

**PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE PLATAFORMAS *BLOCKCHAIN*
PERTINENTES PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA EMPRESA NAMTRIK
DEVELOPMENT**



DIANA SOFIA QUIÑONEZ CASAS

Trabajo de grado en modalidad de práctica profesional en Ingeniería Electrónica y
Telecomunicaciones

Director

Ing. Ricardo Antonio Zambrano Segura

Asesor

Ing. Cristhiam Gabriel Fernández Ruales

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones Departamento de
Telecomunicaciones
Popayán, 2021

DIANA SOFIA QUIÑONEZ CASAS

**PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE PLATAFORMAS *BLOCKCHAIN*
PERTINENTES PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA EMPRESA NAMTRIK
DEVELOPMENT**

Trabajo de grado presentado a la Facultad de Ingeniería Electrónica y
Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca para la obtención del Título de
Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones

Director
Ing. Ricardo Antonio Zambrano Segura

Asesor
Ing. Cristhiam Gabriel Fernández Ruales

Popayán, 2021

Agradecimientos

Me siento infinitamente agradecida con la vida por darme la oportunidad de formarme como una profesional íntegra, con mis padres y hermana por apoyarme en todo sentido en este proceso de formación, con la universidad por brindarme todos los conocimientos y experiencias para día a día adquirir bases para enfrentarme al mundo laboral, con cada uno de los docentes que aportaron durante el proceso y por supuesto con mis compañeros con los que compartí día a día la experiencia universitaria.

Igualmente, quiero agradecer a la empresa Namtrik Development por permitirme desarrollar este trabajo de grado en su empresa depositando su confianza en mí y con mi director y asesor por acompañarme y apoyarme en cada etapa del proyecto. Gracias por toda su paciencia, dedicación y por brindarme una mano de amistad más allá del compromiso netamente académico.

Son muchas cosas por las que me siento agradecida pues cada situación, cada persona, cada dificultad contribuyeron a formarme y ser la persona que soy ahora. Todo lo que siento es una infinita gratitud y la quiero expresar profundamente en mi profesión como ingeniería impactando positivamente en la sociedad.

*Diana Sofia Quiñonez Casas
Popayán, 2021*

“Que el trabajo de tus manos sea un signo de gratitud y reverencia a la condición humana”.

Mahatma Gandhi

Contenido

RESUMEN.....	1
CAPÍTULO 1	2
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Contexto	2
1.2. Escenario de motivación.....	3
1.3. Planteamiento del problema	4
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Metodología	6
1.5.1. Fase de preparación	7
1.5.2. Fase de requerimientos	7
1.5.3. Fase de diseño e implementación.....	7
1.5.4. Fase de análisis de resultados.....	8
1.5.5. Fase de documentación.....	8
1.5.6. Cronograma de actividades	8
1.6. Resultados alcanzados.....	9
1.7. Contenido de la monografía.....	9
CAPÍTULO 2	11
2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	11
2.1. Definición de blockchain	11
2.1.1. Propiedades de blockchain	12
2.1.2. Desafíos de blockchain.....	13
2.2. Clasificación de las blockchain	15
2.3. Plataforma blockchain.....	16
2.4. Estandarización para blockchain	17
2.4.1. Arquitectura de referencia para soluciones basadas en Blockchain.....	19
2.5. Aplicaciones de blockchain	22
CAPÍTULO 3	24
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	24
3.1. Modelo de investigación	24
3.1.1. Buscar y explorar	24
3.1.2. Seleccionar y analizar.....	25
3.1.3. Evaluar	26
3.1.4. Verificar	26
3.2. Trabajos relacionados.....	26
3.2.1. Idoneidad de blockchain	26
3.2.2. Selección de plataformas blockchain	28
3.2.3. Procedimientos de selección	28
3.3. Conclusiones de la revisión bibliográfica.....	29
CAPÍTULO 4	31
4. CRITERIOS ÚTILES PARA DETERMINAR LA IDONEIDAD Y LA SELECCIÓN DE PLATAFORMAS BLOCKCHAIN.....	31

4.1. Criterios para determinar la idoneidad de blockchain	31
4.2. Criterios base para la selección de plataformas blockchain	37
CAPÍTULO 5	41
5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN.....	41
5.1. Diseño del procedimiento general y de selección de plataformas.	41
5.1.1. Procedimiento general- Desarrollo de un proyecto que tiene como tecnología candidata blockchain	42
5.1.2. Sub-procedimiento - Selección de plataformas blockchain pertinentes para la toma de decisiones en Namtrik Development	44
5.2. Construcción del procedimiento de selección de plataformas.	47
5.3. Descripción de los criterios utilizados en el procedimiento de selección	53
5.3.1. Proveedor BaaS	53
5.3.2. Características técnicas	55
5.3.2. Comunidad	57
5.3.3. Requisitos no funcionales o de calidad	59
5.4. Descripción de procedimiento de selección.	62
5.4.1. Selección de plataformas dado el sector de aplicación	62
5.4.2. Seleccionar filtros.....	65
5.4.3. Priorizar criterios del filtro seleccionado mediante AHP	65
5.4.4. Calificar las plataformas según la forma de evaluación propuesta para cada criterio.....	67
5.4.5. Definir valores umbrales para cada criterio	79
5.4.6. Filtrar por criterio de acuerdo con el peso y valor umbral	79
5.4.7. Calificar las plataformas para cada criterio del grupo de criterios restante .	79
5.4.8. Realizar ponderación de plataformas mediante AHP	79
5.4.9. Elegir plataforma con la mayor puntuación	80
CAPÍTULO 6	81
6. IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS	81
6.1. Descripción del estudio de caso	81
6.2. Implementación del procedimiento de selección	82
6.2.2.1. Selección de plataformas dado el sector de aplicación	85
6.2.2.2. Selección de filtros.....	86
6.2.2.3. Priorizar criterios del filtro seleccionado mediante AHP	86
6.2.2.4. Calificar las plataformas según la forma de evaluación propuesta para cada criterio	87
6.2.2.5. Definir valores umbrales para cada criterio	87
6.2.2.6. Filtrar por criterio de acuerdo con el peso y valor umbral	88
6.3. Evaluación del procedimiento de selección.....	88
CAPÍTULO 7	93
7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	93
7.1. Conclusiones	93
7.2. Trabajos futuros.....	94
BIBLIOGRAFÍA.....	95
ANEXOS	99

Lista de figuras

Figura 1 Representación gráfica general de la propuesta del trabajo de grado, fuente propia	6
Figura 2. Cronograma de actividades, fuente propia.....	8
Figura 3. Arquitectura de referencia de blockchain [47]	20
Figura 4. Casos de uso del mundo real con blockchain [48]	22
Figura 5. Verticales de la tecnología blockchain [20]	23
Figura 6. Modelo de investigación documental (MID), fuente propia.....	24
Figura 7. Pronóstico de valor comercial de blockchain [47].....	32
Figura 8. Diseño BPMN del procedimiento general, fuente propia.	44
Figura 9. Diseño BPMN del procedimiento de selección, fuente propia	46
Figura 10. Proceso Analítico Jerárquico (AHP), fuente propia	51
Figura 11. Entradas y salidas del procedimiento de selección de plataformas, fuente propia	52
Figura 12. Modelo de calidad del producto definido por la ISO/IEC 25010 [67].....	59
Figura 13. Atributos de calidad para evaluar plataformas blockchain basados en la norma ISO/IEC 25010, fuente propia	62
Figura 14. Matriz de comparación "Características técnicas", fuente propia	66
Figura 15. Resultado de pesos y porcentajes obtenidos a partir de la Matriz normalizada - "Características técnicas", fuente propia	66
Figura 16. Gráfica de los porcentajes por criterio - "Características técnicas", fuente propia	67
Figura 17. Matriz de comparación inicial, "características de calidad".....	79
Figura 18. Matriz comparativa de plataformas con respecto a eficiencia de desempeño.	80
Figura 19. Resultado final obtenido mediante el procedimiento de selección de plataformas blockchain.	80
Figura 20. Proyecto "Credit Ledger System"	82
Figura 21. Lista inicial de plataformas.....	86
Figura 22. Priorización de criterios.....	87
Figura 23. Filtrado de plataformas en el estudio de caso.	88

Lista de tablas

Tabla 1. Resultado total de la búsqueda.....	25
Tabla 2. Resultados obtenidos (seleccionar y analizar)	26
Tabla 3. Criterios para definir la idoneidad de blockchain.	35
Tabla 4. Lista inicial de criterios.	39
Tabla 5. Actores del procedimiento general.	42
Tabla 6. Actividades del procedimiento general.....	43
Tabla 7. Actores del procedimiento de selección.	45
Tabla 8. Actividades del procedimiento de selección.	46
Tabla 9. Escala de Saaty	50
Tabla 10. Orden de filtrado propuesto para el procedimiento de selección de plataformas.	52
Tabla 11. Criterios adicionales relacionados con "proveedor BaaS"	55
Tabla 12. Criterios relacionados con "Características técnicas"	55
Tabla 13. Criterios relacionados con "Comunidad"	57
Tabla 14. Sub-criterios relacionados con "adopción".	58
Tabla 15. Criterios a clasificar según la norma ISO/IEC 25010.	60
Tabla 16. Opciones para "proveedor BaaS".....	67
Tabla 17. Opciones para asignar puntuación a las plataformas respecto al proveedor.	69
Tabla 18. Opciones para "contratos inteligentes".....	69
Tabla 19. Opciones para "activo nativo".	70
Tabla 20. Opciones para "DApps".....	70
Tabla 21. Opciones para "acceso a los datos".	70
Tabla 22. Opciones para "permisos entregados".	70
Tabla 23. Opciones para "identificación de participantes".....	71
Tabla 24. Opciones para "sistema de recompensas".	71
Tabla 25. Opciones para "sistema de tarifas".	71
Tabla 26. Opciones para "popularidad".....	72
Tabla 27. Escala de evaluación.	73
Tabla 28. Opciones para "licencia de código".	75
Tabla 29. Opciones para "soporte técnico y/o comunitario".	75
Tabla 30. Opciones para "acceso a documentación".	78
Tabla 31. Opciones para puntuar "Bifurcación".....	78
Tabla 32. Puntos importantes sobre el proyecto "Credit Ledger System".....	82
Tabla 33. Valores umbrales definidos en el estudio de caso.....	88
Tabla 34. Niveles para completar el cuestionario de evaluación.	90

Lista de acrónimos

DLT	Distributed Ledger Technology, Tecnología de Libro Mayor Distribuido
AI	Artificial Intelligence, Inteligencia Artificial
MID	Modelo de Investigación Documental
MCS	Modelo para la Construcción de Soluciones
AHP	Analytic Hierarchy Process, Proceso de Análisis Jerárquico
BaaS	Blockchain as a Service, Blockchain como servicio
PoW	Proof of Work, Prueba de Trabajo
PoS	Proof of Stake, Prueba de Participación
DPoS	Delegated Proof of Stake, Prueba de Participación Delegada
PBFT	Practical Byzantine Fault Tolerance, Tolerancia práctica a fallas bizantinas
FBA	Federated Byzantine Agreement, Acuerdo bizantino federado
PoET	Proof of Elapsed Time, Prueba de tiempo transcurrido
PoA	Proof of Activity, Prueba de Actividad
API	Application Programming Interface, Interfaz de Programación de Aplicaciones
ISO	International Organization for Standardization, Organización Internacional de Estandarización
IoT	Internet of Things, Internet de las Cosas.
TI	Tecnologías de la Información
P2P	Peer to Peer, red de pares
BPMN	Business Process Model and Notation, Modelo y Notación de Procesos de Negocio
QAW	Quality Attribute Workshop, Taller de Atributos de Calidad
DApp	Decentralized Application, Aplicación Descentralizada

Resumen

PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE PLATAFORMAS *BLOCKCHAIN* PERTINENTES PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA EMPRESA NAMTRIK DEVELOPMENT

Namtrik Development S.AS. - Universidad del Cauca

En un exigente entorno económico, la alta competitividad empresarial y el crecimiento exponencial de los desarrollos tecnológicos presionan a las empresas, tanto grandes como medianas y pequeñas, a explorar, construir y contar con herramientas adecuadas para la gestión de sus tecnologías de base, de tal forma que sus productos y servicios respondan adecuadamente a estas exigencias. En este contexto, la tecnología emergente *blockchain* está revolucionando el mundo de los negocios y las empresas desarrolladoras de software están iniciando su exploración para incorporar la tecnología dentro sus posibilidades con el objetivo de liderar los procesos de transformación digital tanto propios como para sus clientes.

