



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE COMPUTACIÓN**

**TEMA:**

**ESTADO DE ARTE USANDO MAPEO SISTEMÁTICO PARA EL USO DE  
REGISTROS CON BLOCKCHAIN EN TEMAS ECONÓMICOS, MONETARIOS Y  
FINANCIEROS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de:  
Ingeniero en Ciencias de la Computación

**AUTORES:**

**NICOLÁS EDUARDO CAZCO VILLA  
CRISTOPHER AUGUSTO MOLINA CALVA**

**TUTOR:**

**GUSTAVO ERNESTO NAVAS RUILOVA**

Quito, Ecuador  
2023

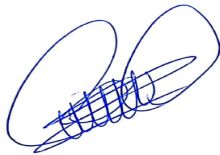
## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Nicolás Eduardo Cazco Villa con documento de identificación N° 1726640004 y Christopher Augusto Molina Calva con documento de identificación N° 1718578303; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 27 de Febrero del año 2023

Atentamente,



---

Nicolás Eduardo Cazco Villa  
1726640004



---

Christopher Augusto Molina Calva  
1718578303

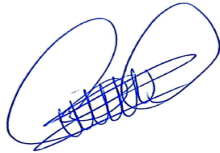
## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Nicolás Eduardo Cazco Villa con documento de identificación N° 1726640004 y Christopher Augusto Molina Calva con documento de identificación N° 1718578303, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico: "Estado de Arte usando Mapeo Sistemático para el uso de registros con Blockchain en temas económicos, monetarios y financieros", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Ciencias de la Computación, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de Febrero del año 2023

Atentamente,



---

Nicolás Eduardo Cazco Villa  
1726640004



---

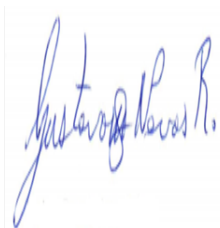
Christopher Augusto Molina Calva  
1718578303

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Gustavo Ernesto Navas Ruilova con documento de identificación N° 1705675625, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTADO DE ARTE USANDO MAPEO SISTEMÁTICO PARA EL USO DE REGISTROS CON BLOCKCHAIN EN TEMAS ECONÓMICOS, MONETARIOS Y FINANCIEROS, realizado por Nicolas Eduardo Cazco Villa con documento de identificación N° 1726640004 y Cristopher Augusto Molina Calva con documento de identificación N° 1718578303, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de Febrero del año 2023

Atentamente,



---

Ing. Gustavo Ernesto Navas Ruilova, MSc  
1705675625

# ESTADO DE ARTE USANDO MAPEO SISTEMÁTICO PARA EL USO DE REGISTROS CON BLOCKCHAIN EN TEMAS ECONÓMICOS, MONETARIOS Y FINANCIEROS

1<sup>st</sup> Nicolás Eduardo Cazco Villa  
*Universidad Politécnica Salesiana*  
Quito - Ecuador  
ncazco@est.ups.edu.ec

2<sup>nd</sup> Christopher Augusto Molina Calva  
*Universidad Politécnica Salesiana*  
Quito - Ecuador  
cmolinac5@est.ups.edu.ec

3<sup>rd</sup> Gustavo Ernesto Navas Ruilova  
*Universidad Politécnica Salesiana*  
Quito - Ecuador  
gnavas@ups.edu.ec

**Resumen**—Es importante reconocer como la revolución tecnológica ha tenido un gran avance en tan poco tiempo, la tecnología Blockchain supone en la actualidad una de las mejores vías en arquitectura de bloques que brinden seguridad y transparencia, esto para los sistemas financieros y económicos es una tecnología de gran interés, en este trabajo se expone la situación actual de uso de la tecnología Blockchain mostrando datos relevantes en cuanto al uso y manejo del mismo, se detalla de manera precisa el desarrollo de esta tecnología dentro del periodo 2018 a 2022 en ámbitos financieros y económicos. Las metodologías que se utilizó para esta investigación fueron Revisión Sistemática de Literatura y Mapeo Sistemático en artículos y revistas científicas y se concluye dando respuesta a preguntas planteadas con el objetivo de aclarar la información recolectada en este estado de arte.

**Palabras Clave**—Blockchain, Sistema, Financiero, Económico, Bloque, Red, Encriptación.

**Abstract**—It is important to recognize how the technological revolution has made great progress in such a short time, Blockchain technology is currently one of the best ways in block architecture that provides security and transparency, this for financial and economic systems is a technology of great interest, in this work the current situation of use of Blockchain technology is exposed, showing relevant data regarding its use and management, the development of this technology is precisely detailed within the period 2018 to 2022 in financial and economic growth .

The methodologies that were adapted for this research were Systematic Literature Review and Systematic Mapping in articles and scientific journals and it concludes by answering questions raised with the aim of clarifying the information collected in this state of the art.

**Keywords**—Blockchain, System, Financial, Economic, Block, Network, Encryption.

## I. INTRODUCCIÓN

La explosión digital en los sistemas sociales del presente siglo, presenta una cultura digital muy avanzada, en este sentido la presencia de sistemas tradicionales financieros y económicos no son la mejor expresión para sacar ventaja

a la era digital, la tecnología Blockchain presenta este potencial cambio de transformar el panorama de encriptación de transacciones, ofrece un sistema de bloques que le da una nueva dinámica a la arquitectura de los procesos que existen en casi todos los sectores del desarrollo de un país. Si bien es cierto la participación en la red tecnológica para la región no es la más desarrollada, los datos presentan que la industria financiera ha tenido un crecimiento notable en eliminar estos agentes intermediarios en las transacciones en base a la utilización de la tecnología Blockchain, este tema engloba muchas situaciones las cuales se establecen a través de la explicación de componentes básicos, uso, creación y principales técnicas en ámbitos económicos y financieros que explican el momento actual de Blockchain en los mismos.

Para tener una visión clara de la utilización de la tecnología Blockchain en el uso de registros económicos, monetarios y financieros; Se realizó Sistema de Mapeo Sistemático (SMS, Systematic Mapping System)[1] con tres etapas y de igual forma se aplicó Revisión de Literatura Sistemática (SLR, Systematic Literature Review)[2] y cuando ya se encuentra identificado todos los artículos que tienen relación con el tema. Se enumeró los estudios principales que generan mayor contribución a la presente investigación. i) Realizamos SMS y SLR guiándonos en una clasificación que nos facilitó a poder estructurar toda la literatura presente en un conjunto para la posterior investigación de la tecnología Blockchain. ii) Se identificó principales usos de la tecnología Blockchain para el uso financiero. iii) Esta investigación muestra el potencial cambio de transformar el panorama de encriptación de transacciones. iv) Determinar el mejor uso de la tecnología para la obtención de los resultados con mayor relevancia.

## II. METODOLOGÍA

En esta presente investigación fueron usadas las metodologías de mapeo sistemático y revisión sistemática de la literatura. El SMS nos permitió la identificación y clasificación de las investigaciones sobre la tecnología Blockchain. [3]. Por su parte, el SLR, nos ayudó a gestionar

un resumen detallado y completo conforme a toda la literatura disponible y constatar en que estado se encuentra actualmente las investigaciones con respecto a la tecnología Blockchain [4]. Con los resultados que nos genera la Revisión Sistemática se define a la tecnología Blockchain como la transmisión de la red en la que todos los usuarios de una misma red tienen tareas especiales encargadas de verificar las transacciones, es decir los llamados "bloques"[5] [6]

Conforme a la guía correspondiente a la metodología en el estado del arte se llevo a práctica SMS y SLR mismas que se dividen en 3 etapas: En la primera fase (etapa 1) se estableció el método PICOC (Tabla I) el cual es una formulación que nos permite plantear preguntas previamente estructuradas[7] para posteriormente obtener los objetivos y el alcance que facilito a establecer la estrategia de búsqueda bibliográfica y específica. En la fase 2 se ejecuta la revisión que nos sirvió para plantear preguntas específicas y bibliográficas en cuanto a la investigación y todas las estrategias de búsqueda. En la fase 3 se realizó una sinopsis con respecto a la información y datos obtenidos y se lo definió por categorías con la meta definida a cumplir con el SMS y SLR de manera satisfactoria"[8]

#### A. Etapa 1

En la presente etapa se estableció al método PICOC para la obtención de artículos referentes a los usos de Blockchain en el sector financiero, como una táctica de investigación bibliográfica [7], tomando en cuenta esto se definieron los elementos de búsqueda. (Ver Tabla I).

