los procesos, las capacidades y los contratos (Cuello, 2020). Por esta razón, y para efectos de dar cumplimiento y un uso adecuado al *blockchain* se contemplan un conjunto de principios asociados a la tecnología.

- **Perspectiva 1. Infraestructura**

Una infraestructura de TI flexible, confiable y segura aporta al cumplimiento de los objetivos empresariales (y a la capitalización de una ventaja competitiva). Por el contrario, una infraestructura deficitaria deriva en problemáticas de conectividad, productividad y seguridad para las organizaciones –como interrupciones y vulneraciones del sistema–. Bajo esta lógica, deben considerarse los requerimientos existentes tanto en lo relativo al *hardware* (sistema operativo que administra el *software* y los recursos el sistema) como en lo atinente al *software* (conjunto de programas o aplicaciones, instrucciones y reglas informáticas) (International Business Machines Corporation [IBM], 2022).

- **Perspectiva 2. Acceso a plataformas**

Existen múltiples alternativas de *blockchain* permisionadas (por ejemplo, Alastria, plataforma público-privada) (Lecuit, 2019). Ethereum, por ejemplo, es una plataforma que ofrece todo lo necesario para facilitar la construcción de aplicaciones en este campo, inclusive *Smart Contracts*). Hyperledgere, por su parte, constituye una opción de código abierto orientada al mundo empresarial y las redes privadas (incluye todo lo necesario para realizar *Smart Contracts*) (Ortiz, 2019).

- **Perspectiva 3. Conectividad**

La conectividad consiste en tener acceso a plataformas y aplicaciones para optimizar el tiempo de ejecución de las distintas operaciones en un marco de conexión segura a internet. En el universo *blockchain* la conexión se utiliza para proporcionar una solución o respuesta adecuada, lo que se deriva de los muchos nodos responsables de verificar la información fragmentada y su algoritmo digital criptográfico (Rosales *et al*., 2023).

Eje C. Seguridad

El *blockchain* contempla mecanismos criptográficos de seguridad para acceder, firmar y cifrar las transacciones, los bloques y su encadenado. Bajo este marco, las claves privadas pueden estar vinculadas a la identidad de los usuarios o a elementos intermedios. Además, la adición de

un nuevo bloque a la cadena requiere previamente de un proceso de verificación y validación por consenso (Lecuit, 2019).

En el plano de los contratos (*blockchain* Ethereum) se asegura un entendimiento común de la transacción entre las partes, en particular sobre las obligaciones contraídas, lo que ofrece una visibilidad probatoria limitada a los interesados (es decir, que las partes ajenas al contrato no tienen acceso). A continuación, se abordan distintas perspectivas asociadas al tercer eje del modelo.

- **Perspectiva 1. Ciberseguridad**

Una cadena de bloques es un compendio de registros protegidos criptográficamente. Los bloques están vinculados entre sí y contienen información, datos de transacciones y sellos de tiempo de otros bloques. Dado que el sistema es distribuido, aumenta la transparencia al garantizar la trazabilidad de las transacciones protegiendo la información de cualquier tipo de fraude o manipulación arbitraria. Desde un punto de vista técnico, la descentralización es un medio para conseguir determinadas propiedades de seguridad, como protección ante censura o ataques de denegación de servicio (Arroyo *et al*., 2019).

Dado que cada bloque está matemáticamente vinculado al siguiente, una vez que se añade uno nuevo a la cadena, este se vuelve indestructible. Si un bloque se modifica, su relación con la cadena se rompe, por lo que toda la información registrada en los bloques resulta inalterable. Debido a su naturaleza distribuida, las cadenas de bloques no presentan un punto único de falla, ofreciendo mayores niveles de seguridad que otras estructuras transaccionales de bases de datos centralizadas (Pastorino, 2022).

- **Perspectiva 2. Confidencialidad**

El *blockchain* requiere de tres características de cara a la protección de la información digital: i) confidencialidad (lo que significa que la información no va a salir del grupo que estrictamente está obligado a conocerla y por lo que se hace uso de la encriptación); ii) integridad (la información debe estar completa y sin modificación, manipulación o alteración) y iii) reconocimiento (trazabilidad y origen de la información, su contenido y propiedad) (García *et al*., 2022).