En el caso de Namtrik Development, *blockchain* ha sido seleccionada como una de sus tecnologías medulares dadas las características que tiene para brindar soluciones y soportar los requerimientos de sus clientes ya que presenta demanda en la adopción de esta tecnología en proyectos específicos, sin embargo para desarrollar tales proyectos no se tiene una visión clara de cuáles son las mejores alternativas en cuanto a plataformas *blockchain* disponibles para la solución de los problemas en los proyectos desarrollados por esta empresa.

Debido a este escenario, Namtrik Development como empresa de desarrollo software requiere, en pro de brindar las mejores soluciones, contar con un procedimiento que le permita elegir la mejor alternativa en cuanto a plataformas de *blockchain* disponibles y llevar a los proyectos específicos de sus clientes, soluciones ágiles, robustas y pertinentes con sus necesidades y requerimientos.

Por este motivo, se propone un procedimiento para la selección de plataformas *blockchain* que permita a Namtrik Development tomar una buena decisión a la hora de implementar un proyecto con esta tecnología.

Capítulo 1

1. Introducción

1.1. Contexto

En los últimos años, los significativos avances tecnológicos permiten cada vez más disminuir la brecha entre empresas y clientes de los diferentes sectores de la industria. Aun así, siguen existiendo falencias relacionadas con los procesos y la seguridad de la información ya que casi siempre se debe recurrir a terceros o entidades intermediarias. La tecnología *blockchain* aparece como una solución para incrementar la expansión industrial de los mercados y para que las empresas puedan mejorar sus negocios y ofrecer soluciones actualizadas a sus clientes permitiendo, por ejemplo, comercializar una gama más amplia de activos que con los mercados existentes [1], [2], [3].

Dentro del sector industrial y empresarial, *blockchain* ha sido utilizado para proponer un abanico de soluciones las cuales usan solamente algunas herramientas de esta tecnología ya que muchas veces no hacen uso total de lo que puede ofrecer como la descentralización y tokenización. Esto se debe a que dentro del desarrollo empresarial o en algunos casos industrial, la adopción de *blockchain* es aún inmadura [4], [5]. Gartner espera que evolucione rápidamente a lo largo de “*Gartner Blockchain Spectrum*” generando un cambio completo de paradigma y que a partir del año 2023 se vean soluciones completas de *blockchain*, construyendo soluciones en conjunto con el Internet de las Cosas (IoT, *Internet of Things*) y la Inteligencia Artificial (AI, *Artificial Intelligence*) [6].

Aunque las ventajas y oportunidades que ofrece *blockchain* son muchas, es importante resaltar que las empresas que desean incorporar esta tecnología en sus negocios deben superar los desafíos existentes debido a que no es una tecnología madura en su totalidad como se mencionó anteriormente, de hecho falta mucho camino por recorrer y al ser una tecnología disruptiva, se presenta una tendencia a usarla desprovista de fundamento para cualquier proyecto o necesidad presente, pero es necesario hacer un estudio para determinar cómo esta tecnología puede aportar o solucionar un problema específico. *Blockchain*, en su estado completo de madurez, permitirá a las empresas experimentar una transformación completa de sus modelos actuales eliminando intermediarios, reduciendo costos y mejorando la confiabilidad de Internet, y, por lo tanto, habilitando una nueva ola de servicios descentralizados [7], [8], [9].

Blockchain es una gran herramienta para abrir nuevos mercados y al mismo tiempo redirigir el flujo valor existente, disminuyendo el índice de fraudes en la gama de actividades [6]. Es por esto que, la empresa de desarrollo de software Namtrik Development S.A.S requiere de una tecnología que le permita brindar soluciones tecnológicas innovadoras y que sea acorde a proyectos internos de la empresa y de sus clientes, incrementando su productividad. Para ello, la empresa debe contar con una

guía o un procedimiento de selección que le permita determinar si *blockchain* es idóneo o no y en caso de serlo conocer cuál es la plataforma de desarrollo *blockchain* más adecuada para el proyecto a evaluar pues hay una lista amplia de plataformas cada una con características diferentes.

En este trabajo de grado se propone un procedimiento para la selección de plataformas *blockchain* como aporte para que las MIPYME tengan una visión clara de cuál plataforma usar en sus proyectos, con el fin de flexibilizar el proceso de adopción de la tecnología y ofrecer una herramienta fácil y oportuna para que las empresas obtengan el mejor rendimiento en sus soluciones.

Además de proponer el procedimiento de selección, se desarrolla un estudio de caso propuesto por la empresa para poner el procedimiento en práctica permitiendo la incorporación del mismo en un caso de la vida real en las empresas, sirviendo como guía para continuarlo aplicando en proyectos futuros.

1.2. Escenario de motivación

Las implementaciones de *blockchain*, causan una revolución en la forma en la que se ha trabajado en el mercado siempre. Por este motivo, gran cantidad de proyectos y compañías han surgido en torno a esta tecnología emergente tratando de asimilar y proponer soluciones con un enfoque distinto, el enfoque propio que ofrece *blockchain*. Actualmente, son muchas las propuestas, las implementaciones, las plataformas desarrolladas; algunas con mayor recorrido y aplicación en el mercado que otras, pero todas con la iniciativa de ir de la mano y estar actualizados con el mundo tecnológico y beneficiarse de todo lo que ello ofrece [10], [11], [12].

Hay muchos desarrollos emocionantes que llegan al mercado tanto en términos de mejorar la funcionalidad de *blockchain* existente como en la experiencia del consumidor. Sin embargo, dado el ritmo acelerado en que los proyectos están llegando al mercado, es difícil hacer un seguimiento de todos y cada uno de los proyectos y de dónde encaja cada uno en el ecosistema [13].

Según aumenta el interés por la tecnología *blockchain*, se va incrementando el número de proveedores de plataformas *blockchain* pero el panorama de estas se encuentra “fragmentado” lo que causa confusión a la hora de tomar decisiones en las compañías. Por otra parte, se prevé que ninguna plataforma será la dominante en los próximos 5 años ya que cada plataforma ofrece características importantes para proponer variedad de soluciones [14]

Las plataformas de *blockchain* que se han desarrollado hasta el momento facilitan a los programadores desarrollar diversas soluciones entre ellas aplicaciones descentralizadas. Dado que hay una amplia variedad de plataformas *blockchain* disponibles, es de vital importancia elegir la que cumpla con los requisitos del negocio o proyecto a desarrollar [15]. Por ello, muchas empresas requieren de una herramienta

que les permita tomar decisiones rápidas y oportunas para que sus proyectos marchen de la mejor manera ya que la mayoría de veces les cuesta tiempo y por tanto dinero la confusión de no saber que plataforma seleccionar.

Mediante el presente trabajo de grado, se pretende aportar claridad en la idoneidad y selección de plataformas *blockchain* a empresas que inician su exploración con la tecnología mediante proyectos pilotos, principalmente debido a la falta de herramientas detalladas como procedimientos que sirvan como una guía clara para que las empresas puedan aplicar en sus procesos internos lo cual contribuye a alcanzar el cumplimiento de los objetivos establecidos aportando al mismo tiempo la mejora en la adopción de la tecnología a nivel empresarial e industrial.

1.3. Planteamiento del problema

En un exigente entorno económico, la alta competitividad empresarial y el crecimiento exponencial de los desarrollos tecnológicos presionan a las empresas, tanto grandes como medianas y pequeñas, a explorar, construir y contar con herramientas adecuadas para la gestión de sus tecnologías de base, de tal forma que sus productos y servicios respondan adecuadamente a estas exigencias. Las empresas desarrolladoras de software y soluciones informáticas tienen un reto mayor en este sentido, ya que son las encargadas de liderar los procesos de transformación digital tanto propios como para sus clientes.

La empresa de desarrollo de sistemas informáticos Namtrik Development, está constituida como una Sociedad por Acciones Simplificadas, que brinda desarrollo de software a medida para las organizaciones, especializándose desde hace un par de años en soluciones para el sector financiero basadas en las últimas tendencias de diseño, ingeniería y seguridad [16]. Namtrik Development, ha concebido una estrategia empresarial que tiene dos grandes pilares, en primer lugar, el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras que solucionen creativa y efectivamente los problemas de sus clientes y en segundo el desarrollo de productos propios que le den identidad y satisfagan necesidades genéricas en diferentes sectores y mercados.

Actualmente, las empresas de desarrollo además de ofrecer los servicios convencionales, buscan ampliar sus conocimientos en tecnologías claves y de tendencia que traigan beneficio y sean demandadas por sus clientes, además de contar con las herramientas adecuadas para su gestión e incorporación en las soluciones que ofrece. Un ejemplo claro y actual de estas tecnologías, es *blockchain*.

Blockchain es una tecnología emergente, que se ha convertido en una herramienta interesante en la solución de diferentes problemas en la industria, ofrece beneficios importantes para las empresas ya que brinda confianza, al mismo tiempo que reduce costos y minimiza riesgos en sus negocios [5]. Cuando una empresa maneja grandes volúmenes de información en bases de datos y además debe compartirlas para que sean modificadas por diferentes actores en los que no se tiene total confianza y no existen mecanismos para controlar la escritura de sus registros [17], posiblemente

maliciosa o malintencionada; esta empresa, se convierte en una candidata para utilizar en sus soluciones esta tecnología ya que está basada en el manejo de bloques de información independientes en los cuales se pueden realizar (de manera única) y verificar los registros inmediatamente sin necesidad de recurrir a una autoridad central de manera segura [18].

Blockchain brinda una variedad de aplicaciones en diferentes dominios empresariales y sectores económicos como por ejemplo en la banca, seguridad informática, internet de las cosas, gestión de registros electrónicos de pacientes, almacenamiento en la nube, compraventa de propiedades, entre otras.

Varios de los clientes actuales de Namtrik Development, han requerido soluciones para registrar cualquier tipo de transacción y poder hacer seguimientos a activos o pagos en una red de negocios confiable, que ofrezca ahorro de tiempo y costos. Otros clientes requieren específicamente, establecer y configurar unos términos entre dos o más actores para capturar el evento en el que se cumplen dichos términos para que de esta forma se puedan llevar a cabo los puntos establecidos.

En el caso de Namtrik Development, *blockchain* ha sido seleccionada como una de sus tecnologías medulares dadas las características que tiene para brindar soluciones y soportar los requerimientos de sus clientes ya que presenta demanda en la adopción de esta tecnología en proyectos específicos, sin embargo para desarrollar tales proyectos con base en *blockchain* no se tiene una visión de cuáles son las mejores alternativas en cuanto a plataformas disponibles destinadas para la solución de los problemas en los proyectos desarrollados por esta empresa.

Debido a este escenario, Namtrik Development como empresa de desarrollo software requiere, en pro de brindar las mejores soluciones, contar con un procedimiento que le permita elegir la mejor alternativa en cuanto a plataformas de *blockchain* disponibles y llevar a los proyectos específicos de sus clientes, soluciones ágiles, robustas y pertinentes con sus necesidades y requerimientos.

Se llega a la necesidad de realizar una exploración para diseñar o determinar un procedimiento que permita definir la pertinencia de esta tecnología y monitorear la amplia gama de plataformas *blockchain* para realizar una selección de la o las plataformas más adecuadas según los requerimientos de proyectos en Namtrik Development, de esta manera se da solución y garantía a las necesidades de la empresa respecto a la elección de plataformas *blockchain* y así poder aplicarlo a un proyecto específico relacionado posiblemente con contratos inteligentes. Es así como este trabajo de grado en modalidad de práctica profesional se realizará con el objetivo de proponer una solución basada en plataformas *blockchain*, en la figura 1 se muestra de manera gráfica la idea planteada. Por lo tanto, esta propuesta se enfoca en resolver la siguiente pregunta:

¿Cómo monitorear la creciente y amplia gama de plataformas *blockchain* para ofrecer una solución rápida y oportuna a los proyectos de Namtrik Development?

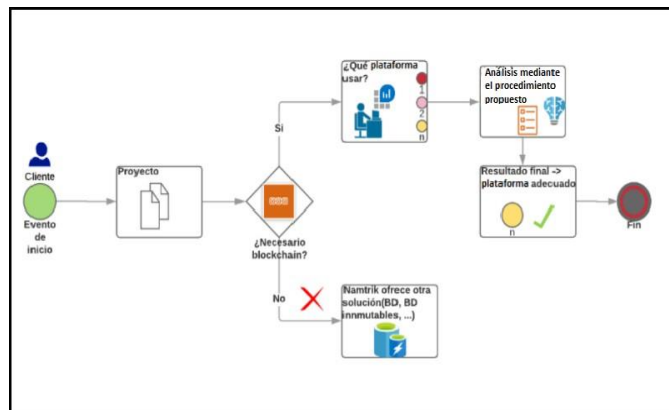


Figura 1 Representación gráfica general de la propuesta del trabajo de grado, fuente propia

1.4. Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos planteados desde el inicio del proyecto para el desarrollo del trabajo de grado en modalidad de práctica profesional.