TABLE I: ESTRUCTURACIÓN DEL MÉTODO PICOC

PICOC	Considerations
Population(P): ¿Quién?	Blockchain en el sector financiero.
Intervention(I): ¿Qué?, ¿Cómo?	Técnicas de análisis de Blockchain usadas en el sector financiero.
Comparison (C): ¿Con qué comparar?	Estudios que presenten las técnicas de implementación de Blockchain en el sector financiero.
Outcomes (O): ¿Qué se busca conseguir/mejorar?	Usos de Blockchain que demuestren la ventaja de ser implementadas.
Context (C): ¿En qué tipo de organización y bajo que circunstancias?	El sector financiero para mejorar la seguridad de la información.

Posteriormente, se determinaron los términos usados en la organización de la cadena de búsqueda. Misma que se puede observar en la Tabla II (ver Tabla II). Esta cadena de búsqueda se obtuvo empleando expresiones booleanas muy comunes como "AND" u "OR", teniendo como resultado la cadena de búsqueda de esta manera: ("Blockchain" OR "Cryptocurrency Trading" OR "Data Security") AND ("Bitcoin" OR "Digital ledger" OR "Blockchains can") AND ("Digital cash" OR "e-money") AND ("Digital money" OR "Information protection" OR "Data confidentiality")

TABLE II: TÉRMINOS PARA UTILIZACIÓN DE BÚSQUEDA

Términos	Términos Semejantes
Blockchain	Cryptocurrency Trading, Data Security
Bitcoin	Digital ledger, Blockchains can
Digital cash	e-money
Digital money	Information protection, Data confidentiality

1) **Criterios de elegibilidad:** Se obtuvieron los estudios más notables, escogiendolos mediante una serie de criterios, mismos que se dividieron en: exclusión y inclusión de la metodología SMS y SLR especificados en la Tabla III especificados a continuación:

- **Criterios de inclusión:** Se conoce como criterio de inclusión, las clases geográficas y eventuales que forman un conjunto de estudio [9], Fueron considerados como inclusión los artículos que poseen DOI, artículos accesibles, en formato digital online, artículos con evidencia empírica del uso de Blockchain en instituciones financieras, etc. (Ver Tabla III)
- **Criterios de exclusión:** Se habla de criterios de exclusión a las tipologías que presentan una obstrucción a la extracción de la información [9], es por eso que como exclusión se descartó: artículos en otro idioma que no sea inglés, estudios que se encuentren fuera del rango de inclusión, artículos con menos de 10 hojas, etc. (Ver Tabla III)

#### B. Etapa 2.

1) **Preguntas de investigación:** Esta investigación tuvo como objetivo principal demostrar la implementación del uso de la tecnología Blockchain en instituciones financieras, por tal motivo se decidió plantear varias preguntas de investigación, para la ejecución de SMS etiquetadas con: (SMP#) y para SLR etiquetadas con: (SLRP#), a continuación, se enlista las interrogantes que surgieron durante la investigación:

- *SMP1: ¿Existe una jerarquía para el estudio de Blockchain en el uso de registros económicos, monetarios y financieros?*
- *SMP2: ¿Cuál es la distribución de los estudios de Blockchain en el uso de registros económicos, monetarios y financieros durante el período 2018 a 2022?*
- *SLRP1: ¿Qué protocolos de implementación sobresalen en el uso de Blockchain en registros económicos, monetarios y financieros?*
- *SLRP2: ¿Cuáles son las ventajas que han surgido gracias a esta implementación de Blockchain en el uso de registros económicos, monetarios y financieros?*

2) **Estrategias de búsqueda:** El proceso en cuanto a la copilación de los distintos artículos científicos se realizó empleando la cadena de búsqueda en cuatro repositorios anteriormente seleccionados: ACM, ScienceDirect, Web of Science y IEEE (Ver Tabla IV), tomando en cuenta que la cantidad de artículos es idónea para proceder con la elaboración de un análisis de SMS y SLR. Se presenta la manera en que se fue

TABLE III: CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

Tipo	Inclusión	Exclusión
<b>Mapeo Sistemático</b>	Artículos que formen parte de los repositorios ACM, IEEE, Web of Science y Science Direct en el período 2018 a 2022, artículos en formato digital online	Artículos publicados antes del 2018
	Artículos publicados en inglés	Estudios publicados en idiomas diferentes al inglés.
	Artículos que posean DOI.	Estudios secundarios como libros o informes.
	Artículos con total acceso a su información.	Artículos carentes de una estructura de investigación o artículos científicos de paga.
<b>Revisión Sistemática de la Literatura</b>	Artículos que posean keywords referentes a su título y resumen.	Artículos que no establezcan keywords o términos que se asemejen y artículos menores a 10 hojas.
	Estudios de economía y cryptocurrency relacionados con Blockchain o Bitcoin.	Estudios que no tengan relación con Blockchain en el uso de registros económicos, monetarios y financieros.
	Artículos que muestren la implementación de Blockchain, bitcoin o data security.	Estudios que no contemplen el uso de Blockchain, bitcoin o data security.

TABLE IV: Cadena de búsqueda y filtros en cada repositorio

Repositorio	Cadena de búsqueda	Tipo de artículo	Resultados de cadena	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
IEEE	Título: “Blockchain” OR “Cryptocurrency Trading” OR “Data Security” AND “Bitcoin” OR “Digital ledger” OR “Blockchains can” AND “Digital cash” OR “e-money” AND “Digital money” OR “Information protection” OR “Data confidentiality”	Artículos y Conferencias	1632	1498	56	27
Science Direct	Blockchain OR Cryptocurrency Trading OR Data Security AND Bitcoin OR Digital ledger OR Blockchains can AND Digital cash OR e-money AND Digital money OR Information protection OR Data confidentiality	Artículos y Revistas	605	505	31	15
Web of Science	TI=(Blockchain OR Cryptocurrency Trading OR Data Security) AND AB=(Bitcoin OR Digital ledger OR Blockchains can AND Digital cash OR e-money AND Digital money OR Information protection OR Data confidentiality)	Artículos	Revistas 1527	802	43	28
ACM	(“Blockchain” OR “Cryptocurrency Trading” OR “Data Security”) AND (“Bitcoin” OR “Digital ledger” OR “Blockchains can”) AND (“Digital cash” OR “e-money” OR “Information protection” OR “Data confidentiality”)	Artículos	224	136	14	3
		TOTAL	3853	2941	144	73

aplicando los diferentes filtros para obtener la recopilación de la información:

- **Filtro 1.** Para el primer filtro se logró compilar 3853 artículos y estudios, para los que se ocuparon los criterios de exclusión y inclusión previamente mencionados (ver Tabla III). En este primer filtro se realizó un rango de búsqueda entre el periodo 2018 al 2022, el idioma inglés como idioma principal de la publicación y los artículos y estudios como conferencias. Por último, se consideró artículos acceso libre y totalidad disponibilidad, quedando como resultado 2941 estudios.
- **Filtro 2.** Para el segundo filtro se utilizó del aplicativo EndNote x9, para proceder a filtrar la información, para esto seleccionamos las palabras con más relevancia, consiguiendo una búsqueda más exacta con el tema de investigación (ver imagen 1) similar a la que se utilizó en los repositorios, esto debido a que la cantidad de artículos encontrados mediante la cadena de búsqueda anterior nos daba como resultado una cantidad mínima de artículos para nuestra investigación, por lo que se optó por elegir los campos más relevantes e importantes para la simplificación de la cadena de búsqueda y así obtener artículos correspondientes a nuestro estudio, dando como resultado la cantidad de 144.

- **Filtro 3.** Para el tercer filtro procedimos a realizar la lectura individual de cada estudio y artículo basándonos en los abstracts de los estudios recopilados, con el objetivo de encontrar los temas mas relevantes para la realización de nuestra investigación, enfocados en la tecnología Blockchain y su aplicación en el sistema financiero.
- Por último, se procedió a leer todos los artículos recolectados con el fin de aplicar SLR y así encontrar las características más similares con nuestro estudio para ser interpretados.