Análisis de resultados

A partir de los resultados presentados (ver sección anterior) y teniendo en cuenta el objetivo central de este trabajo (análisis de pertinencia del modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público) se procede con el análisis de los tres pasos explorados.

Paso 1. Identificación y mapeo de los riesgos vinculados a los contratos

La sección previa revela la existencia de múltiples riesgos para la entidad. En específico se identificaron riesgos: i) operacionales (asociados al funcionamiento), ii) tecnológicos (vinculados a la capacidad tecnológica), iii) legales (que pueden afectar la situación contractual), iv) financieros (relacionados con el manejo de los recursos de la organización, v) de capacidad (para cumplir con los requisitos legales y contractuales), vi) estratégicos (referentes a la forma en que se administra la entidad), vii) reputacionales (de imagen de la organización), viii) político-sociales (derivados de las condiciones del entorno), y ix) de seguridad de la información (que pueden afectar la confidencialidad y disponibilidad de la misma). Lo anterior evidencia una significativa exposición de la corporación frente a distintos eventos que pueden alterar su funcionamiento (incluso su permanencia), por lo que resulta fundamental (y necesario) que se dé forma a un plan de preparación, gestión y mitigación efectivo.

Paso 2. Análisis de la tecnología *blockchain* (para conocer su potencial funcionalidad en los contratos del sector público)

El *blockchain* ha creado nuevas formas de ejecución automática de obligaciones contractuales. Bajo este marco –y reconociendo los beneficios asociados a esta herramienta en términos de trazabilidad (seguimiento y rastreo), eficiencia (optimización de procesos), rapidez (automatización de las transacciones), seguridad (visualización y transferencia de datos) y transparencia (dado que todos los participantes de la red pueden tener acceso autorizado)– se recomienda su implementación en la entidad, pues a través de esta tecnología se logra, además de impedir posibles eventos que alteren el buen funcionamiento de los procesos, mejorar notablemente la dinámica de celebración de contratos.

Paso 3. Evaluación (mediante un modelo) de las aplicabilidades del *blockchain* para la organización

Considerando las ventajas de la tecnología *blockchain*, se ha formulado un modelo que consta de tres ejes y ocho perspectivas (ver **figura 4**).

El primer eje (información) está integrado por las perspectivas protocolos (serie de reglas que garantizan la integridad de la información intercambiada), códigos (que permiten consultar la información dentro de la red) y disponibilidad (acceso a los interesados).

El segundo eje (tecnología) contempla la infraestructura (disponibilidad de sistemas operativos y de programas que se pueden ejecutar), el acceso a plataformas (que facilitan los procedimientos de las actuaciones contractuales) y la conectividad (que permite el acceso a las diferentes aplicaciones).

El tercer eje (seguridad) explora las perspectivas ciberseguridad (para la protección de sistemas, redes y programas) y la confidencialidad de los datos.

Conclusiones

Una vez finalizado el presente trabajo de grado, que buscaba analizar la pertinencia del modelo de implementación de *blockchain* en los contratos del sector público, es posible concluir lo que sigue.

Entidades como la Corporación Gilberto Echeverri Mejía, se encuentran expuestas a múltiples fenómenos que pueden llegar a afectar su funcionamiento. Dentro de los riesgos identificados en el factor de la contratación se destacan aspectos de tipo legal, operacional, tecnológico, financiero, de cumplimiento, de seguridad, políticos y sociales, y reputacionales. Ante este panorama, resulta fundamental que las organizaciones del sector público gestionen de manera proactiva los riesgos detectados.

El *blockchain* constituye una herramienta útil en el marco del sector público, toda vez que contribuye a optimizar las condiciones de digitalización, seguridad, transparencia y trazabilidad de los datos administrados en las organizaciones. Bajo esta lógica se considera apropiado el uso de esta tecnología en la Corporación Gilberto Echeverri Mejía.

El modelo desarrollado a partir de la revisión de la literatura contempla tres ejes y ocho perspectivas. En específico, se considera la información (primer eje, que incorpora protocolos, códigos y disponibilidad), la tecnología (segundo eje, que incluye infraestructura, acceso a plataformas y conectividad) y la seguridad (tercer eje, que contempla la ciberseguridad y confidencialidad de la información). Esta estructura permite identificar variables y elementos críticos de cara al uso de la herramienta en el sector público en un marco de privacidad, confianza, descentralización y rapidez para los distintos grupos de interés.