1.4.1. Objetivo General

Construir un procedimiento para la selección de plataformas *blockchain*, que permitan a Namtrik Development S.A.S. enfrentar sus proyectos.

1.4.2. Objetivos específicos

- Definir criterios y herramientas de inspección apropiadas para decidir inicialmente la aplicabilidad de *blockchain* como tecnología de base para una solución empresarial dada.
- Construir un conjunto de herramientas de inspección, que soporten conceptual y operativamente el procedimiento propuesto.
- Analizar un estudio de caso piloto de un proyecto de firma digital para contratos inteligentes en Namtrik Development, que permita poner en práctica el procedimiento propuesto.

1.5. Metodología

La estructura básica de las actividades propuestas para el desarrollo del presente trabajo, toma como referencia el “Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería” [19]. Dentro de este modelo se incluyen dos componentes los cuales son:

- Modelo de Investigación Documental (MID): consiste en la selección de información adecuada que provea una aproximación satisfactoria a una buena síntesis del conocimiento, obteniendo de esta manera, una base sólida de la cual partir para

continuar con el desarrollo de la práctica empresarial.

- Modelo para la Construcción de Soluciones (MCS): tiene como propósito lograr la construcción de soluciones de calidad, las cuales sean oportunas para el objetivo planteado y que cumplan con una amplia competitividad en cuanto a costos. Este modelo brinda enriquecimiento en la base del conocimiento y es útil para contribuir con trabajos futuros de una organización.

A continuación, se realiza un resumen de actividades para cada una de las fases de trabajo propuestos. En la Figura 2, se presenta el cronograma de actividades desarrollado durante la ejecución del proyecto.

1.5.1. Fase de preparación

- Recopilación de información sobre *blockchain* (tipos, aplicaciones, contexto a nivel industrial, desafíos, etc).
- Recopilación de información sobre la pertinencia de *blockchain* en casos de aplicación.
- Recopilación de información sobre plataformas de *blockchain*.
- Recopilación de información sobre modelos de negocio basados en *blockchain*.
- Recopilación de información sobre estándares para blockchain o arquitecturas establecidas.
- Recopilación de información sobre contratos inteligentes.
- Recopilación de información sobre criterios para la selección de plataformas *blockchain*.
- Recopilación de información sobre construcción de procedimientos.

1.5.2. Fase de requerimientos

- Corroborar los requerimientos de Namtrik Development.
- Construir una base teórica sobre *blockchain*.
- Selección de un estándar de *blockchain*.
- Definición de modelos de negocios basados en *blockchain*.
- Definición de criterios para identificar la idoneidad de *blockchain*.
- Definición de sectores en los que ya se ha explorado la aplicación de *blockchain*.
- Definición de criterios para la selección de plataformas *blockchain*.
- Depuración y agrupación de criterios seleccionados.

1.5.3. Fase de diseño e implementación

- Diseñar mediante BPMN los procedimientos de manera general.
- Diseñar el diagrama de flujo para decidir la idoneidad de *blockchain*.
- Diseñar el procedimiento para selección de plataformas *blockchain*.
- Desarrollar el estudio de caso propuesto por Namtrik Development.
- Verificar el cumplimiento de los requerimientos iniciales.

1.5.4. Fase de análisis de resultados

- Análisis de los resultados obtenidos durante la implementación del procedimiento propuesto.
- Análisis de los resultados obtenidos al implementar el estudio de caso propuesto.

1.5.5. Fase de documentación

- Realización de un informe sobre el estudio de caso propuesto.
- Realización de la monografía en la que se presenta todo el diseño del procedimiento, el desarrollo de un estudio de caso particular y los resultados obtenidos.

1.5.6. Cronograma de actividades

NÚMERO EDT	TÍTULO DE LA TAREA												
		Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Ago	Sep		
1	Fase preparación												
1.1	Recopilación de información sobre blockchain (tipos, aplicaciones, contexto a nivel industrial, desafíos, etc)	█											
1.2	Recopilación de información sobre la pertinencia de blockchain en casos de uso.	█											
1.3	Recopilación de información sobre plataformas de blockchain.		█										
1.4	Recopilación de información sobre modelos de negocio basados en blockchain.		█										
1.5	Recopilación de información sobre estándares para blockchain o arquitecturas establecidas.			█									
1.6	Recopilación de información sobre contratos inteligentes.				█								
1.7	Recopilación de información sobre criterios para la selección de plataformas blockchain.					█							
1.8	Recopilación de información sobre construcción de procedimientos.						█						
2	Fase de requerimientos												
2.1	Corroborar los requerimientos de Namtrik Development.												
2.2	Construir una base teórica sobre blockchain.												
2.3	Selección de un estándar de blockchain.												
2.4	Definición de modelos de negocios basados en blockchain.												
2.5	Definición de criterios para identificar la idoneidad de blockchain.												
2.6	Definición de sectores en los que ya se ha explorado la aplicación de blockchain.												
2.7	Definición de criterios para la selección de plataformas blockchain.												
2.8	Depuración y agrupación de criterios seleccionados.												
3	Fase de diseño e implementación												
3.1	Diseñar mediante BPMN los procedimientos de manera general.												
3.2	Diseñar el diagrama de flujo para decidir la idoneidad de blockchain												
3.3	Diseñar el procedimiento para selección de plataformas blockchain.												
3.4	Desarrollar el caso de estudio propuesto.												
3.5	Verificar el cumplimiento de los requerimientos iniciales.												
4	Análisis de resultados												
4.1	Análisis de los resultados obtenidos durante la implementación del procedimiento propuesto.												
4.2	Análisis de los resultados obtenidos al implementar el caso de estudio propuesto.												
5	Documentación												
5.1	Realización de un informe sobre el caso de estudio propuesto.												
5.2	Realización de la monografía en la que se presenta todo el proceso detallado y reuniones con el asesor y el director del trabajo de grado.												

Figura 2. Cronograma de actividades, fuente propia

1.6. Resultados alcanzados

En el proyecto concluido se lograron los siguientes resultados:

- Creación de un marco teórico en el que se muestra la terminología empleada en el desarrollo del proyecto, el cual se constituye como base para desarrollar los tres objetivos específicos propuestos.
- Síntesis de la revisión bibliográfica, donde se muestra la bibliografía relacionada y empleada con el desarrollo del proyecto útil para cumplir cada uno de los objetivos específicos.
- Documentación sobre los criterios que determinan la idoneidad de la tecnología apoyada en un diagrama de flujo que permite de manera visual evaluar el proyecto. Este resultado alcanzado apunta al cumplimiento del primer objetivo específico.
- Listado de plataformas *blockchain* agrupadas por sector de aplicación el cual es apropiado para lograr el cumplimiento del segundo objetivo específico.
- Implementación de un estudio de caso con base en el procedimiento de selección propuesto, el cual apunta al tercer objetivo específico.
- Manual de instrucciones para la toma adecuada de decisiones a la hora de seleccionar plataformas *blockchain*, junto con herramientas como plantillas que dan soporte al procedimiento de selección para dar cumplimiento al segundo objetivo específico.

1.7. Contenido de la monografía

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN.

Definición del problema y la estructura general del desarrollo del trabajo de grado en modalidad de práctica profesional.

Capítulo 2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

Presenta un marco teórico en el que se muestra la terminología empleada en el desarrollo del proyecto.

Capítulo 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

En el cual se presenta un resumen de los trabajos relacionados existentes y experiencias previas de otras empresas o investigadores en la selección de plataformas *blockchain*.

Capítulo 4. CRITERIOS ÚTILES PARA DETERMINAR LA IDONEIDAD Y LA SELECCIÓN DE PLATAFORMAS *BLOCKCHAIN*.

Se presenta el conjunto de criterios encontrados para la selección de plataformas *blockchain* en el análisis de la revisión bibliográfica y criterios para definir la idoneidad de la tecnología mediante un diagrama de flujo.

Capítulo 5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN.
Se presenta e ilustra el procedimiento para la selección de plataformas *blockchain* con base en los criterios encontrados.

Capítulo 6. PRUEBAS Y RESULTADOS
En donde se expone la adecuación del procedimiento propuesto al estudio de caso.

Capítulo 7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.
Por último, se analizan los resultados del trabajo realizado, se detallan las principales contribuciones obtenidas durante el ciclo del proyecto y se expone un conjunto de recomendaciones importantes para el desarrollo de trabajos futuros.

Capítulo 2

2. Conceptos fundamentales

A continuación, se realiza un recorrido por los conceptos que fueron estudiados y empleados para la realización del proyecto. Se presenta la definición de *blockchain*, las propiedades, tipos y otros aspectos que deben ser considerados cuando se inicia una exploración de la tecnología.

2.1. Definición de *blockchain*

Bitcoin fue reconocida por primera vez en el 2008 por un documento escrito por “Satoshi Nakamoto”. Esta nueva herramienta permitía hacer pagos online directamente entre las partes sin necesidad de un intermediario. En esta época, Bitcoin tuvo su momento de esplendor, aunque solo fuera la muestra de un sin número de aplicaciones a las que podía ser aplicada la tecnología en la que estaba basada. Una nueva tecnología realmente revolucionaria la cual es reconocida actualmente como *blockchain* [20].

En su primera etapa de desarrollo, *blockchain* ha sido reconocida popularmente por las criptomonedas como Bitcoin como se mencionó anteriormente, pues fue el pionero en el uso de esta tecnología, pero solo es una de las muchas aplicaciones que usan en la actualidad *blockchain*. Se sabe que su aplicabilidad va mucho más allá de esto pues se ha explorado que en la industria puede llegar a ser usada en muchos campos tales como servicios financieros, gobierno, salud, gestión de identidad, entre otros [21], [22].

Blockchain, es una cadena de bloques como su nombre lo indica o comúnmente definido como un libro de contabilidad compartido [23], [24]. Cada bloque almacena información que en muchos casos son las transacciones realizadas entre usuarios [25]. Todos los bloques están conectados entre sí, esto permite que sea muy baja la probabilidad de alterar el orden de los bloques o eliminarlos pues cada nuevo bloque tiene el hash o “huella dactilar” del bloque anterior. Además, esta cadena de bloques está distribuida entre todos los nodos participantes de la red los cuales deben verificar cada bloque nuevo que ingresará a la cadena de bloques, evitando la necesidad de una entidad central o tercero [26].

La *blockchain* almacena toda la información en un sistema de registro, cualquier tipo de intercambio de datos se denomina “transacción”. Anteriormente, *blockchain* solo estaba destinada a la transacción de monedas digitales, pero ahora también puede usar otras formas de datos. Todos los usuarios de la red se denominan “nodos” y obtienen una copia del registro actualizado. Además, cada nodo tiene una forma diferente de comunicarse entre sí, este mecanismo de consenso varía de *blockchain* a *blockchain* [27].

Blockchain se define como la nueva capa de valor de Internet, la cual agrega la llamada

trinidad de Ts2 (confiabilidad, transparencia y trazabilidad) a cualquier transacción web de clase de activo (información / datos y bienes físicos) que se puede autenticar, validar, rastrear y registrar en un sistema de contabilidad digital distribuido de igual a igual. Estas características únicas abren nuevas posibilidades para servicios y aplicaciones, impulsando la capacidad actual de Internet. *Blockchain*, particularmente dentro de una definición amplia de DLT (*Distributed Ledger Technology*), se considera una tecnología habilitadora de nuevos sistemas y procesos empresariales de TI [7].