C. Etapa 3.

Continuando con el proceso, llegamos al punto de extracción de la información de los artículos previamente recopilados y escogidos en la anterior etapa, seguidamente se estableció y resumió los resultados de los artículos escogidos, dando como resultado una taxonomía o jerarquía, la cual se puede observar en la Fig. 2. Una vez obtenida la información necesaria se procede a realizar la síntesis de datos y la comparación en la extracción de datos que nos permitira contestar las preguntas planteadas del estado de arte.

1) *Comercio de criptomonedas:* En los últimos años se ha acelerado la tendencia del número de entidades financieras a incluir criptomonedas en sus carteras. Las criptomonedas

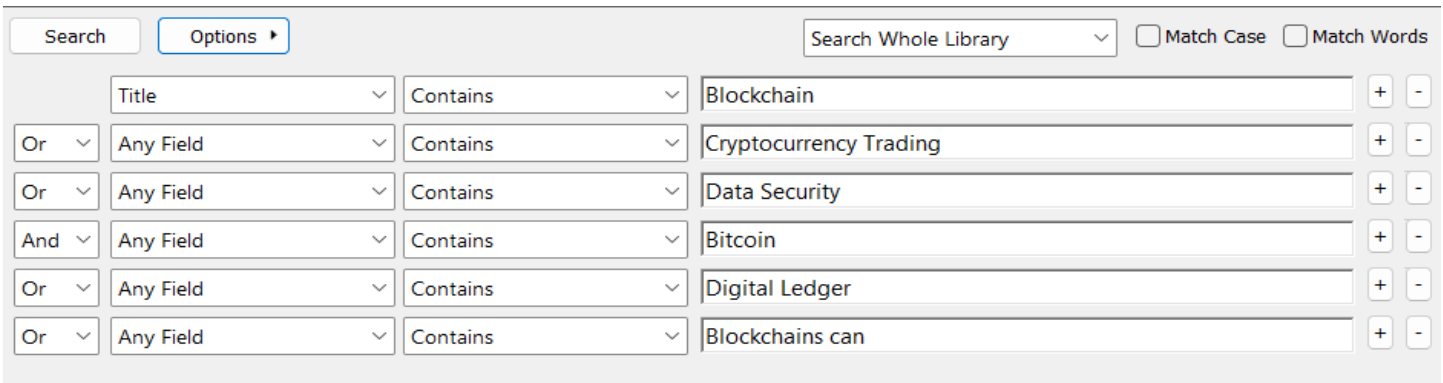


Fig. 1: Ejemplo de búsqueda en EndNotex9

son los primeros activos digitales puros incluidos por los administradores de activos. Aunque tienen algunos puntos en común con los activos más tradicionales, tienen su propia naturaleza separada y su comportamiento como activo aún está en proceso de comprensión [10].

Mediante SLR el comercio de criptomonedas que se identifican en la presente investigación se puede observar en la Tabla V y su frecuencia de aparición en los artículos recolectados se la puede observar en la Fig. 3 como referencia del principal comercio de criptomonedas que se utilizan en la actualidad .

- **Bitcoin:** Bitcoin (BTC) fue la primera y más popular criptomoneda en el mercado, propuesta por Nakamoto en 2008 [11]. BTC se obtienen como recompensas a través de la minería (calculando el PoW rompecabezas) y se puede transferir entre cuentas de Bitcoin.
- **Ether:** Ethereum no es solo una red de criptomonedas, sino más bien una red de computadoras independientes que funcionan juntas como una supercomputadora [12]. Es flexible al permitir que el establecimiento de transacciones sobre permisos o red sin permiso.
- **Litecoin:** Litecoin es tratado como un rival líder para Bitcoin actualmente y el objetivo principal del diseño de Litecoin fue procesar rápidamente transacciones de menor valor. Litecoin fue fundada en octubre. 2011. Según el fundador de Litecoin, Charles Lee, Litecoin fue considerado como una plata contra bitcoin que fue tratado como oro La diferencia entre Bitcoin y Litecoin es que para la minería de Bitcoin se requiere un procesamiento pesado y una computación rápida, a diferencia de Litecoin, que puede ser extraído por una computadora de escritorio normal con una potencia de procesamiento comparativamente menor.[13]

TABLE V: COMERCIO DE CRIPTOMONEDAS

Etq	Cryptocurrency	Referencia
C01	Bitcoin	[14][15][16][17][18][19][20][21][22][23][24][25][26][27][28][29][30][31][32][33]
C02	Ether	[14][15][16][17][18][19][20][21][22][23][24][25][26][29][30][31][33]
C03	Litecoin	[16][17][19][26][34][31][33]

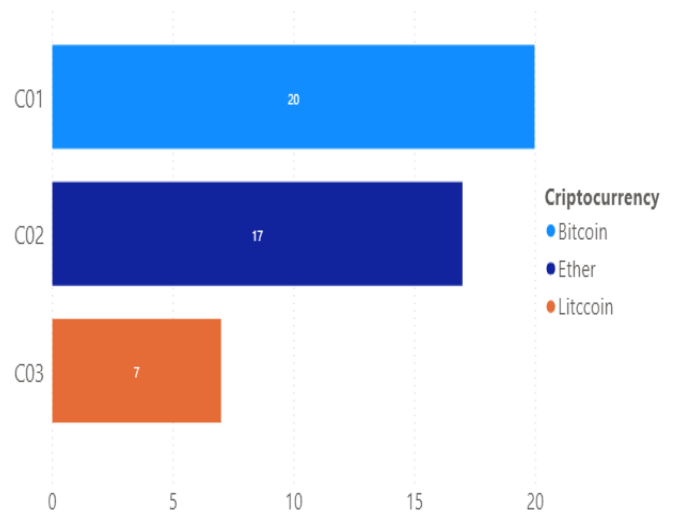


Fig. 3: Frecuencia de comercio de criptomonedas

2) *Transacciones Financieras con BlockChain:* Según Yoko Kamadoi en su artículo "A Protocol for Preventing Transaction Commitment Without Recipient's Authorization on Blockchain and It's Implementation" expresa que antes de la aparición de blockchain, aunque los pagos con efectivo digital se pueden autenticar mediante el uso de firmas digitales, el problema del doble gasto del efectivo digital fácilmente replicable no se podía resolver sin un tercero de confianza. [15], ahí es cuando nace el famoso Smart Contract los cuales, se definen como piezas de código descentralizado