Referencias

Aliaga, L. A. (2022). *Transformación digital y gobierno: propuesta de programa de mejoramiento de gestión para el sector público* [Tesis de Maestría, Universidad de Chile]. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/187915.

Arango Serna, M., Branch, J., Castro Benavides, L. M. y Burgos, D. (2018). Un modelo conceptual de transformación digital. *Openergy* y el caso de la Universidad Nacional de Colombia. *EKS*, *19*(4), 95-107. https://doi.org/10.14201/eks201819495107.

Arias-Gonzáles, J. L. (2021). Adaptabilidad a las tecnologías de la información, comunicación y procrastinación laboral en colaboradores del sector público en Arequipa. *Revista Científica UISRAEL*, *8*(1), 83-95. http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rcuisrael/v8n1/2631-2786-rcuisrael-8-01-00077.pdf.

Arias, J. L. y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260.

Arteaga Cisneros, J., Coronel Pérez, V. y Acosta Véliz, M. (2018). Influencia del *marketing* digital en el desarrollo de las mypimes en Ecuador. *Revista Espacios*, *39*(47), 1-11. https://docplayer.es/112012303-Influencia-del-marketing-digital-en-el-desarrollo-de-las-mipyme-s-en-ecuador.html.

Arroyo, D., Díaz Vico, J. y Hernández Encinas, L. (2019). *¿Qué sabemos de blockchain?* https://climberstrading.com/wp-content/uploads/2022/09/Que-sabemos-de-Blockchain.pdf.

Ávila-Guerrero, F., Bernal Díaz, I. y Monroy Gómez, D. (2023). Transformación digital empresarial: revisión de producciones investigativas 2017-2021. *Revista Venezolana de Gerencia*, *28*(101), 282-296. https://doi.org/10.52080/rvgluz.28.101.18.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. (3.ª Ed.). Pearson Educación.

Bernal-Jiménez, M. C. y Rodríguez-Ibarra, D. L. (2019). Las tecnologías de la información y comunicación como factor de innovación y competitividad empresarial. *Scientia Et Technica*, *24*(1), 85-96. https://www.redalyc.org/journal/849/84959429009/84959429009.pdf.

Briones, J. (2017). Datos, información y conocimiento: ¿dónde acaba la información y comienza el esnobismo de la transformación digital? En L. M. Romero y L. Mañas (Comp.),

Comunicación institucional en el ecosistema digital: una visión desde las organizaciones. (pp. 72-88). Egregius. https://core-ac-uk.iue.basesdedatosezproxy.com/reader/250239013.

Castellanos, J. F., Loaiza, M. y Cuesta Iglesias, C. (2016). Importancia de las TIC para la competitividad de las pymes en Colombia. *PUENTE Revista Científica*, 93-99. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/7242/Importancia%20de%20las%20TIC%20para%20la%20competitividad.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Castillo, J., Palma, M. y Gómez, L. (2017). Abordando el reto de la transformación digital desde el trabajo social. *Documentos de Trabajo Social: Revista de Trabajo y Acción Social*, (60), 115-137. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7190580.

Castro, C. y Cabrera, M. (2022). *Intervención y rediseño de la cadena de valor de la empresa Stapel Brune SAS mediante una estrategia de transformación digital aplicando la ruta de optimización de procesos* [Tesis de Maestría, Universidad ECCI]. https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3097.

Chiquillo, G. (2021). *Estrategia de transformación digital para el área de ventas de Trelleborg Printing Solution Mirambeau SAS* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/15045/2021_Tesis_Glenda_Jeamine_Chiquillo_Molano.pdf?sequence=1.

Congreso de la República. (1993). Ley 80 de octubre 28 por la cual se expide el Estatuto General de la Contratación de la Administración Pública. Diario Oficial 41.094 de octubre 28 de 1993.