2.1.1. Propiedades de *blockchain*

Esta tecnología ofrece varias capacidades que generan grandes beneficios, una de ellas es la confianza entre los participantes de la red pues no hay necesidad de recurrir a un tercero para validar y realizar una transacción, sino que basta con que todos los nodos lleguen a un consenso para validar cada transacción [28]. En general, los beneficios que trae la incorporación de esta tecnología se refleja en las siguientes propiedades obtenidas de [29], [30], [31] que ofrece la tecnología:

- **Distribución:** los nodos están distribuidos en la red de tal manera que cada uno tiene una copia completa y actualizada de la *blockchain*. Además, cada nodo tiene la capacidad para interactuar con otros nodos.
- **Descentralización:** no es necesario el control de una entidad central para el funcionamiento de la red, la *blockchain* se basa en los mecanismos de consenso entre todos los participantes. Esta es una característica aún inmadura, debido a que muchas empresas que construyen soluciones en *blockchain* las quieren mantener bajo su control, llamándoles privadas, autorizadas o de consorcio, restringiendo su uso al uso de una sola organización o de empresas conocidas o relacionadas.
- **Tokenización:** es la forma de representar e intercambiar una gama amplia de activos, gracias a la tokenización es posible la comercialización en la *blockchain*.
- **Irreversibilidad e inmutabilidad:** una vez que se ha grabado un dato o se ha realizado una transacción en la cadena de bloques, es imposible de eliminar, o, mejor dicho, es extremadamente fácil darse cuenta de que alguien intenta modificar alguna información.
- **Confianza:** la confianza se basa en la tecnología, los participantes pueden interactuar entre sí, sin necesidad de recurrir a una entidad central, reduciendo al mismo tiempo las probabilidades de falla debido a se trata de una red descentralizada.
- **Integridad:** las transacciones o los datos se registran tal cual en cada bloque de la *blockchain*. Después de haber sido validada por todos los nodos de la red es casi irreversible eliminar o modificar los datos de los bloques.
- **Transparencia y privacidad:** proporciona un balance entre privacidad y transparencia. Transparencia con respecto al estado general de la cadena de

bloques pues permite la verificabilidad pública y privacidad debido a que la *blockchain* no filtra información sobre el estado particular de cada participante.

- Replicación P2P: se refiere que todos los nodos que pertenecen a la red tienen una réplica exacta de la cadena de bloques. Las redes P2P interactúan nodo a nodo sin necesidad de recurrir a un tercero.
- Seguridad: se hace uso de la criptografía para que solo quien sepa descifrarlo pueda acceder a determinado dato o información.
- Cronología: cada bloque de la *blockchain* tiene un *timestamp* o marca de tiempo bajo la cual quedan registradas todas las transacciones de ese bloque.
- Mecanismo de consenso: las actualizaciones en la cadena de bloques se registran después de que todos los nodos de la red han llegado a un consenso por tanto no existe la posibilidad de que haya un líder que tome las decisiones. Cada conjunto de transacciones aprobadas en un plazo determinado forma un bloque el cual es añadido posteriormente a la cadena de bloques. Este tipo de herramientas, recibe el nombre de Mecanismos de Consenso que tiene como propósito verificar que la información que se añade a la cadena es correcta [23]. Algunos de los mecanismos de consenso usados comúnmente son: PoW (*Proof of Work*), PoS (*Proof of Stake*), DPoS (*Delegated Proof of Stake*), PBFT (*Practical Byzantine Fault Tolerance*), FBA (*Federated Byzantine Agreement*), PoET (*Proof of Elapsed Time*), PoA (*Proof of Activity*), entre otros [32], [33], [34].

2.1.2. Desafíos de *blockchain*

Blockchain propone una transformación en las personas, las cosas, las empresas y la sociedad relacionándolas para mejorar su interacción y desarrollo permitiendo solucionar al mismo tiempo desafíos sociales y ofreciendo un acceso justo a los recursos y oportunidades. Los líderes empresariales que buscan hacer negocios con justicia y privacidad deben sentar las bases para un nuevo modelo económico y social [6]. Para que la tecnología *blockchain* sea incorporada de manera directa en la industria o reemplazar los sistemas existentes, se deben enfrentar los siguientes desafíos [9], [12], [29], [35]:

- Integración: las soluciones ofrecidas por la tecnología requieren grandes cambios en los sistemas y entidades actuales, por ello es necesario que se defina una estrategia para tal evolución tecnológica.
- Adopción cultural: aún no hay la suficiente robustez o claridad sobre la aplicabilidad de *blockchain* lo cual obstaculiza generar bases sólidas para la implementación de la misma. Por otro lado, no hay confianza total o credibilidad en la tecnología sobre todas las capacidades de las que se habla.
- Regulación: es muy importante este punto, pues es necesario que exista una

regulación para que haya una adopción generalizada de la tecnología y una evolución tecnológica. Por otro lado, se hace necesario una regulación a la hora de presentarse alguna disputa para que se pueda resolver legalmente, pero este punto no se ha definido claramente debido a que los nodos de la red *blockchain* están repartidos alrededor del mundo lo cual resulta difícil pues la legislación cambia de un estado a otro. Además, debido a posibles usos maliciosos que se le ha dado a la *blockchain*, algunas entidades gubernamentales no han querido que la tecnología se extienda de manera rápida. A los reguladores les resulta difícil definir un entorno legal dada la complejidad de la tecnología.

- Costo de implementación: es probable que los costos de implementación se eleven debido a que las entidades pueden requerir de personal adecuado y de software nuevo para la implementación de la tecnología, también es posible que se requiera el pago de membresía para unirse a los consorcios que son quienes están trabajando con proyecto generalmente de carácter privado.
- Escalabilidad: aún no está demostrado que las plataformas de *blockchain* puedan soportar gran cantidad de usuarios sin colapsar o que sin la red se retrase en caso de que varios clientes quieran consultar el estado de sus datos, en caso de que se tratara de un banco [29]. La mayoría de redes *blockchain* actuales no están probadas en esa medida. Para mejorar esta condición se podrían tomar en cuenta los siguientes puntos [35]:
 - Transacciones off-chain: llevar gran parte de la actividad transaccional a cadenas laterales que manejen actividades más pequeñas y actualicen a la cadena principal.
 - Redes más pequeñas con pocos nodos: tener menos nodos facilita y agiliza el proceso de consenso entre todos los nodos.
 - Aumento del tamaño del bloque: con el motivo de realizar más transacciones por bloque, ya que al ser así se disminuyen los retrasos causantes del aumento de las tarifas de las transacciones las cuales son tarifas establecidas para que los participantes de las redes *blockchain* públicas puedan registrar transacciones.
- Insuficiente conocimiento o metodología: al ser una tecnología emergente, cada día surgen nuevas soluciones y aplicaciones, lo cual requiere de un estudio permanente sobre las nuevas tendencias de esta tecnología. Al ser muy bajo el conocimiento, muchas empresas o entidades tienen confusión sobre los pasos que deben seguir para implementar *blockchain*. Además, deben tener suficiente conocimiento de la tecnología para poder determinar qué plataforma deben usar para satisfacer con satisfacción sus necesidades. Sin una metodología adecuada, las empresas no pueden ejecutar la tecnología de manera eficiente, lo que las puede llevar a inconvenientes e incógnitas.
- Seguridad: dado que esta tecnología no está completamente madura, se pueden presentar muchas oportunidades para que los intrusos puedan atacar. Se presenta

por un lado inseguridad de la tecnología por ser emergente y al mismo tiempo inseguridad de implementación por el insuficiente conocimiento que tienen las entidades o empresas. Por ello, se presentan casos en los que se prefiere implementar redes privadas, pero estas presentan ciertas restricciones que en las públicas no se dan.

- **Actividad criminal:** la tecnología está siendo utilizada para fines criminales como lavado de dinero. Se hace necesario alejar los temores y a los actores que hacen uso de las plataformas para llevar a cabo sus planes delictivos.
- **Interoperabilidad:** hay muchas plataformas de *blockchain* y cada una se tiende a enfocar para ofrecer ciertas soluciones. Hay una cierta desconexión entre ellas ya que a la hora de navegar entre ellas no hay interoperabilidad o compatibilidad, restringiendo la comunicación entre usuarios de diferentes plataformas.
- **Privacidad de datos:** la mayoría de las empresas no apreciaría el caso en el que cualquier persona pueda ver sus datos, lo que podría ser bastante sensible a su negocio principal.
- **Falta de socios:** *blockchain* es relativamente novedosa y comprender sus principios básicos requiere la asistencia de aquellos que ya tienen conocimientos. Sin embargo, obtener el socio adecuado es problemático, dado que los pocos disponibles están completamente estirados con la demanda. Por lo tanto, no es probable obtener el tipo correcto de soluciones.

2.2. Clasificación de las *blockchain*

Las cadenas de bloques se clasifican según el acceso a los datos establecidos o según los permisos entregados. A continuación, se describe esta clasificación obtenida a partir de [36], [37], [38]:

Según el acceso a los datos:

- **Públicas:** en este tipo de *blockchain* no hay restricciones para participar, tanto en la lectura como en la escritura de sus datos.
- **Privadas:** son aquellas en las que tanto la escritura como la lectura de los datos están limitadas a una lista predefinida de participantes conocidos y de confianza.
- **Federadas o de consorcio:** está basada en el gobierno de varias organizaciones, es una red privada descentralizada.
- **Híbridas:** son similares a las federadas, en donde hay libertad y acceso controlado al mismo tiempo. Los miembros del sistema pueden decidir qué usuarios pueden participar y cuáles no. Además, también pueden decidir qué transacción necesitan

hacer pública. Por lo general, las transacciones no son propiedad pública. Pero para la verificación, pueden hacerse de dominio público. Se generan los bloques en la red privada y posteriormente se almacenan en la *blockchain* pública.

Según los permisos entregados:

- **Con permisos:** también conocidos como permissioned, en esta la tarea de procesar transacciones es llevada a cabo por una lista de participantes conocidos. Por ello, generalmente no necesitan tokens nativos. En este tipo de *blockchain* los nodos requieren de un permiso para poder ver el estado de la cadena e interactuar dentro de ella, como ofrece una red más pequeña y con más control en cuanto a la participación puede llegar a ser mucho más rápida, segura y eficiente, pero distorsiona el concepto fundamental de *blockchain* que es la descentralización pues para otorgar esos permisos se vuelve en gran medida centralizada.
- **Sin permisos:** o permissionless son aquellas en las que no existen restricciones a la hora de procesar transacciones y crear bloques, cualquier persona puede enviar transacciones y participar en el proceso de consenso. Si la cadena de bloque es grande requiere de bastante energía y tiempo además de requerir de que cada nuevo nodo se sincronice con la cadena, por estos motivos se trata de una *blockchain* completamente descentralizada. Este tipo de cadenas de bloques necesitan tokens nativos para proveer incentivos a los usuarios y que éstos mantengan el sistema.

2.3. Plataforma *blockchain*

De acuerdo a la literatura [39], [40], [41] el término *plataforma blockchain* se puede definir como una herramienta que permite construir aplicaciones o soluciones tales como DApps (*Decentralized Applications*), contratos inteligentes, sistemas basados en transacciones P2P, entre otros, basadas en *blockchain*; la cual ofrece características propias para simplificar el desarrollo, implementación y soporte en la construcción de una solución dada. Ethereum, Hyperledger Fabric, R3 Corda, Ripple, Stellar y Corda son algunos ejemplos de plataformas *blockchain*.

Por otra parte, es importante resaltar que "*las plataformas de blockchain son plataformas emergentes y, en este punto, casi indistinguibles en algunos casos de la tecnología de blockchain básica*" según Adrian Lee, director de investigación senior de Gartner [42]. Por otra parte, se prevé que ninguna plataforma *blockchain* será la dominante en los próximos 5 años ya que cada plataforma ofrece características importantes para proponer variedad de soluciones [43].

2.4. Estandarización para *blockchain*

Los estándares desempeñan un papel importante para garantizar la interoperabilidad entre múltiples implementaciones de *DLT/Blockchain* y al hacerlo se podría ayudar a reducir el riesgo de un ecosistema fragmentado [44].

Por supuesto, en la actualidad hay esfuerzos encaminados al desarrollo de dicha estandarización y muchas propuestas ya están funcionando a nivel de arquitectura, transmisión de datos, entre otros. Por ejemplo, IBM y Microsoft están implementando estándares de datos desarrollados por GS1, una organización líder mundial de estándares, en sus respectivas aplicaciones de *blockchain* empresarial para clientes de la cadena de suministro. Ciertamente, hay varios esfuerzos de estandarización de *blockchain* en curso, pero también hay muchas facetas de la tecnología e innumerables problemas específicos de la industria que requieren sus propios estándares [7]. La falta de estándares e interoperabilidad entre varias plataformas y soluciones de *blockchain* es un gran desafío.

Un nuevo comité técnico de ISO ha definido áreas para el trabajo de estandarización futuro. ISO/TC 307 *blockchain* y *DLT* es uno de los esfuerzos de estándares globales más activos, la reunión inaugural de ISO TC 307 *blockchain* y las tecnologías de libro electrónico distribuido recientemente celebrada en Sydney, Australia, reunió a expertos internacionales de más de 30 países para establecer el curso futuro de la estandarización en esta área. Describen los esfuerzos de estandarización definidas en cuatro categorías amplias de estándares *DLT/blockchain*, clasificadas en puntos de vista, nivel de profundidad, límites y puntos de demarcación. Sin embargo, muchos de los proyectos enfocados en esta estandarización proyectan ser finalizados en los próximos dos años.