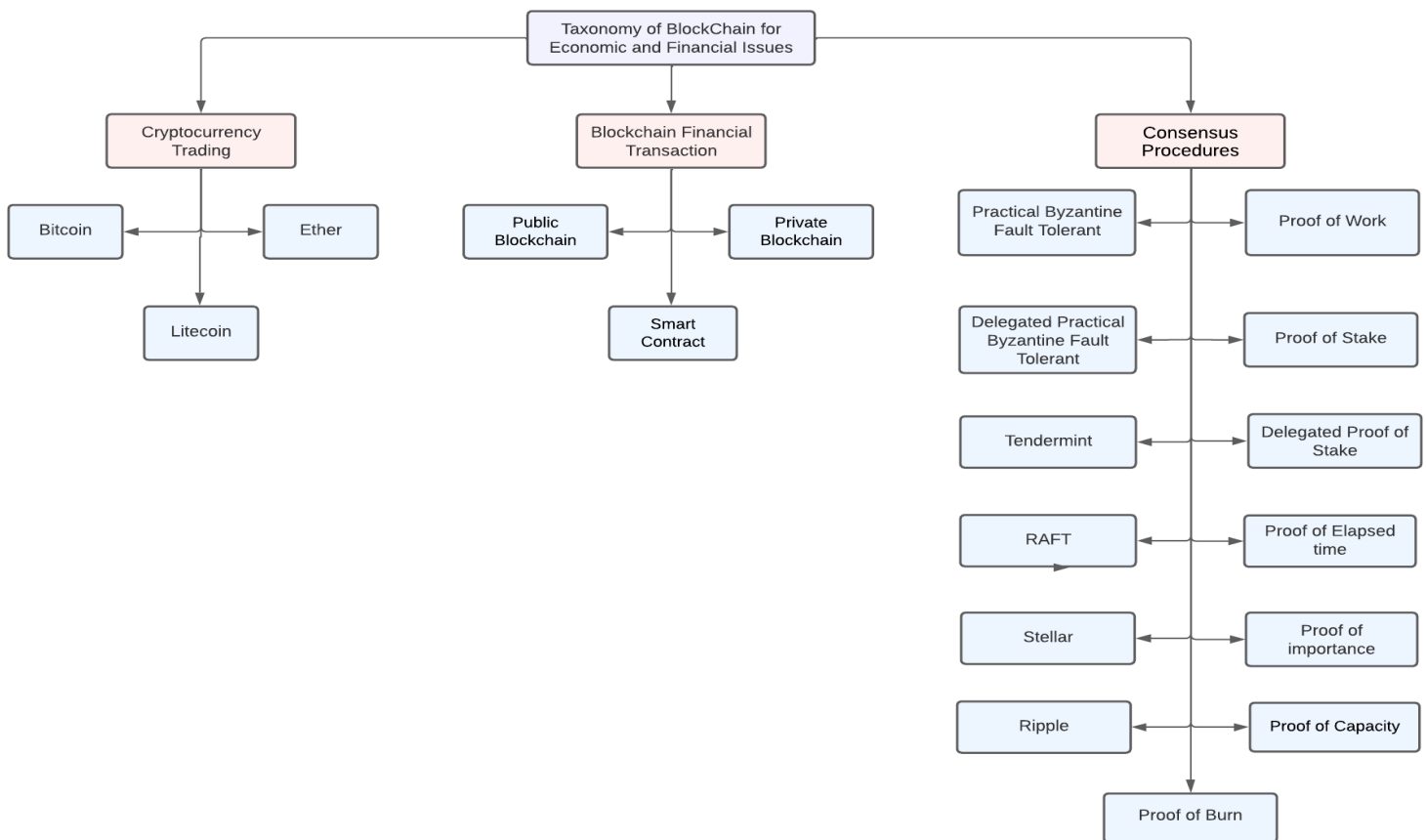


Fig. 2: Taxonomía de BlockChain para Aspectos Económicos y Financieros

autosuficiente que se ejecutan de forma autónoma cuando se cumplen ciertas condiciones. Los contratos inteligentes se pueden aplicar en muchos casos prácticos, incluidas las transferencias internacionales, las hipotecas o la financiación colectiva.[17].

Mediante la aplicación de la SLR se encontró la frecuencia de este término como el de private Blockchain y public Blockchain.

Los mismos se los puede observar en la Tabla VI y su frecuencia de aparición en los se refleja en la Fig. 4.

TABLE VI: Transacciones Financieras con BlockChain

Etq	Transacciones Financieras	Referencia
TF01	Smart Contract	[29][35][15][16][17][18][36][19][20][37][38][21][22][23][24][38][39][40][25][26][41][42][43][44][45][46][47][48][49][50][51][52][53][54][55][56]
TF02	Public Blockchain	[29][28][15][17][18][36][20][21][38][39][25][41][45][19][53][30][48][50][54][32][57]
TF03	Private Blockchain	[29][17][16][18][36][38][21][25][26][41][45][48][50][58][32][57]

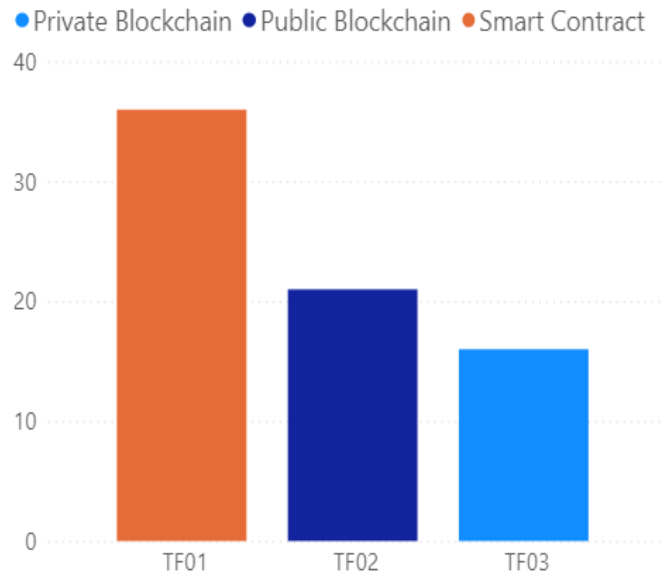


Fig. 4: Frecuencia Transacciones Financieras

3) Mecanismos de consenso en Blockchain: Una forma en que la tecnología Blockchain aumenta su seguridad al

momento de realizar transacciones, es con una variedad de protocolos de consensos, los cuales son procesos de acuerdos, tal como dice Sudhani Verma en su artículo "Introduction of Formal Methods in Blockchain Consensus Mechanism and Its Associated Protocols": todos los nodos deciden cómo se hace un acuerdo para agregar un nuevo bloque a una cadena de bloques existente. El mecanismo de consenso es el núcleo de cualquier sistema habilitado para blockchain; un sistema es tan fuerte y confiable como el protocolo de consenso que lo gobierna. Existe una amplia gama de mecanismos de consenso mediante los cuales los nodos participantes de una cadena de bloques pueden lograr el consenso para agregar un nuevo bloque.[25][59]

La investigación muestra, los ejemplos de protocolos que se llevan a cabo en diferentes instituciones financieras para la implementación de Blockchain con los datos que fueron recopilados mediante el uso de SLR y analizados en la tabla VII (Tabla VII), los mismos que ayudaron en cuanto a la estructura de la taxonomía mostrada que se puede observar en la (Fig. 5) Donde se puede evidenciar con que frecuencia se utilizaron los protocolos en los estudios.

- **Proof of Work(PoW):** El protocolo Proof of Work (PoW) es un protocolo central en numerosas criptomonedas, donde se encuentra Bitcoin y Ethereum. Se lo conoce también por el protocolo de Nakamoto, este protocolo se caracteriza por abordar el problema de una ineficiente sincronización en la red. Este mecanismo genera un hash también conocido como una cadena larga de letras, que debe coincidir con el hash solicitado para el bloque que se está generando en ese momento. [25]
- **Proof of Stake(PoS):** El protocolo Proof of Stake es el segundo método de consenso más usado por esta tecnología. Este método de consenso de blockchain trabaja seleccionando validadores en función a su posesión con la moneda asociada. Evitando así costos computacionales como lo es con el protocolo de proof of work.[25]
- **Proof of Importance(PoI):** El protocolo proof of Importance (PoI) no solo analiza los depósitos de los nodos sino que toma en cuenta más factores al identificar el siguiente bloque. Por ejemplo, registra la cantidad de transacciones que ocurrieron hacia o desde ese nodo.[25]
- **Delegated Proof of Stake:** Este protocolo se basa en el mecanismo PoS. Esto quiere decir que todas las partes con relevancia tienen la capacidad para designar algunos nodos como delegados y testigos[60]. En un Delegated Proof of Stake, las partes interesadas llegan a un consenso según la cantidad de participación que tienen en un sistema de criptomonedas.[25]
- **Proof of Elapsed time:** El protocolo Proof of Elapsed Time (PoET) [61] usa una técnica de consenso de red en la cadena de bloques que restringe el uso de recursos y energía a través de un sistema de lotería aleatoria. Parecido a PoW, el minero se encuentra con un rompecabezas el cual debe resolver basado al consumo de energía. [25]

- **Proof of Capacity:**

El protocolo Proof of Capacity (PoC) [62] se enfoca en un mecanismo de consenso de blockchain permitiendo a los dispositivos de minería de red identificar los derechos de minería y validar las transacciones utilizando el espacio disponible en el disco duro.[25]