Cuello, R. (2020). *Blockchain para optimizar la transparencia dentro de la contratación estatal* [Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes]. https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/48477/u833669.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Cuesta, C., Ruesta, M., Tuesta, D. y Urbiola, P. (16 de julio de 2015). *La transformación digital de la banca.* https://www.researchgate.net/profile/David-Tuesta/publication/291357543_La_transformacion_digital_de_la_banca/links/56a2cbf708aeef24c585fce4/La-transformacion-digital-de-la-banca.pdf.

Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (2012). *El campo de la investigación cualitativa: manual de investigación cualitativa*. Gedisa.

https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/denzin__cap_i__introduccion_general_el_campo_de_la_investigacion_cualitativa_.pdf.

Dolader-Retamal, C., Bel- Roig. y Muñoz-Tapia, J. L. (2017). La *blockchain*: fundamentos, aplicaciones y relación con otras tecnologías disruptivas. *Economía Industrial,* 405, 33-40. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6207510.

García, M., Moreno-Gutiérrez, S., Molina-Ruiz, H. y Alvarado-Reséndiz, J. (2022). *Blockchain* y la ciberseguridad. *Tepexi, 9*(18), 15-20. https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/8695/9069.

Gamboa, M. (2018). Estadística aplicada a la in investigación educativa. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 5*(2), 1-32. https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/427/443.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª Ed.). McGraw Hill Interamericana.

Huamán Coronel, P. L. y Medina Sotelo, C. G. (2022). Transformación digital en la administración pública: desafíos para una gobernanza activa en el Perú. *Comuni@cción: Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo, 13*(2), 93-105. https://doi.org/10.33595/2226-1478.13.2.594.

Infanta, P. (2019). *Gestión organizacional: la transformación digital como actor cultural* [Tesis de Maestría, Universidad del Desarrollo]. https://repositorio.udd.cl/server/api/core/bitstreams/8a8896e0-60b3-444b-a6a3-edf84e908424/content.

Infante, Z. (2019). *Aplicación del gobierno electrónico para optimizar la gestión pública de la procuraduría pública del Reniec* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Federico Villareal]. https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/2871/INFANTE%20CABRERA%20ZARELA%20%20SUSAN%20-%20MAESTRIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

International Business Machines Corporation [IBM]. (2022). *¿Qué es infraestructura de TI?* https://www.ibm.com/mx-es/topics/infrastructure.

Jung, J. y Katz, R. (2022). *Impacto del Covid-19 en la digitalización de América Latina*. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48486/4/S2300183_es.pdf.

Lecuit, J. (2019, 12 de noviembre). *La seguridad y privacidad del blockchain, más allá de la tecnología y las criptomonedas.* https://media.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2021/11/ari106-2019-alonsolecuit-seguridad-y-privacidad-del-blockchain-mas-alla-de-tecnologia-y-criptomonedas.pdf.

López, P. y Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona.

Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. (2018). *Manual de Gobierno Digital*. https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/channels-594_manual_gd.pdf

Morales-Cardoso, S., Morales, M., Chipuxi-Trujillo, V. y Psucar, J. (2020). Blockchain technology in the optimization of a supply chain. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 161-180. https://dialnet-unirioja-es.iue.basesdedatosezproxy.com/servlet/articulo?codigo=7696163.

Mousalli, G. (2015). *Métodos y diseños de investigación cuantitativa*. https://www.researchgate.net/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa.

Ortiz, D. (2019). *Implantación de la tecnología blockchain en infraestructura serverless* [Tesis de Fin de Máster, Universidad Complutense de Madrid]. https://eprints.ucm.es/id/eprint/57081/1/DanielOrtizSanchez.pdf.

Padilla, J. A. (2020). *Blockchain* y contratos inteligentes: aproximación a sus problemáticas y retos jurídicos. *Revista de Derecho Privado*, (39), 175-201. http://www.scielo.org.co/pdf/rdp/n39/0123-4366-rdp-39-175.pdf.

Pastorino, C. (2022, 13 de mayo). *Blockchain: qué es y cómo funciona esta tecnología.* https://www.welivesecurity.com/la-es/2022/05/13/blockchain-que-es-como-funciona-y-como-se-esta-usando-en-el-mercado/#Blockchain-p%C3%BAblica.

Preisegger, J. S., Muñoz, R., Pasini, A. y Pesado, P. (2019). *Blockchain y gobierno digital*. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/91367.