Diferentes países han desarrollado regulaciones que son específicas para cada uno de ellos, pero se hace necesario el desarrollo de estándares globales que faciliten la interoperabilidad y la escalabilidad a nivel mundial. Los países que han desarrollado sus propios estándares son [20]:

- China: a pesar de que este país ha prohibido definitivamente la inversión en ICO y el acceso de internet a todo tipo de comercialización con criptomonedas, su gobierno ha estado trabajando en la construcción de estándares nacionales para implementaciones de tecnología *blockchain* en múltiples sectores que abarcan varios diseños descentralizados. Este país, ha constituido un comité formado por varios entes gubernamentales nacionales llamado *Comité de Normalización de Blockchain y Tecnología de Contabilidad Distribuida*.
- Estados Unidos: está en el proceso de creación de estándares para alentar y proteger a las empresas para la innovación tecnológica con *blockchain* pero también tiene varias restricciones o más bien hace un seguimiento muy estricto cuando se trata de inversiones en ICO para proyectos. Hace tres años, inició una nueva ola donde se

centran en *blockchain* como tecnología de desarrollo para servicios públicos y privados más que todo dentro del sector de estado y gobierno.

- Unión europea: está a disposición para el desarrollo de la tecnología, tanto es así que han establecido la *Asociación Europea de Blockchain*, constituida por 22 países europeos para cooperar y retroalimentarse entre sí, al mismo tiempo que prepararse para lanzar aplicaciones basadas en *blockchain* para la UE que beneficie a sus sectores público y privado. La Comisión Europea busca explorar el potencial de la tecnología *blockchain* para mejorar los servicios europeos transfronterizos.
- Malta: es el primer país en proporcionar un conjunto oficial de regulaciones para operadores en *blockchain*, criptomonedas y espacio *DLT*. Sus 3 proyectos de ley son:
 - Ley MDIA: establece la Autoridad de Innovación Digital de Malta y certifica las plataformas *DLT* para brindar seguridad jurídica a los usuarios que deseen utilizar una plataforma *DLT*.
 - Ley ITAS: se ocupa de los acuerdos y certificaciones *DLT* de las plataformas *DLT*, centrado principalmente en compañías e inversiones en el campo de las criptomonedas.
 - Ley VFA: establece el régimen regulatorio que rige las *ICO*, los intercambios de criptomonedas, etc.
- Japón: Japón reconoce que se pueden usar criptomonedas o monedas virtuales para comprar productos o activos, además solicita a los ciudadanos cuando requieran hacer cambio de monedas registrarse en el país que financia. Japón está mucho más abierto a este tema de criptomonedas ya que el gobierno, las empresas tecnológicas y financieras están aumentando su inversión. El gobierno japonés busca llevar esta tecnología inicialmente para unificar todos los registros de propiedades y tierras en áreas urbanas, agrícolas y forestales en un solo libro de contabilidad.
- Australia: está implementando medidas regulatorias lo que indica que las cosas están pasando a una fase más seria, además tanto empresas privadas como estatales están implementando la tecnología para los derechos de energía solar, necesidades de viaje, gestión de la cadena de suministro para productos trigo y minerales y banca.
- India: hasta ahora este país ha tomado medidas serias contra las criptomonedas pero está muy abierto a explorar la tecnología *blockchain*. Sin embargo, recientemente el gobierno emitió un panel en el cual se precisa que se podría usar el comercio de criptomonedas para explorar la tecnología *blockchain* siempre y cuando se base en estándares nacionales, además que varios estados indios están viendo cómo incorporar para generar un gobierno electrónico. Algunos (muy pocos) estados han introducido la tecnología en áreas de inclusión financiera, registros de tierras, financiamiento de la cadena de suministro, seguros de bienes y granjas y registro de vehículos motorizados.

2.4.1. Arquitectura de referencia para soluciones basadas en *blockchain*

Los líderes empresariales evidencian el potencial de *blockchain* para remodelar las industrias. Pero para la mayoría de las empresas, los obstáculos han mantenido el valor de *blockchain* más prospectivo que real, y la adopción comercial hasta ahora sigue siendo limitada. Según un estudio de Deloitte, “*el repositorio de código basado en la nube GitHub presenta más de 6,500 proyectos de blockchain activos que usan diversas plataformas con múltiples lenguajes de codificación, protocolos, mecanismos de consenso y medidas de privacidad*”. La estandarización podría ayudar a las empresas a colaborar en el desarrollo de aplicaciones, valide las pruebas de concepto y comparta soluciones de *blockchain*, además de facilitar la integración con los sistemas existentes [45].

Además, es necesario contar con un modelo de referencia estándar que defina la arquitectura de la tecnología *blockchain* ya que es importante para identificar sus diferentes componentes y así poder definir criterios iniciales para evaluar las plataformas de *blockchain*, criterios que sean aplicables de manera general a las diferentes plataformas *blockchain* existentes. Actualmente, el mercado de *blockchain* está completamente fragmentado, y no existe una estandarización consistente entre las diferentes tecnologías y plataformas para abordar estos problemas [7], es poco probable que haya un solo estándar de facto, pero aun así se hace necesario de algunos estándares que establezcan un modelo base para esta tecnología emergente. En la búsqueda de literatura que permita encontrar un estándar adecuado, se encuentran algunos o más bien datos pocos claros a la hora de partir de este punto.

El artículo *Cloud Customer Architecture for Blockchain* propuesto por IBM, presenta los componentes necesarios para una empresa que participa en una solución de *blockchain*. La arquitectura de referencia se expresa en tres redes: pública, en la nube y empresarial como se muestra en la figura 4. Si bien no se requiere la computación en la nube para admitir plataformas, servicios o redes de *blockchain*, se recomienda usar la nube debido a su elasticidad, rendimiento y características de red. A continuación, se listan los componentes de la arquitectura *blockchain* de referencia los cuales pueden ser usados en cualquiera de las redes nombradas anteriormente, según las necesidades propias de la solución [46]:

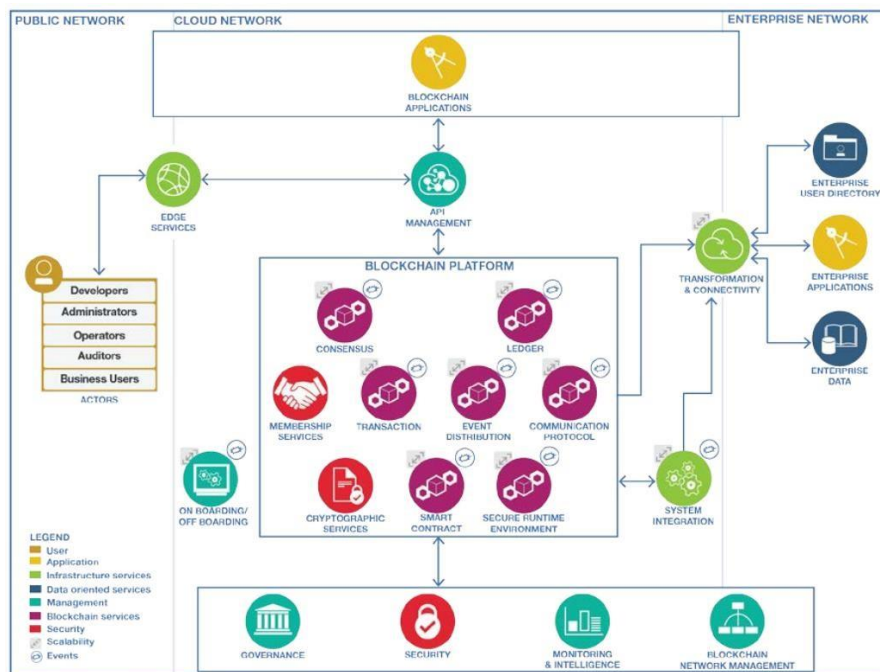


Figura 3. Arquitectura de referencia de blockchain [47]

- Usuarios: son los actores involucrados en la realización y distribución de una *blockchain*. Los usuarios pueden ser: desarrolladores, administradores, operadores o usuarios comerciales.
- Aplicaciones: usadas para presentar las funcionalidades a los usuarios finales de la *blockchain*. Las aplicaciones pueden adoptar muchas formas, incluidas las aplicaciones web (con código centralizado en un servidor estrechamente asociado con el nodo de la cadena de bloques), o aplicaciones que se ejecutan en el dispositivo del usuario final, potencialmente conectado a servicios de aplicaciones del lado del servidor. Las aplicaciones y servicios de *blockchain* interactúan con la plataforma *blockchain* utilizando las API que ofrece la plataforma
- Plataforma *blockchain*: ofrece capacidades esenciales para soluciones *blockchain*. Cada plataforma *blockchain* se configura e implementa de manera un poco diferente. Cuando se habla de plataforma se debe considerar: consenso, libro mayor, servicios de membresía, transacciones, servicios criptográficos, contratos inteligentes, entre otros; los cuales se conocen como los servicios de *blockchain*.
 - Consenso: es el mecanismo mediante el cual los participantes establecen un acuerdo sobre el funcionamiento de la red.
 - Libro mayor: es una secuencia de bloques vinculados criptográficamente que contienen transacciones.
 - Servicios de membresía: estos servicios administran la identidad, la privacidad, la confidencialidad y la auditabilidad en la red. La membresía sólo se aplica a *blockchains* autorizados.
 - Transacciones: las transacciones son registros que se agregan al libro

mayor.

-Protocolo de comunicación: este protocolo es el mecanismo por el cual los sistemas informáticos participantes se comunican entre sí en las redes *blockchain*.

-Servicios criptográficos: proporciona a la cadena de bloques acceso a los algoritmos criptográficos necesarios, ya sea directamente o al proporcionar una interfaz para hardware o software que implementa los algoritmos. Las funciones hash y las firmas digitales son ejemplos de algoritmos que se usan comúnmente en *blockchains*.

-Contratos inteligentes: se pueden escribir en un lenguaje de programación que depende de la plataforma *blockchain*. El código del contrato inteligente se almacena en el libro mayor.

-Entorno de tiempo de ejecución seguro: durante el tiempo de ejecución, una transacción de *blockchain* puede invocar funciones de contrato inteligente que requieren un entorno seguro.

-Integración de sistemas: los métodos de integración típicos incluyen adaptadores API y conexiones de bus de servicios empresariales (ESB) entre la plataforma *blockchain* y los sistemas empresariales.

-Transformación y conectividad: permite conexiones seguras a sistemas empresariales y la capacidad de filtrar, agregar o modificar datos o su formato a medida que se mueve entre los componentes de la nube y *blockchain* y los sistemas empresariales (generalmente sistemas de registro).

- Servicios de infraestructura: relacionados con los servicios *edge* o de borde, servicios de transformación y conectividad y sistemas de integración.
- Servicios orientados a datos: conformado por el directorio de usuarios y datos empresariales.
- Gestión: en todos los sistemas la gestión es un punto clave para el correcto funcionamiento de toda la red, en el caso de *blockchain* la gestión de API, la gobernanza, el monitoreo y la inteligencia, la gestión de redes *blockchain*, se relacionan con la gestión de la red.
- Seguridad: referente a los servicios de membresía, los servicios criptográficos. Servicios relacionados con la política y los estándares de seguridad que existen para proteger la plataforma *blockchain*.

A partir de los componentes anteriormente descritos se puede verificar que *blockchain* es una herramienta en sí misma pero no es la solución completa. La solución está compuesta por todo el proceso consistente en al menos comprender el problema, identificar a los actores, seleccionar la tecnología y la implementación de la misma [45].

2.5. Aplicaciones de *blockchain*

Es importante identificar los sectores de aplicación de *blockchain* ya que dependiendo del sector existe una gama de plataformas especializadas. Aún no se tiene una lista completa de todas las aplicaciones que se podrían desarrollar con *blockchain*. En la *blockchain* se puede registrar cualquier valor que pueda ser expresado digitalmente. Su aplicación empezó siendo en el sector económico pero cada vez se descubren más campos de aplicación. La *blockchain* ahora se ha extendido más allá de las finanzas, y sus aplicaciones son evidentes en la gestión de datos, comercio electrónico, gobierno electrónico, votación en línea, energía, juegos y otros sectores [22].