- **Proof of Burn:** El protocolo Proof of Burn se centra en la idea de "quemar" monedas, dicho en otras palabras, es una transferencia de monedas a una dirección a la cual ya no se puede recuperar. Los usuarios o también conocidos mineros cuentan con la prioridad para solucionar el siguiente bloque en función de la cantidad de bitcoins que hayan quemado [63]. Este método se puede utilizar para crear una criptomoneda.[25]
- **Practical Byzantine Fault Tolerant:** Un algoritmo para tratar las fallas bizantinas. Para sobrevivir eficientemente a fallas bizantinas en modo asíncrono red[64], este protocolo propone una replicación de máquina de estado. Consideran un sistema de archivos distribuidos e implementar la tolerancia a fallas bizantinas.[36]
- **Delegated Practical Byzantine Fault Tolerant:** Actualmente es utilizado por el core de la Biblioteca de Blockchain NEO. Lo sugieren como un nuevo modelo matemático que puede verificar el comportamiento de consenso usando un modelo discreto. Esto puede tratar con participantes que no son de confianza mejor que otros algoritmos.[36]
- **Tendermint:** Se basa en un Algoritmo de consenso bizantino [65]. Se determina un nuevo bloque. En cada ronda se seleccionaría un proponente para transmitir un bloque no confirmado en esta ronda. Por lo tanto, todos los nodos deben conocerse para la selección de proponentes.[18]
- **RAFT:** Raft [66] es un mecanismo de consenso basado en votaciones, desarrollado para hacer que el algoritmo de Paxos sea más comprensible e implementable en los sistemas del mundo real. [25]
- **Stellar:** Stellar Consensus Protocol (SCP): Es similar a PBFT pero, mientras en PBFT, cada nodo consulta a todos los demás nodos y espera para que la mayoría esté de acuerdo, en SCP los nodos solo esperan un subconjunto de los participantes que ellos consideran importantes. [17]
- **Ripple:** En Ripple, se utiliza subredes que son de confianza colectiva dentro de la extensa red. Los nodos se pueden dividir en dos tipos en esta red. Uno es un Proceso de Consenso Participativo en el servidor y el otro es el cliente para transferir fondos únicamente. [21]

TABLE VII: Protocolos de Blockchain

Etq	Protocolos	Referencia
P01	Proof of Work (PoW)	[56][29][28][15][16][17][18][36][19][37][38][21][22][23][39][25][41][42][43][45][46][48][67][54][32][68][69][70][71][72][73][74][75][76][77][78][79]
P02	Proof of Stake (PoS)	[27][17][18][36][37][21][22][39][40][67][58][54][32][57][75][77]
P03	Proof of Importance (PoI)	[18][36][25]
P04	Delegated Proof of Stake	[27][17][18][36][19][39][25][69][79]
P05	Proof of Elapsed time	[36][25][41][54]
P06	Proof of Capacity	[18][25][75][77]
P07	Proof of Burn	[18][36][39][25]
P08	Practical Byzantine Fault Toleran	[27][16][69][36][20][38][21][23][39][25][41][42][45][53][69][72][77]
P09	Delegated Practical Byzantine Fault Tolerant	[25][21][36]
P10	Tendermint	[17][18][21][25][80]
P11	RAFT	[39][25][53]
P12	Stellar	[17][25][18]
P13	Ripple	[39][25][21][69]

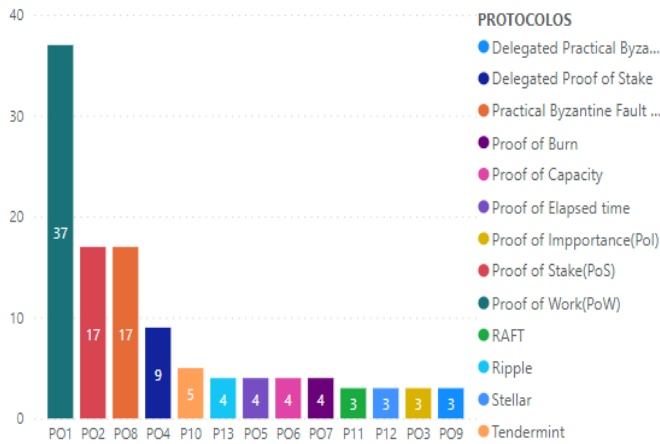


Fig. 5: Protocolos de Blockchain

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### A. SMP1: ¿Existe una jerarquía para el estudio de Blockchain en el uso de registros económicos, monetarios y financieros?

Después del análisis de los estudios realizados se pudo definir que la taxonomía que se llevo a cabo para el presente estudio se centra en la tecnología Blockchain con respecto a temas financieros y económicos, dando como resultado una jerarquía de tres niveles los cuales corresponden a:

- Comercio de criptomonedas
- Transacciones financieras con Blockchain
- Mecanismos de consenso en Blockchain

Los cuales se subdividen en temas relacionados con la implementación de Blockchain en instituciones financieras.

Para el comercio de criptomonedas, las criptomonedas que más se han resaltado en los artículos encontrados, por su flexibilidad y seguridad son: Bitcoin, Ether y Litecoin.

Como se observa en la tabla(VIII) su correspondiente valor de mercado actual.

El impacto financiero y económico sostenible se despliega de un nodo para aprobar las redes Blockchain, esta entidad plantea reinvertir en la utilización de esta tecnología para en un futuro cercano tener una acelerada participación en identidad digital y servicios financieros con base Blockchain, teniendo en cuenta que las criptomonedas son los principales focos de negociaciones y transacciones en los últimos años.

TABLE VIII: CRIPTOMONEDAS Y SU PRECIO ACTUAL

CRIPOTOMONEDA	SIMBOLO	PRECIO(USD)
Bitcoin	BTC	4.883,80
Ethereum	ETH	150.12
Litecoin	LTC	36.97

En temas de transacciones financieras con Blockchain, gracias a la creación de Smart Contrats (contratos inteligentes), los contratos entre partes que no son de confianza se pueden procesar de manera segura, ya sea que cada parte sea confiable o no. Esto se debe a que la red peer-to-peer justifica la validez de los contratos claramente desde el punto de vista de terceros. El otro beneficio es poder reducir el costo debido a las ejecuciones automáticas. de contratos sin un tercero de confianza [15].

Para aplicar este mapeo encriptado se debe proceder según el uso que se le vaya a dar, existen redes Blockchain que pueden ser utilizadas para favorecer ciertos procesos y operaciones, en cuyo caso la eficiencia y fiabilidad dependerá de la más adecuada para cada caso como se detalla en la tabla(IX).

TABLE IX: TIPOS DE BLOCKCHAIN

TiPos de Blockchain	Pública	Privada
Descripción	Sin permisos, participación sin restricciones	Establece controles sobre los ingresos

En cuanto a los consensos, estos consisten en un mecanismo que determina las condiciones a alcanzar para concluir que se ha llegado a un acuerdo respecto a las validaciones de bloques a ser agregados al BlockChain.[17]

Todos los nodos descentralizados utilizan algoritmos de consenso para permitir que los nodos específicos agreguen nuevos bloques a una cadena de bloques existente, así como para garantizar que el bloque se agregue correctamente al digital ledger y que sus copias en los nodos de la cadena de bloques estén sincronizadas correctamente.[36]

#### B. SMP2: ¿Cuál es la distribución de los estudios de Blockchain en el uso de registros económicos, monetarios y financieros durante el período 2018 a 2022?

La distribución de los estudios considerados en revistas y conferencias fue realizada de esta forma: durante el período 2018 al 2022 se mostró un porcentaje de 71.23%

de publicaciones de artículos de investigación, así mismo las conferencias muestran un porcentaje de publicaciones de 28.76%. De forma que, se puede comprobar que la mayoría de las publicaciones son artículos de investigación en todo el conjunto de estudios recopilados. (Ver Fig. 6.)

### Revistas y Conferencias

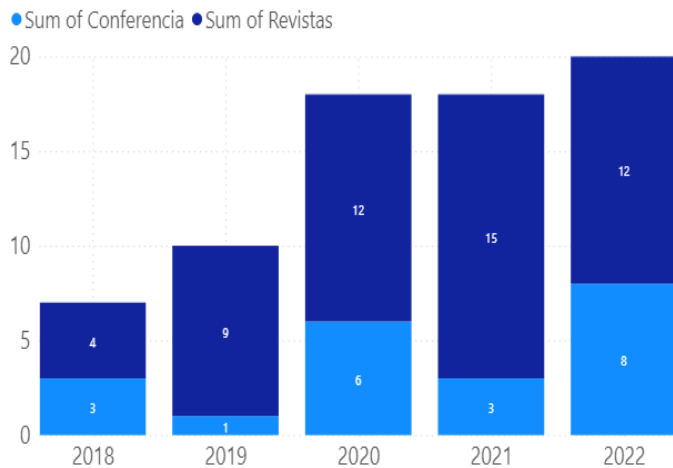


Fig. 6: Repartición de estudios

### C. SLRP1: ¿Qué protocolos de implementación sobresalen en el uso de Blockchain en registros económicos, monetarios y financieros?