Presidencia de la República. (2015). Decreto 1082 de mayo 26 por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector administrativo de planeación nacional. Diario Oficial 49.523 de mayo 26 de 2015.

Rennock, M., Cohn, A. y Butcher, J. (2018). *Blockchain technology and regulatory investigations.* https://www.steptoe.com/a/web/171269/3ZEKzc/lit-febmar18-feature-Blockchain.pdf.

Rosales, A., Parra, B. y Varón Quimbayo, Á. (2023). Aplicabilidad de *blockchain* en créditos digitales a través de contratos inteligentes em el entorno jurídico. *ReDDI*, *7*(2), 1-13. https://repositoriocyt.unlam.edu.ar/handle/123456789/1407.

Sánchez- Serna, A. y Giraldo, Ávila, N. (2008). Las necesidades de las pyme –pequeñas y medianas empresas– y el sistema de información contable y financiero como una estrategia para atenderlas. *Cuad. Contab*, *5*(25), 421-464.

Salvador Hernández, Y., Llanes Font, M. y Suárez Benítez, M. Á. (2020). Transformación digital en la administración pública: ejes y factores esenciales. *Avances*, *22*(4), 1-9. https://www.redalyc.org/journal/6378/637869118008/637869118008.pdf.

Serra, M. (2020). *Catálogo de buenas prácticas para la transformación digital de empresas innovadoras*. https://core-ac-uk.iue.basesdedatosezproxy.com/reader/459218931.

Serale, F., Redl, C. y Muente, A. (2019). *Blockchain en la administración pública. ¿Mucho ruido y pocos bloques?* https://publications.iadb.org/es/Blockchain-en-la-administracion-publica-mucho-ruido-y-pocos-bloques.

Shekhar, S. (2018). Understanding Blockchain Technology. *Computer Science and Engineering*, *8*(2), 23-29. http://article.sapub.org/10.5923.j.computer.20180802.02.html.

Slotnisky, D. (2016). *Transformación digital: cómo las empresas y los profesionales deben adaptarse a esta revolución*. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9dBJDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=transformaci%C3%B3n+digital&ots=31PvyiBJEy&sig=tRrPsgukNH6tpXkaBBwOGAxeziM#v=onepage&q=transformaci%C3%B3n%20digital&f=false.

Tapscott, D. y Tapscott, A. (2017). *La revolución blockchain.* https://static0planetadelibroscommx.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/35/34781_La_revolucion_blockchain.pdf.

Tavera, J. y Arias, J. (2012). Internet móvil: aceptación tecnológica para el cierre de la brecha digital en Colombia. *Perfil de Coyuntura Económica*, *19*, 139–156.

Toctov, E. (2011). Optimización y cuantificación de procesos utilizando BPM. *Revista de Investigación Apuntes Universitario*s, *1*(1), 23-44.

Tovar, A. y Mota, A. (2007). *CPIMC: un modelo de administración por procesos*. Panorama Editorial.

Treleaven, F., Gendal Brown, R. and Yang, D. (2017). *Blockchain Technology in Finance*. https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8048631.

Trujillo Valdiviezo, G., Rodríguez Alegre, L., Mejía Ayala, D. y López Padilla, R. (2022). Transformación digital en América Latina: una revisión sistemática. *Revista Venezolana de Gerencia*, *27*(100), 1519-1536. https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.100.15.

Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B. y Perozo, É. (2019). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos*. Gente Nueva. https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/handle/uniguajira/467.

Valencia-Ramírez, J. P. (2020). Law, technology and innovation: Blockchain and Smart contracts. *RITI, Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, *8*(16), 46-55. https://riti.es/index.php/riti/article/view/61.

Varón, Á. y Carvajalino, M. J. (2022). Técnicas para desarrollar aplicaciones web a través de *blockchain. RITI, Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, *10*(20), 119-129. https://riti.es/index.php/riti/article/view/35.

Visbal, E. (2016). Herramientas tecnológicas aplicables al *Kanban* para la optimización de los procesos en la empresa. *Visión Gerencial*, (1), 82-104. https://www.redalyc.org/journal/4655/465545900017/html/#:~:text=Donde%20las%20seis%20herramientas%20m%C3%A1s,Kanban%20del%20toolstoragil%20y%20SmartQ.