Todos los días, aumenta el número de proyectos basados en *blockchain* utilizados en escenarios del mundo real. Desde la logística hasta las bellas artes, es difícil encontrar un sector que no haya sido tocado por esta tecnología transformadora como se mencionó anteriormente [47]. A continuación, hay 50 ejemplos de *blockchain* en uso en todo el mundo.

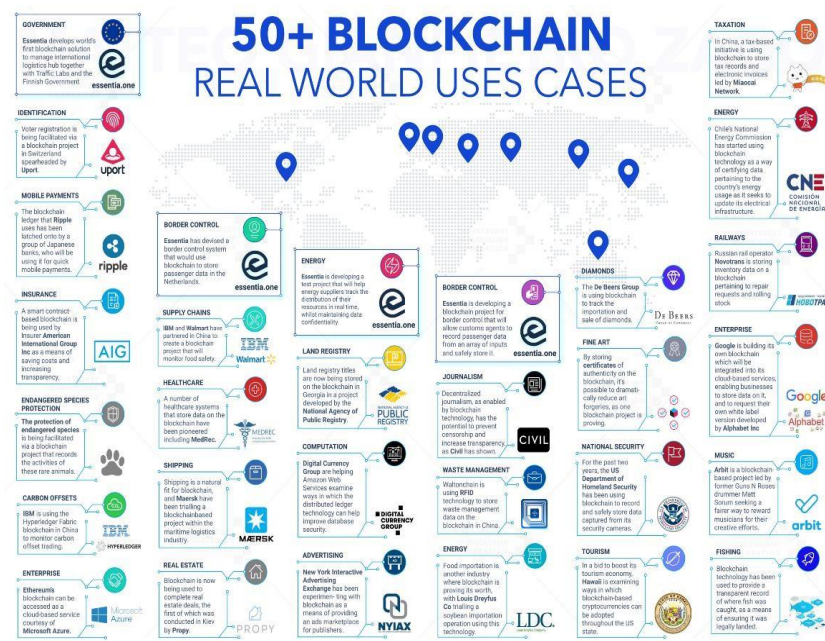


Figura 4. Casos de uso del mundo real con *blockchain* [48]

Debido a que hay tantos casos de uso de la tecnología *blockchain*, es importante identificar cuáles son los sectores en los que pueden ser clasificados para tener un panorama global de los campos en los que se ha trabajado con esta tecnología o en los que tiene posibilidad de madurar. En la figura 6, se presentan las verticales propuestas por *Binance Academy*, las cuales tienen posibilidad de desarrollo en la adopción industrial actual [20].

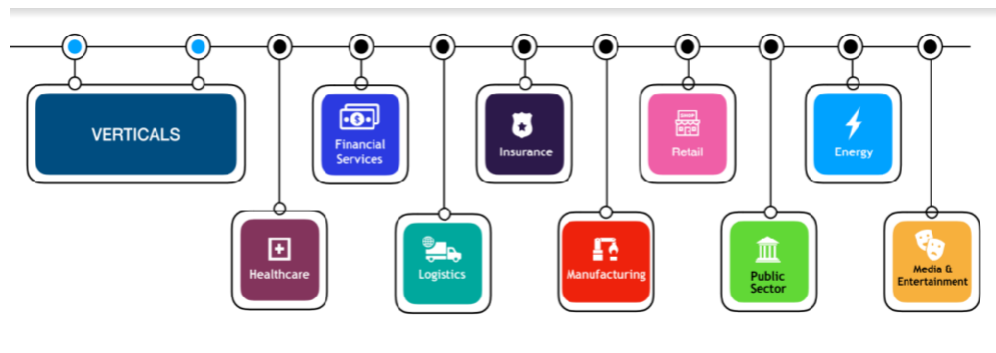


Figura 5. Verticales de la tecnología blockchain [20]

Según la figura 6, hay diversos sectores en los que se ofrecen servicios específicos a cada industria mediante la tecnología emergente *blockchain*, de acuerdo con las investigaciones a nivel industrial la mayoría presentan estos sectores como los de mayor impacto y en los que hay gran aprovechamiento al incorporar esta tecnología. Estos sectores son salud, servicios financieros, logística, seguros, manufactura, cadena de suministro, sector público energía y entretenimiento, entre otros que se describen en otros artículos [48], [49], [50].

Capítulo 3

3. Revisión bibliográfica

Este capítulo presenta el modelo utilizado para la generación y síntesis del conocimiento, donde se muestran los principales trabajos relacionados empleados en el desarrollo del proyecto. La revisión bibliográfica, ha permitido encontrar brechas existentes en cuanto a claridad en conceptos, especificación de sectores de aplicación concreta, guía práctica para el reconocimiento y selección de plataformas para los proyectos empresariales que se presentará en el siguiente capítulo. La tecnología *blockchain*, es aún una tecnología emergente por lo que los trabajos encontrados en la literatura son recientes o están aún en su etapa de desarrollo y los conceptos y campos de aplicación no han sido explorados completamente.

3.1. Modelo de investigación

Para la generación de la base del conocimiento se toma como referencia el “Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería” enfocado en la primera fase denominada “Modelo de Investigación Documental (MID)” la cual consiste en la selección de información adecuada que provea una aproximación satisfactoria a una buena síntesis del conocimiento, obteniendo de esta manera, una base sólida de la cual partir para continuar con el desarrollo de la práctica profesional. MID se divide en: buscar y explorar, seleccionar y analizar, evaluar, verificar. En la figura 7, se muestra el modelo usado.

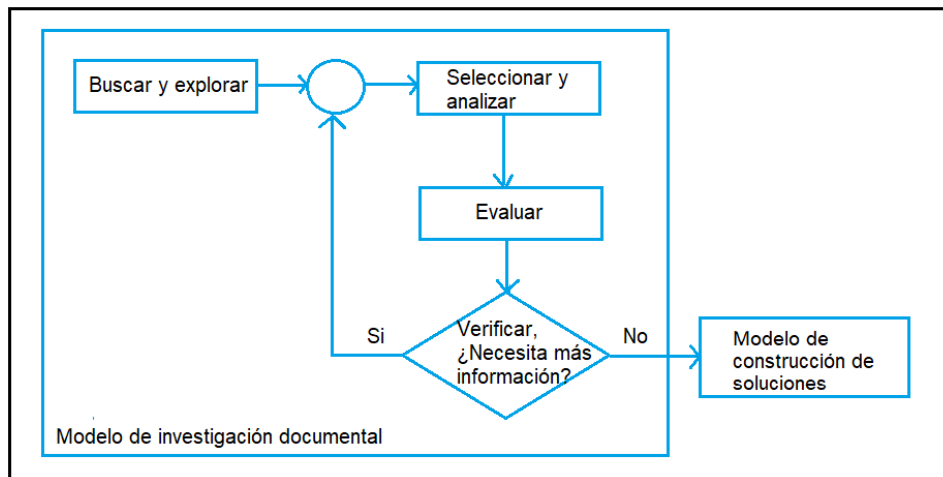


Figura 6. Modelo de investigación documental (MID), fuente propia.

3.1.1. Buscar y explorar

Para poder desarrollar el trabajo de grado, se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática para obtener una base teórica en cuanto a la tecnología *blockchain* (en cuanto a conceptos, clasificaciones, campos de aplicación, regulaciones, etc), puntos

importantes para determinar su idoneidad e información sobre plataformas *blockchain* (lista de plataformas, información referente a cada plataforma encontrada, criterios importantes a tener en cuenta para distinguir una plataforma de otra, etc).

Se utilizó IEEE Xplore como la principal biblioteca digital para encontrar artículos científicos a partir de su título mediante la búsqueda del término “*blockchain*”, “*blockchain & use cases*”, “*blockchain & platforms*”, “*blockchain & selecting*” y “*blockchain & suitability*”. A partir de los artículos encontrados de esta búsqueda se revisó también la bibliografía citada para cada uno y se hizo un estudio de los artículos relevantes. Por otra parte, mediante el buscador de google principalmente se identificó la “literatura gris” importante brindada por empresas, gobierno u otras instituciones. Fue posible conseguir la versión completa de los artículos potenciales. En la tabla 1 se presenta el resultado total de la búsqueda.

Búsqueda	Base de datos bibliográfica (IEEE Xplore, Science Direct, Google Scholar, Springer Link)	Literatura gris
(Blockchain)	(620,110,4200,740) =5670	950
(Blockchain & use cases)	(8,100,80,535)=723	1150
(Blockchain & platforms)	(7,0,6500, 1)=6571	8530
(Blockchain & suitability)	(25, 32, 55, 41)=153	830
(Blockchain & selecting)	(34, 51, 87, 98)=270	356

Tabla 1. Resultado total de la búsqueda.

3.1.2. Seleccionar y analizar

A partir del resultado total de la búsqueda, se procede a seleccionar la bibliografía según los siguientes criterios:

- Temática: se analizan inicialmente los resúmenes de todos los artículos y las secciones introductorias de la literatura gris para conocer si realmente pueden contribuir para el desarrollo del proyecto y posteriormente la lectura completa de cada documento para definir si es un documento clave.
- Año de publicación: se tomaron los artículos y demás documentos de los últimos tres años en adelante ya que al ser *blockchain* una tecnología emergente y en constante cambio y descubrimiento, se consideró pertinente tomar bibliografía actualizada. Solo algunos artículos cuya fecha de publicación es más antigua, se tomaron debido al alto nivel de aporte para el desarrollo del proyecto.

En la tabla 2, se presentan los resultados obtenidos teniendo en cuenta los criterios planteados anteriormente.

Búsqueda	Base de datos bibliográfica (IEEE Xplore, Science Direct, Google Scholar)	Literatura gris
(Blockchain)	110	30
(Blockchain & use cases)	60	25
(Blockchain & platforms)	45	17
(Blockchain & suitability)	12	9
(Blockchain & selecting)	9	2

Tabla 2. Resultados obtenidos (seleccionar y analizar)

3.1.3. Evaluar

A partir de los criterios seleccionados, se evaluó el contenido de cada artículo para realizar una base teórica con base en toda la información encontrada de tal manera que se pudiera obtener un resumen en un conjunto de temas y subtemas. De esta forma, toda la información sintetizada para el estado del conocimiento facilita una visión clara y práctica sobre la tecnología *blockchain*.

3.1.4. Verificar

Una vez realizadas las fases anteriores es importante verificar si el resultado obtenido está completo o si por el contrario es necesario añadir algunos detalles finales para estar seguros de contar con la información necesaria.

3.2. Trabajos relacionados

El presente trabajo de grado se basa en dos puntos importantes, el reconocimiento de criterios que permitan determinar la idoneidad de la tecnología *blockchain*, criterios que permitan evaluar las plataformas *blockchain* para seleccionar la que sea más adecuada y procedimientos de selección. Por tanto, los trabajos relacionados se clasifican de acuerdo a estos dos puntos claves.

3.2.1. Idoneidad de *blockchain*

Cuando una empresa o compañía desea adoptar la tecnología *blockchain* por ser una tendencia en tecnología, por sus ventajas o porque considera que podría ser una herramienta útil para incrementar la eficiencia en sus negocios, es importante que se pregunte si en realidad esta tecnología puede cumplir con todas sus expectativas ya que esta decisión repercute directamente en las ganancias o pérdidas de la organización.

En [51] Gartner presenta una infografía en la cual pretende que los CIOs sopesen entre los pros y contras que la tecnología puede traer a sus negocios para conocer si están listos para el uso de *blockchain*. Por otra parte, se enfoca en hacer un acercamiento a los riesgos a los que se pueden enfrentar una empresa cuando desea usar *blockchain* y proporciona tres preguntas claves para conocer si ese riesgo es sencillo de mitigar o puede traer problemas en el futuro. Si bien esta propuesta sirve para que las empresas se guíen en cuanto a si está o no listas para el uso de la tecnología no proporciona una descripción detallada sino más bien generalizada de los aspectos a considerar.

En [52] el Instituto Mack establece una guía mediante preguntas para ayudar a las empresas a tomar decisiones con respecto a cómo adoptar un enfoque sistemático para el desarrollo de una estrategia basada en la tecnología *blockchain*. La primera fase está basada en diagnosticar por lo tanto plantean que la empresa se debe preguntar: “¿Realmente necesito *blockchain* ahora?”, para lo cual presentan una matriz de diagnóstico para ayudar a definir si realmente las capacidades de la tecnología son indicadas y necesarias para desarrollar sus proyectos. Sin embargo, para conocer si la tecnología es idónea para una empresa dada, esta debe ser situada en alguno de los 4 cuadrantes establecidos en la matriz de diagnóstico lo cual es una herramienta muy útil y práctica pero que presenta una descripción básica de cada cuadrante abriendo posibilidad de que las empresas no sepan en qué cuadrante ubicarse para tomar esta importante decisión.