Varias son las soluciones que la tecnología Blockchain ofrece a las finanzas de las nuevas generaciones de empresas que quieren simplificar sus tendencias de transacciones P2P, en este caso se centrara en los principales protocolos que se encontro en el estudio realizado.

Como núcleo de Blockchain, los algoritmos de consenso afectan directamente la seguridad y el rendimiento del sistema de Blockchain.[39]

Los protocolos de consenso se clasifican ampliamente en función de su mecanismo Basados en pruebas y Basados en votaciones. Otra forma de categorización es sobre la base del tipo de Blockchain. Blockchain sin permiso utiliza principalmente protocolos de consenso basados en pruebas, mientras que Blockchain autorizado utiliza protocolos basados en votaciones.[25]

A continuación, se detallan los protocolos más destacados y también se da una comparación. El consenso en las finanzas descentralizadas se puede lograr definiendo cualquier criterio, como estructura de quórum [81], gobierno descentralizado, poder de cómputo, tolerancia a fallas bizantinas [64], etc. La cadena de bloques pública como Bitcoin incorpora el concepto de "Prueba de trabajo". Prueba de participación (PoS), Prueba de tiempo transcurrido (PoET), Prueba de participación delegada (DPoS), Prueba de existencia (PoE), Prueba de importancia, Prueba de almacenamiento y otros algoritmos híbridos de consenso basados en pruebas, mientras que el consorcio y Las cadenas de bloques privadas prefieren

tener protocolos de consenso basados en votaciones como PBFT, RAFT, Ripple y Stellar, etc. En la Fig(7) se presenta una clasificación adecuada. [25]

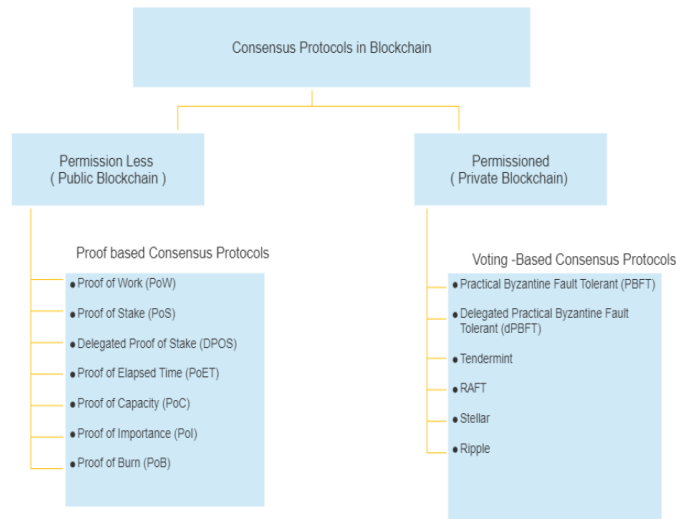


Fig. 7: Clasificación de Protocolos de consenso [25]

### D. SLRP2: ¿Cuáles son las ventajas que han surgido gracias a esta implementación de Blockchain en el uso de registros económicos, monetarios y financieros?

Varias son las ventajas que la tecnología Blockchain ofrece a las finanzas de las nuevas generaciones de empresas que quieren simplificar sus tendencias de transacciones P2P, esta tecnología ha permitido que la cadena de bloques genere una clasificación de registros catastrales mucho más efectiva.

La tecnología Blockchain tiene diversos aspectos y campos en los que puede complementar las finanzas de un país.

En lo referente al análisis de las herramientas que tiene la arquitectura de una red Blockchain se puede agregar que una trazabilidad que permita optimizar tiempos, participación y elimine la burocracia que en múltiples ocasiones interviene de manera en la forma que operan las transacciones, es una de las mejores maneras de descentralizar el desarrollo.

Bajo este enfoque en cuanto al desarrollo económico y financiero, se puede acotar que la gran parte de las naciones enfocan este uso a un ámbito empresarial que permita una fluidez correcta de su cadena de valor, la información precisa, rápida y efectiva es lo que permite tener una producción y un manejo técnico eficiente.

La tecnología Blockchain a más de permitir que una gestión de datos transporte en rutas irreversibles y por lo tanto inalterables, permite que los puntos de entrega se conviertan en un excelente punto de desembolso.

Este concepto planteado como punto final o de desembolso es el producto de evitar errores y garantizar la transparencia gracias a la encriptación en bloques en cadena, ya que bloque tras bloque se liga en un lenguaje imposible de corromper, esta característica hace que Blockchain sea susceptible de

supervisión guiada y únicamente se le añada tareas de verificación para autenticar las operaciones.

Si bien es cierto los monitoreos logísticos han mejorado por años los procesos en que se usan grandes cantidades de datos, el desafío se vuelve operable a un nivel muy fácil gracias a las redes Blockchain, las economías que ya dejan de ser circulares y se convierten en una infraestructura de bloques en varios países, comienza a ser una estrategia genérica con vías a futuro de implementarse fuertemente como opciones viables en los modelos económicos.

El alcance de nuevas plataformas que incluyan esta tecnología, pone ya en tema de discusión la evolución que en primeras instancias y hace años se veía como una formación de tecnología lejana, la tecnología del futuro ya es un hecho y Blockchain es un claro ejemplo, en relación a lo expuesto en la revisión de la literatura sistemática, se puede asociar la modernidad de esta evolución con el momento actual de las finanzas y economía, el concepto de desarrollo básico es optimización, y que mejor manera de lograrlo si se puede tener seguridad en el sector financiero con digitalización bancaria.

#### IV. CONCLUSIONES

Blockchain esta en pleno auge y es una tecnología del futuro que proporciona un carácter de propiedad sin riesgos y aplicable a cualquier modelo de negocio que opere con transacciones de compraventa en productos o servicios.

En lo referente al análisis de las herramientas que tiene la arquitectura de una red Blockchain se puede agregar que una trazabilidad que permita optimizar tiempos, participación y elimine la burocracia que en múltiples ocasiones interviene de manera en la forma que operan las transacciones, es una de las mejores maneras de descentralizar el desarrollo.

Bajo este enfoque en cuanto al desarrollo económico y financiero, se puede acotar que la gran parte de las naciones enfocan este uso a un ámbito empresarial que permita una fluidez correcta de su cadena de valor, la información precisa, rápida y efectiva es lo que permite tener una producción y un manejo técnico eficiente.

El uso de la tecnología Blockchain es el producto de evitar errores y garantizar la transparencia gracias a la encriptación en bloques en cadena, ya que bloque tras bloque se liga en un lenguaje imposible de corromper, esta característica hace que Blockchain sea susceptible de supervisión guiada y únicamente se le añada tareas de verificación para autenticar las operaciones.

Tomando en cuenta que la complejidad y eficacia de esta tecnología Blockchain ha dado paso a la manipulación de datos e información, que va de la mano con los registros precisos del origen de los activos digitales que se ponen en el mercado, la transparencia de esta tecnología da la oportunidad de desarrollo.

Los monitoreos logísticos han mejorado por años los procesos en que se usan grandes cantidades de datos, es por eso que el desafío se vuelve operable a un nivel muy fácil gracias a

la tecnología Blockchain, las economías que ya dejan de ser circulares y se convierten en una infraestructura de bloques en varios países, comienza a ser una estrategia genérica con vías a futuro de implementarse fuertemente como opciones viables en los modelos económicos.

El alcance de nuevas plataformas que incluyan esta tecnología, pone ya en tema de discusión la evolución que en primeras instancias y hace años se veía como una formación de tecnología lejana, la tecnología del futuro ya es un hecho y Blockchain es un claro ejemplo, en relación a lo expuesto en este estado de arte, se puede asociar la modernidad de esta evolución con el momento actual de las finanzas y economía de la región, el concepto de desarrollo básico es optimización, y que mejor manera de lograrlo si se puede tener seguridad en el sector financiero con digitalización bancaria.

Las monedas y la economía sufren de muchos cambios y limitaciones que por supuesto las naciones emplean como medida de contingencia, sin embargo la necesidad de integrar tecnologías que regulen la participación en una presencia revolucionaria de tecnología Blockchain, no se debe dejar de lado, la solución con seguridad criptográfica es la clave del respaldo a toda la información que se pueda manejar económica y financieramente, el descentralizar los datos con transparencia es el principal referente para la aplicación de esta tecnología que resulta un hecho de desarrollo actual.