En [11] Zdnet a partir de la imagen original descrita por Tom Davies de Cisco plantea mediante un diagrama de flujo los puntos claves a analizar basados en la cantidad de participantes en el proceso comercial y el nivel de confianza mutua y si hay un tercero de confianza disponible o requerido: si no, los caminos restantes conducen al uso potencial de una cadena de bloques, ya sea pública, de consorcio o privada.

En [53] se propone un marco de evaluación que comprende una lista de criterios para que los profesionales evalúen la idoneidad de aplicar *blockchain* utilizándolos en función de las características de los casos de uso. Además de esto evalúan la viabilidad de su marco planteado. Este documento proporciona información sobre las compensaciones de los requisitos no funcionales al implementar aplicaciones basadas en *blockchain* y desarrolla un marco de evaluación de idoneidad *blockchain* basado en una lista de criterios.

En [54], [55] se analiza de manera crítica si *blockchain* es la solución adecuada para la aplicación particular a través de una metodología estructurada para determinar la solución técnica adecuada brindando también la diferenciación entre *blockchain* pública o privada para cada caso.

En [11], [51]- [55] existen puntos que permiten reconocer la idoneidad de la tecnología *blockchain* por ello se tomó puntos de todos para determinar los criterios que permiten a la empresa Namtrik Development definir si usar o no la tecnología en los diferentes proyectos que deseen desarrollar.

3.2.2. Selección de plataformas *blockchain*

Para la selección de plataformas *blockchain* es necesario contar con una clasificación de criterios que puedan ser aplicables al gran número de plataformas *blockchain* existentes en el mercado para poder ofrecer un procedimiento de selección genérico que permita evaluar las plataformas de la mejor manera y sin ningún inconveniente. En la sección 2.4, se presentan los diferentes países que están trabajando en unión a instituciones como por ejemplo la ISO y W3C para estandarizar y regular la tecnología desde diferentes puntos de vista como la terminología, taxonomía, sectores de aplicación, entre otros aspectos relacionados con *blockchain* [7], [56]. Sin embargo, muchos de los proyectos enfocados en esta estandarización proyectan ser finalizados en los próximos dos años.

En [57] se presenta una taxonomía de las plataformas *blockchain* en la cual cada componente básico se clasifica jerárquicamente en componentes principales y subcomponentes formando un árbol de taxonomía el cual proporciona facilidad en la navegación a través de diferentes configuraciones arquitectónicas de *blockchain*. Este artículo permite obtener una vista clara de los componentes que pueden ser tomados para evaluar las plataformas ya que no todos los componentes propuestos en el artículo son de fácil acceso al público en general, sino que es información protegida por los proveedores.

En [39] se plantea una lista pequeña de criterios que se tuvieron en cuenta para seleccionar entre las plataformas *blockchain* más reconocidas en la industria las mejores. En el artículo se describen brevemente dichos criterios y no se les da mucha relevancia ya que se enfocan más en definir los pros y contras de cada plataforma seleccionada. De acuerdo a los criterios planteados se consideran importantes para la selección de plataformas *blockchain* pero no los únicos a tener en cuenta para dicha selección.

En [58] la compañía de desarrollo de software LeewayHertz propone una lista de aspectos para seleccionar plataformas *blockchain* para los negocios en función de una evaluación subjetiva de acuerdo al análisis de algunas plataformas de *blockchain* de uso generalizado utilizadas por las principales empresas de *blockchain*. Los aspectos a considerar planteados por LeewayHertz se establecen mediante algunas preguntas que se debe hacer la empresa para saber que plataforma es adecuada sin embargo no hay una explicación de cómo realizar dicha selección en caso de contar con varias plataformas opcionadas.

3.2.3. Procedimientos de selección

Es también importante buscar en la literatura la existencia de procedimientos de selección aplicados en otros ámbitos no necesariamente relacionados con *blockchain* ya que es importante tener una visión más amplia y sólida a la hora de construirlo tomando como base la experiencia de otros trabajos.

En [59] se realiza un procedimiento para seleccionar un lenguaje de programación para cursos introductorios ya que según plantean esto ha sido realizado durante mucho tiempo de manera informal lo que involucra un proceso de evaluación, discusión y consenso por parte del profesorado. El procedimiento propuesto, después de haber sido corregido y mejorado, involucra AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para la selección del lenguaje de programación el cual es un método que facilita la toma de decisiones complejas a partir de criterios y alternativas existentes. Aunque el procedimiento propuesto no tiene nada que ver con plataformas *blockchain*, es muy útil para tomar como base en el procedimiento de selección de plataformas lo cual es el enfoque principal del presente trabajo de grado.

En [60] y [61] presentan la selección de componentes software, para contribuir en el proceso de reutilización de código y reducción de costos en el desarrollo.

En [60] hacen un análisis a los diferentes métodos que se pueden utilizar para dicha selección. Entre los métodos presentados listan AHP, WSM (*Weighted Sum Method*), GA (*Genetic Algorithm*), MOO (*Multiobjective Optimization*), entre otros. Como tal en este artículo no presentan un procedimiento como tal, pero sí realizan una selección de componentes software basados en el método MOO a partir de unos criterios seleccionados. Este artículo permite ver la forma en la que seleccionan los criterios para evaluar los componentes y a partir de ellos aplican un método de selección determinado.

En [61] se muestra un proceso de selección de componentes software a partir de una taxonomía de criterios construida de acuerdo con los alcances identificados. Además, producen una comparación de varios productos y un informe sobre servicios adicionales que puede esperar. Por tanto, es un artículo que presenta ideas para evaluar alternativas en función de una taxonomía de criterios construida.

3.3. Conclusiones de la revisión bibliográfica

- En los trabajos encontrados relacionados con la idoneidad de *blockchain* para proyectos empresariales, se presentan varias opciones a seguir para determinar esta idoneidad, sin embargo se observa que los puntos planteados en cada trabajo pueden ser reunidos y sintetizados en uno nuevo más completo.
- Con respecto a la selección de plataformas *blockchain*, en la mayoría de los trabajos encontrados se presentan algunos aspectos a tener en cuenta para evaluar las plataformas. Sin embargo, se observa que dichos aspectos no representan la totalidad de los criterios que se deberían tener en cuenta a la hora de elegir la mejor plataforma de *blockchain*.
- En los trabajos encontrados se presentan aspectos que se pueden tener en cuenta para la selección de plataformas *blockchain*, pero no se presenta un procedimiento que permita a las empresas seguir paso a paso hasta lograr un resultado.

- Hasta el momento no se ha aplicado un procedimiento de selección de plataformas *blockchain* a un proyecto de la vida real que permita a las empresas ver la utilización de dicho procedimiento.
- La existencia de métodos de evaluación como AHP permite soportar el procedimiento de selección que se propone en el presente trabajo de grado para llegar a un resultado mucho más certero ya que se hace uso de AHP y el método de factores ponderados en el procedimiento propuesto.

Capítulo 4

4. Criterios útiles para determinar la idoneidad y la selección de plataformas *blockchain*.

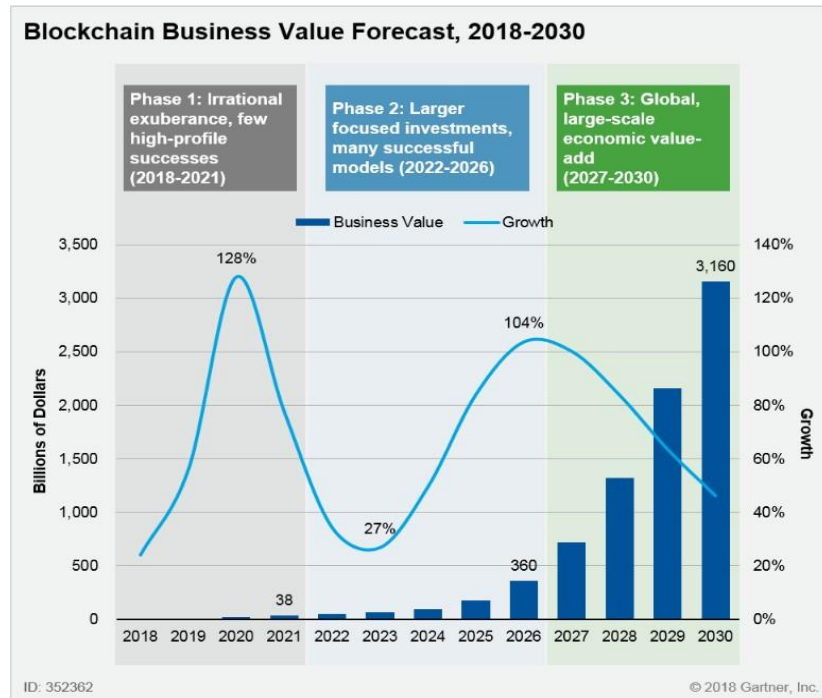
En este capítulo se presenta un conjunto de criterios para determinar la idoneidad de la tecnología *blockchain* dado un proyecto que apunta a ciertos requerimientos. También se presenta la base de criterios a considerar para poder realizar el procedimiento de selección. Los criterios presentados han sido identificados a partir de los diferentes trabajos analizados en el capítulo tres.

4.1. Criterios para determinar la idoneidad de *blockchain*

Blockchain es una tecnología que permite registrar cualquier transacción y realizar un seguimiento de cualquier activo y pagos asociados a este. En comparación con los procesos comerciales tradicionales, *blockchain* puede ofrecer ahorros de tiempo y costos, junto con una mejor seguridad, especialmente en un tipo de red autorizada. Pero es importante resaltar que *blockchain* no es una solución por sí misma, es más bien una herramienta tecnológica que debe ser respaldada por un plan estratégico que entienda las necesidades del proyecto pues se debe identificar el grado de transparencia y descentralización, determinar los miembros que actuarán como nodos y establecer una adecuada estructura para definir como las transacciones y/o *smart contracts* tomarán lugar [23].

Por ello, antes de implementar *blockchain* en los negocios es necesario evaluar el caso y hacerse varias preguntas para no invertir dinero y tiempo inoportunamente. Es necesario evaluar las circunstancias en las que la tecnología es apropiada [11] y examinar la idoneidad de la tecnología *blockchain* frente a los requisitos de casos de uso [53]. Teniendo en cuenta lo anterior, siempre que se desee iniciar un proyecto basado en la tecnología *blockchain* es necesario contar con criterios y herramientas que permitan evaluar inicialmente la idoneidad de la tecnología.

Para el presente trabajo de grado es fundamental antes de aplicar el proceso de selección de plataformas *blockchain*, determinar en primera instancia si la tecnología cumple con las necesidades que presentan los proyectos propios de Namtrik Development o de sus clientes ya que además, de acuerdo con la predicción de Gartner ilustrado en la figura 7, *blockchain* está atravesando la fase 1 caracterizada por la exuberancia irracional la cual se basa en una adopción a la ligera donde las empresas exploran los beneficios de la tecnología, por lo que es importante sentar bases sólidas a la hora de desarrollar un proyecto con esta tecnología emergente [62].



Source: Gartner (March 2018)

Figura 7. Pronóstico de valor comercial de blockchain [47]

Namtrik Development, como empresa de desarrollo de software cuenta con procesos propios para abordar sus proyectos entre los cuales se encuentra el proceso para levantamiento de requisitos que es fundamental para tener claro lo que se busca con el proyecto. Se sugiere tener en cuenta los siguientes aspectos adicionales a la hora de realizar el levantamiento de requisitos para contar con una definición clara del proyecto que es la condición inicial para iniciar la evaluación de la idoneidad:

- Contar con objetivos medibles y alcanzables.
- Correcta captura de requerimientos con artefactos que la empresa usa como historias de usuario, entre otras.
- Desarrollar la hipótesis.
- Definir el alcance.
- Identificar los requisitos de calidad.
- Identificar la cantidad de datos con los que se va a trabajar y si requieren ser almacenados.
- Identificar el número de transacciones por segundo requerida.
- Reconocer la persistencia de los datos.
- Reconocer los actores que participan en el registro de datos.
- Identificar el nivel de confianza entre los actores.
- Identificar quién de los actores tiene acceso a la red.
- Considerar regulaciones gubernamentales.

De esta manera, una vez la empresa haya definido los requisitos y requerimientos del proyecto pueden seguir el marco de evaluación de idoneidad *blockchain* basado en una lista de criterios planteados en el presente trabajo de grado para lograr el primer objetivo propuesto. Estos criterios conducen a determinar si la cadena de bloques tiene uso potencial, ya sea pública, de consorcio o privada o no.