## REFERENCES

- [1] D. Carrizo and C. Moller, "Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en ingeniería de software: un estudio de mapeo sistemático," *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 26, pp. 45–54, 2018.
- [2] F. J. García-Peñalvo, "Los métodos de revisión sistemática de literatura," 2022.
- [3] C. I. N. Corona and M. S. R. Montoya, "Mapeo sistemático de la literatura sobre evaluación docente (2013-2017)," *Educación e Pesquisa*, 2018. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11285/632774>
- [4] O. Barbosa and C. F. Alves, "A systematic mapping study on software ecosystems," in *IWSECO@ICSOB*, 2011.
- [5] N. Kshetri, "The economics of blockchain-based supply chain traceability in developing countries," *Computer*, vol. 54, no. 08, pp. 98–103, 2021.
- [6] N. Wan, Y. Liu, and W. Xiao, "A financial transaction methods based on mapreduce technology and blockchain," in *2020 3rd International Conference on Smart BlockChain (SmartBlock)*. IEEE, 2020, pp. 109–113.
- [7] T. F. Frandsen, M. F. B. Nielsen, C. L. Lindhardt, and M. B. Eriksen, "Using the full pico model as a search tool for systematic reviews resulted in lower recall for some pico elements," *Journal of clinical epidemiology*, vol. 127, pp. 69–75, 2020.
- [8] Y. Pan, X. Ge, C. Fang, and Y. Fan, "A systematic literature review of android malware detection using static analysis," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 116 363–116 379, 2020.
- [9] L. M. Connelly, "Inclusion and exclusion criteria," *Medsurg Nursing*, vol. 29, no. 2, p. 125, Mar 2020, copyright - Copyright Anthony J. Jannetti, Inc. Mar/Apr 2020; Última actualización - 2021-06-02. [Online]. Available: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/inclusion-exclusion-criteria/docview/2388933304/se-2?accountid=32861>
- [10] F. Fang, C. Ventre, M. Basios, L. Kanthan, D. Martinez-Rego, F. Wu, and L. Li, "Cryptocurrency trading: a comprehensive survey," *Financial Innovation*, vol. 8, no. 1, pp. 1–59, 2022.
- [11] S. Nakamoto, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," *Decentralized Business Review*, p. 21260, 2008.
- [12] W. W. Hargrove, F. M. Hoffman, and T. Sterling, "The do-it-yourself supercomputer," *Scientific American*, vol. 285, no. 2, pp. 72–79, 2001.
- [13] J. Bhosale and S. Mavale, "Volatility of select crypto-currencies: A comparison of bitcoin, ethereum and litecoin," *Annu. Res. J. SCMS, Pune*, vol. 6, 2018.
- [14] Y. He, H. Li, X. Cheng, Y. Liu, C. Yang, and L. Sun, "A blockchain based truthful incentive mechanism for distributed p2p applications," *IEEE access*, vol. 6, pp. 27 324–27 335, 2018.
- [15] Y. Kamidoi, R. Yamauchi, and S. Wakabayashi, "A protocol for preventing transaction commitment without recipient's authorization on blockchain and its implementation," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 24 390–24 405, 2021.
- [16] I. Butun and P. Österberg, "A review of distributed access control for blockchain systems towards securing the internet of things," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 5428–5441, 2020.
- [17] T. M. Fernández-Caramés and P. Fraga-Lamas, "A review on the use of blockchain for the internet of things," *Ieee Access*, vol. 6, pp. 32 979–33 001, 2018.
- [18] A. A. Monrat, O. Schelén, and K. Andersson, "A survey of blockchain from the perspectives of applications, challenges, and opportunities," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 117 134–117 151, 2019.
- [19] A. De Villiers and P. Cuffe, "A three-tier framework for understanding disruption trajectories for blockchain in the electricity industry," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 65 670–65 682, 2020.
- [20] R. Awadallah, A. Samsudin, J. S. Teh, and M. Almazrooi, "An integrated architecture for maintaining security in cloud computing based on blockchain," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 69 513–69 526, 2021.
- [21] C. V. B. Murthy, M. L. Shri, S. Kadry, and S. Lim, "Blockchain based cloud computing: Architecture and research challenges," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 205 190–205 205, 2020.
- [22] D. Cagigas, J. Clifton, D. Diaz-Fuentes, and M. Fernández-Gutiérrez, "Blockchain for public services: A systematic literature review," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 13 904–13 921, 2021.
- [23] J. Polge, S. Ghatpande, S. Kubler, J. Robert, and Y. Le Traon, "Blockperf: A hybrid blockchain emulator/simulator framework," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 107 858–107 872, 2021.
- [24] D. Maldonado-Ruiz, J. Torres, N. El Madhoun, and M. Badra, "Current trends in blockchain implementations on the paradigm of public key infrastructure: A survey," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 17 641–17 655, 2022.
- [25] S. Verma, D. Yadav, and G. Chandra, "Introduction of formal methods in blockchain consensus mechanism and its associated protocols," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 66 611–66 624, 2022.
- [26] M. R. Bataineh, W. Mardini, Y. M. Khamayseh, and M. M. B. Yassein, "Novel and secure blockchain framework for health applications in iot," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 14 914–14 926, 2022.
- [27] A. Shoker, "Brief announcement: Sustainable blockchains through proof of exercise," in *Proceedings of the 2018 ACM Symposium on Principles of Distributed Computing*, 2018, pp. 269–271.
- [28] S. Liaskos and B. Wang, "Towards a model for comprehending and reasoning about pow-based blockchain network sustainability," in *Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on Applied Computing*, 2018, pp. 383–387.
- [29] C. Mohan, "State of public and private blockchains: Myths and reality," in *Proceedings of the 2019 international conference on management of data*, 2019, pp. 404–411.
- [30] P. De Filippi, M. Mannan, and W. Reijers, "Blockchain as a confidence machine: The problem of trust & challenges of governance," *Technology in Society*, vol. 62, p. 101284, 2020.
- [31] A. Meegan, S. Corbet, C. Larkin, and B. Lucey, "Does cryptocurrency pricing response to regulatory intervention depend on underlying blockchain architecture?" *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, vol. 70, p. 101280, 2021.
- [32] G. Sladić, B. Milosavljević, S. Nikolić, D. Sladić, and A. Radulović, "A blockchain solution for securing real property transactions: a case study for serbia," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 10, no. 1, p. 35, 2021.
- [33] S. Goundar, "Introduction to blockchains and cryptocurrencies," in *Blockchain Technologies, Applications and Cryptocurrencies: Current Practice and Future Trends*. World Scientific, 2021, pp. ix–xix.
- [34] Y. Hu, Y. G. Hou, L. Oxley, and S. Corbet, "Does blockchain patent-development influence bitcoin risk?" *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, vol. 70, p. 101263, 2021.
- [35] X. Li, Y. Mei, J. Gong, F. Xiang, and Z. Sun, "A blockchain privacy protection scheme based on ring signature," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 76 765–76 772, 2020.
- [36] M. N. M. Bhutta, A. A. Khwaja, A. Nadeem, H. F. Ahmad, M. K. Khan, M. A. Hanif, H. Song, M. Alshamari, and Y. Cao, "A survey on blockchain technology: evolution, architecture and security," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 61 048–61 073, 2021.
- [37] J. Abou Jaoude and R. G. Saade, "Blockchain applications—usage in different domains," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 45 360–45 381, 2019.
- [38] S. Lee and S. Kim, "Blockchain as a cyber defense: Opportunities, applications, and challenges," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 2602–2618, 2021.
- [39] F. Yang, W. Zhou, Q. Wu, R. Long, N. N. Xiong, and M. Zhou, "Delegated proof of stake with downgrade: A secure and efficient blockchain consensus algorithm with downgrade mechanism," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 118 541–118 555, 2019.
- [40] J. Wang, Y. Ding, N. N. Xiong, W.-C. Yeh, and J. Wang, "Gscs: general secure consensus scheme for decentralized blockchain systems," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 125 826–125 848, 2020.
- [41] M. Imran, B. Yao, W. Ali, A. Akhuzada, M. K. Azhar, M. Junaid, and U. Iqbal, "Research perspectives and challenges of blockchain for data-intensive and resource-constrained devices," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 38 104–38 122, 2022.
- [42] D. Wang, Y. Zhu, Y. Zhang, and G. Liu, "Security assessment of blockchain in chinese classified protection of cybersecurity," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 203 440–203 456, 2020.
- [43] F. Lin and M. Qiang, "The challenges of existence, status, and value for improving blockchain," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 7747–7758, 2018.
- [44] Q. Tang, "Towards using blockchain technology to prevent diploma fraud," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 168 678–168 688, 2021.
- [45] M. Debe, K. Salah, R. Jayaraman, I. Yaqoob, and J. Arshad, "Trustworthy blockchain gateways for resource-constrained clients and iot devices," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 132 875–132 887, 2021.
- [46] A. Nasir, K. Shaikat, K. I. Khan, I. A. Hameed, T. M. Alam, and S. Luo, "What is core and what future holds for blockchain technologies and cryptocurrencies: A bibliometric analysis," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 989–1004, 2020.

- [47] S. E. Chang and Y. Chen, "When blockchain meets supply chain: A systematic literature review on current development and potential applications," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 62 478–62 494, 2020.
- [48] P. M. Dhulavvagol, V. H. Bhajantri, and S. Totad, "Blockchain ethereum clients performance analysis considering e-voting application," *Procedia Computer Science*, vol. 167, pp. 2506–2515, 2020.
- [49] F. Muheidat, D. Patel, S. Tammisetty, A. T. Lo'ai, and M. Tawalbeh, "Emerging concepts using blockchain and big data," *Procedia Computer Science*, vol. 198, pp. 15–22, 2022.
- [50] M. Haddara, J. Norveel, and M. Langseth, "Enterprise systems and blockchain technology: The dormant potentials," *Procedia Computer Science*, vol. 181, pp. 562–571, 2021.
- [51] A. A. Amponsah, A. F. Adekoya, and B. A. Weyori, "Improving the financial security of national health insurance using cloud-based blockchain technology application," *International Journal of Information Management Data Insights*, vol. 2, no. 1, p. 100081, 2022.
- [52] Y. Abbassi and H. Benlahmer, "Iot and blockchain combined: for decentralized security," *Procedia Computer Science*, vol. 191, pp. 337–342, 2021.
- [53] P. Drakatos, E. Koutrouli, and A. Tsalgatiidou, "Adrestus: Secure, scalable blockchain technology in a decentralized ledger via zones," *Blockchain: Research and Applications*, vol. 3, no. 4, p. 100093, 2022.
- [54] A. R. Sai, J. Buckley, B. Fitzgerald, and A. Le Gear, "Taxonomy of centralization in public blockchain systems: A systematic literature review," *Information Processing & Management*, vol. 58, no. 4, p. 102584, 2021.
- [55] D. Efanov and P. Roschin, "The all-pervasiveness of the blockchain technology," *Procedia computer science*, vol. 123, pp. 116–121, 2018.
- [56] A. Kuzior and M. Sira, "A bibliometric analysis of blockchain technology research using vosviewer," *Sustainability*, vol. 14, no. 13, p. 8206, 2022.
- [57] V. Ooi, S. K. Peng, and J. Soh, "Blockchain land transfers: Technology, promises, and perils," *Computer Law & Security Review*, vol. 45, p. 105672, 2022.
- [58] M. D. Praveen, S. Totad, M. Rashinkar, R. Ostwal, S. Patil, and P. M. Hadapad, "Scalable blockchain architecture using off-chain ipfs for marks card validation," *Procedia Computer Science*, vol. 215, pp. 370–379, 2022.
- [59] K. L. Jones, "Blockchain: Building consensus and trust across the space sector," in *35th Space Symposium, Technical Track, Colorado Springs, Colorado*, vol. 4, no. 8, 2019, p. 19.
- [60] D. Larimer, "Delegated proof-of-stake (dpos)," *Bitshare whitepaper*, vol. 81, p. 85, 2014.
- [61] M. A. Kumar, V. Radhesyam, and B. Srinivasarao, "Front-end iot application for the bitcoin based on proof of elapsed time (poet)," in *2019 Third International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC)*. IEEE, 2019, pp. 646–649.
- [62] K. Sharma and D. Jain, "Consensus algorithms in blockchain technology: a survey," in *2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*. IEEE, 2019, pp. 1–7.
- [63] K. Karantias, A. Kiayias, and D. Zindros, "Proof-of-burn," in *International conference on financial cryptography and data security*. Springer, 2020, pp. 523–540.
- [64] M. Castro, B. Liskov *et al.*, "Practical byzantine fault tolerance," in *OsDi*, vol. 99, no. 1999, 1999, pp. 173–186.
- [65] E. Buchman, "Tendermint: Byzantine fault tolerance in the age of blockchains," Ph.D. dissertation, University of Guelph, 2016.
- [66] D. Ongaro and J. Ousterhout, "In search of an understandable consensus algorithm," in *2014 USENIX Annual Technical Conference (Usenix ATC 14)*, 2014, pp. 305–319.
- [67] S. Morishima, "Scalable anomaly detection in blockchain using graphics processing unit," *Computers & Electrical Engineering*, vol. 92, p. 107087, 2021.
- [68] A. Kumar, A. K. Singh, I. Ahmad, P. Kumar Singh, P. K. Verma, K. A. Alissa, M. Bajaj, A. Ur Rehman, and E. Tag-Eldin, "A novel decentralized blockchain architecture for the preservation of privacy and data security against cyberattacks in healthcare," *Sensors*, vol. 22, no. 15, p. 5921, 2022.
- [69] Y. Wang, D.-K. Kim, and D. Jeong, "A survey of the application of blockchain in multiple fields of financial services," *Journal of Information Processing Systems*, vol. 16, no. 4, pp. 935–958, 2020.
- [70] E. Prasad, "After the fall: Bitcoin's true legacy may be blockchain technology," *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 78, no. 4, pp. 187–190, 2022.
- [71] R. L. Rana, P. Giungato, A. Tarabella, and C. Tricase, "Blockchain applications and sustainability issues," *Amfiteatru Economic*, vol. 21, no. 13, pp. 861–870, 2019.
- [72] P. Jacobetty and K. Orton-Johnson, "Blockchain imaginaries and their metaphors: Organising principles in decentralised digital technologies," *Social Epistemology*, pp. 1–14, 2022.
- [73] P. Garcia Bringas, I. Pastor-López, and G. Psaila, "Blockchain platforms in financial services: Current perspective," *Business Systems Research: International journal of the Society for Advancing Innovation and Research in Economy*, vol. 11, no. 3, pp. 110–126, 2020.
- [74] G. Habib, S. Sharma, S. Ibrahim, I. Ahmad, S. Qureshi, and M. Ishfaq, "Blockchain technology: Benefits, challenges, applications, and integration of blockchain technology with cloud computing," *Future Internet*, vol. 14, no. 11, p. 341, 2022.
- [75] S. Punathumkandi, V. M. Sundaram, and P. Panneer, "Interoperable permissioned-blockchain with sustainable performance," *Sustainability*, vol. 13, no. 20, p. 11132, 2021.
- [76] M. M. Khan, N. T. RoJa, F. A. Almallki, and M. Aljohani, "Revolutionizing e-commerce using blockchain technology and implementing smart contract," *Security and Communication Networks*, vol. 2022, 2022.
- [77] P. Swathi and M. Venkatesan, "Scalability improvement and analysis of permissioned-blockchain," *ICT Express*, vol. 7, no. 3, pp. 283–289, 2021.
- [78] D. Andolfatto and F. M. Martin, "The blockchain revolution: Decoding digital currencies," *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 2022.
- [79] Y. Huang, H. Wang, L. Wu, G. Tyson, X. Luo, R. Zhang, X. Liu, G. Huang, and X. Jiang, "Understanding (mis) behavior on the eosio blockchain," *Proceedings of the ACM on Measurement and Analysis of Computing Systems*, vol. 4, no. 2, pp. 1–28, 2020.
- [80] D. L. Dinesha and P. Balachandra, "Conceptualization of blockchain enabled interconnected smart microgrids," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 168, p. 112848, 2022.
- [81] L. Yi, X. Dong, D. Grenier, K. Wang, and Y. Wang, "Research progress of bacterial quorum sensing receptors: Classification, structure, function and characteristics," *Science of The Total Environment*, vol. 763, p. 143031, 2021.