Partiendo así, de que el problema o proyecto será bien definido se procede a plantear una serie de criterios para determinar la idoneidad de *blockchain* con base en la literatura científica y empresarial investigada [51]- [55] y [57], y partiendo del concepto, propiedades y características de la tecnología *blockchain*.

Se identifica que los puntos claves a analizar son los criterios relacionados con los actores o participantes, el enfoque que tiene del proyecto y criterios relacionados con los costos que pueden influir cuando se requiere implementar una cadena de bloques por lo que estos son divididos por factores de evaluación:

Factor 1: actores o participantes

Se eligieron a los actores o participantes como primer factor determinante a tener en cuenta ya que es importante saber si los que ejercerán un papel en la solución digital son consecuentes con lo que plantea la tecnología *blockchain*.

Factor 2: enfoque del proyecto (activos y transacciones)

Después de saber si los participantes permiten continuar adelante con la evaluación de la idoneidad de la tecnología para el proyecto, es ahora importante conocer algunas especificaciones de dicho proyecto como la necesidad de registro de datos, de intercambio de activos, entre otros.

Factor 3: económico

El tema económico es determinante para las empresas y sus soluciones. Por tanto, se debe considerar los criterios relacionados con este factor para determinar no tanto la idoneidad de la tecnología sino si es asequible o no de acuerdo con el presupuesto que cuenta el proyecto.

Según la información anterior, en la siguiente tabla, se presentan brevemente los criterios planteados para analizar si la tecnología es idónea y asequible:

Blockchain es idóneo para el proyecto?			
N°	# Factor	Criterio	Preguntas a resolver
1	1	Conexión entre los actores.	¿Es necesaria una autoridad central o intermediaria? Si existe esa autoridad central, ¿Es posible descentralizarla?
2	1	Cantidad de actores involucrados.	¿Hay 3 o más actores involucrados en el escenario para el acceso compartido en la escritura?

3	1	Relación entre actores involucrados.	¿Hay confianza entre los actores involucrados?
			¿Los actores o participantes tienen intereses unificados?
4	1	Validación de transacciones.	¿Hay actores que se puedan encargar de la validación de transacciones?
5	2	Forma de almacenar la información.	¿Es necesario almacenar la información de manera inmutable?
			Los datos mutables, ¿pueden ser fácilmente almacenados fuera de la cadena de bloques?
6	2	Trazabilidad de la información.	¿Se requiere llevar una trazabilidad de la información registrada?
7	2	Transparencia de los datos.	¿Es necesario acceder al registro de manera compartida?
			¿Se pueden compartir los datos encriptados?
8	2	Replicación de datos.	¿Se requiere un almacenamiento descentralizado de los datos?
9	2	Definición de reglas	¿Se tienen reglas de compromiso definidas para llegar a un consenso?
10	2	Rendimiento	¿El proyecto requiere de alta velocidad (milisegundos) en las transacciones y baja latencia en su rendimiento?
11	2	Intercambio de activos digitales	¿El proyecto ocupa un intercambio de activos digitales vs activos físicos?
Blockchain es asequible para el cliente o la empresa?			
12	3	Personal especializado	¿Se requiere personal extra especializado en <i>blockchain</i> para el desarrollo de la solución ?
			¿Está dispuesto a conseguir el personal con talento en la tecnología y cuenta con los recursos?
13	3	Costos	¿Ha considerado los costos que se requieren para implementar y sostener la solución ya sea auto hospedada o en la nube?

			¿Cuenta con recursos económicos para la inversión inicial?
			¿Es posible financiarlo o acceder a recursos de otra fuente?

Tabla 3. Criterios para definir la idoneidad de blockchain.

Blockchain es idóneo para el proyecto?

En los últimos años *blockchain* ha cobrado bastante popularidad en el mundo de la tecnología. Sin embargo, es oportuno plantearse cuáles son las preguntas que conviene hacerse antes de lanzarse a un proyecto que haga uso de una cadena de bloques con el fin de reducir las posibilidades de tomar una mala decisión. Si no se plantea esta pregunta inicialmente el cambio tecnológico puede resultar fatal para las empresas.

1. Conexión entre los actores: es importante reconocer si los actores van a estar directamente conectados entre sí para interactuar o se requiere de una autoridad central o un ente intermediario para conectar a los participantes. La tecnología *blockchain*, se caracteriza por permitir una desintermediación eliminando así un único punto de falla y facilitando la conexión directa entre los participantes sin la necesidad de depender de un tercero. Las preguntas a resolver en este criterio son las siguientes:
 - a. ¿Es necesaria una autoridad central o intermediaria?
 - b. Si existe esa autoridad central, ¿Es posible descentralizarla?
2. Cantidad de actores involucrados: es importante saber si en el proyecto planteado hay existencia de múltiples escritores ya que la *blockchain* permite que varios participantes puedan registrar información en la cadena de bloques. La pregunta a resolver para definir este criterio es:
 - a. ¿Hay 3 o más actores involucrados en el escenario para el acceso compartido en la escritura?
3. Relación entre actores involucrados: se refiere a la relación entre los participantes, si esta es confiable o no y cómo son sus intereses en cuanto a intereses unificados o no ya que *blockchain* utiliza el término de consenso para describir el proceso mediante el cual los participantes se ponen de acuerdo para registrar la información en la cadena de bloques. Las preguntas a considerar son:
 - a. ¿Hay confianza entre los actores involucrados?
 - b. ¿Los actores o participantes tienen intereses unificados?
4. Validación de transacciones: es importante reconocer que participantes pueden tomar el rol de validadores ya que son los que se encargan de validar los bloques y añadirlos a la cadena de bloques. La pregunta a resolver es la siguiente:
 - a. ¿Hay actores que se puedan encargar de la validación de transacciones?
5. Forma de almacenar la información: se refiere a cómo se desea almacenar la información, esto es si la información almacenada puede ser modificada o eliminada

en cualquier momento o si se requiere llegar a un consenso para almacenar información y que esta no se pueda modificar o eliminar una vez registrada. Para saber que se requiere es necesario responder las siguientes preguntas:

- a. ¿Es necesario almacenar la información de manera inmutable?
 - b. Los datos mutables, ¿pueden ser fácilmente almacenados fuera de la cadena de bloques?
6. Trazabilidad de la información: las cadenas de bloques permiten tener un historial de todas las transacciones registradas, lo que facilita obtener una trazabilidad de los datos brindando integridad, esto se puede utilizar por ejemplo para rastrear activos físicos a través de cambios en la propiedad y el manejo. Por tanto, la pregunta a resolver es:
- a. ¿Se requiere llevar una trazabilidad de la información registrada?
7. Transparencia de los datos: independientemente del tipo de *blockchain* que la solución requiera, es importante reconocer que las cadenas de bloques ofrecen cierto grado de transparencia con respecto al estado de la red y privacidad en cuanto la información de cada participante. La transparencia permite a todos o un grupo de nodos dependiendo del tipo de *blockchain* acceder a la información registrada en la *blockchain*. Las preguntas a considerar son:
- a. ¿Es necesario acceder al registro de manera compartida?
 - b. ¿Se pueden compartir los datos encriptados?
8. Replicación de datos: *blockchain* permite crear redundancia ya que la información contenida en la cadena de bloques es replicada en cada uno de los nodos participantes de la red, es por esto que hay que tener en cuenta si esos datos pueden ser almacenados en cada nodo participante. La pregunta a resolver es:
- a. ¿Es adecuado el almacenamiento descentralizado de los datos?
9. Definición de reglas: se debe tener en cuenta que *blockchain* funciona mediante un algoritmo de consenso para que todos los participantes lleguen a un acuerdo. Por ello, es importante que se tengan claras cuáles son esas reglas mediante las cuales la red llegará a un consenso para asegurar el tipo de información y la calidad de la misma. La pregunta a tener en cuenta es:
- a. ¿Se tienen reglas de compromiso definidas para llegar a un consenso?
10. Rendimiento: es conveniente evaluar si la solución requiere un alto rendimiento en sus transacciones en velocidades de milisegundos o si no se requiere un rendimiento tan alto. *Blockchain* hasta el momento no ofrece velocidades tan altas cuando hay gran demanda de transacciones, por lo que si se requiere un alto rendimiento es mejor buscar otros enfoques para la solución. La pregunta a plantearse es:
- a. ¿El proyecto requiere de alta velocidad (milisegundos) en las transacciones y baja latencia en su rendimiento?
11. Intercambio de activos digitales: el tema de activos digitales cobra valor cuando se habla de *blockchain* ya que son importantes para que se aplique con éxito pues las cadenas de bloques trabajan con activos que se pueden representar con éxito en un

formato digital para intercambiar valor entre los participantes ya sean activos netamente virtuales, coleccionables o tokens. La pregunta a resolver es:

- a. ¿El proyecto ocupa un intercambio de activos digitales vs activos físicos?

***Blockchain* es asequible para el cliente o la empresa?**

Muchas veces una tecnología es indicada para las necesidades de un proyecto dado, pero a pesar de esto las empresas se preguntan si puede ser asequible para ellos. Es necesario plantear algunas preguntas que permitan incluir una perspectiva en cuanto a gastos que se deben tener en cuenta cuando se quiere aplicar *blockchain* para la solución de un proyecto.

12. Personal especializado: es importante evaluar si el personal existente en la empresa está capacitado, se puede capacitar o es necesario conseguir personal extra. Si se desea capacitar al equipo existente en la empresa, la persona líder puede seleccionar material disponible en internet ya que hay bastante para hacerlo y/o contratar a un consultor *blockchain* para desarrollar sesiones de capacitación según sean las necesidades y presupuesto de la empresa. Es importarse hacerse las siguientes preguntas:

- a. ¿Se requiere personal extra especializado en *blockchain* para el desarrollo de la solución?
- b. ¿Está dispuesto a conseguir el personal con talento en la tecnología y cuenta con los recursos?

13. Costos: es importante para la empresa que tiene pensado desarrollar la solución basada en *blockchain* preguntarse qué tan costoso es y cuáles son los puntos a considerar de tipo económico. Las preguntas para responder son:

- a. ¿Ha considerado los costos que se requieren para implementar y sostener la solución ya sea auto hospedada o en la nube?
- b. ¿Cuenta con recursos económicos para la inversión inicial?
- c. ¿Es posible financiarlo o acceder a recursos de otra fuente?

Los criterios anteriormente descritos se presentan a través de sus preguntas en un diagrama de flujo mostrado en el anexo 1 de tal manera que sirva como una herramienta de inspección ya que permite de manera gráfica responder a preguntas dicotómicas para seguir el flujo y finalmente llegar a una respuesta final, en este caso si es aplicable o no *blockchain* para el caso evaluado.

4.2. Criterios base para la selección de plataformas *blockchain*

Para la selección de criterios, se realiza una revisión de la literatura con respecto a sugerencias que hacen algunas empresas u artículos de investigación en cuanto a clasificación de criterios para la selección de plataformas, taxonomías propuestas y atributos de calidad. Uno de ellos, es el artículo “*A Taxonomy of Blockchain Technologies: Principles of Identification and Classification*” el cual propuso una taxonomía como herramienta para evaluar las diferentes arquitecturas de *blockchain*.

Las características de la taxonomía fueron obtenidas a partir del estudio de tecnologías *blockchain* las cuales sirven de referencia para navegar entre las distintas arquitecturas *blockchain* existentes ya que proporciona material de apoyo preliminar para reducir la complejidad a la hora de decidir los criterios a evaluar [57].

En la tabla 4 se presenta una lista de todos los criterios (no se encuentran listados en orden de importancia) encontrados en la literatura y propuestos, se busca a partir de ellos realizar una clasificación y agrupación para que la evaluación no sea abrumadora por la gran cantidad de criterios (como se observa en la tabla 4, 36 criterios es una lista larga), además de que muchos de estos se pueden superponer haciendo que la evaluación sea redundante. Se realiza una propuesta inicial de dicha clasificación y se involucran posteriormente las sugerencias de la empresa Namtrik Development y del director del trabajo de grado, realizando la última versión se obtienen los siguientes resultados.

N°	Criterio
1	Proveedor BaaS (<i>Blockchain as a Service</i>).
2	Funcionalidad de contratos inteligentes.
3	Opción para el desarrollo de DApps.
4	Accesibilidad a activo nativo.
5	Posibilidad de tokenización.
6	Gestión de suministro de activos.
7	Existencia de soporte técnico.
8	Acceso a documentación.
9	Lenguajes soportados.
10	Actividad.
11	Madurez.
12	Formas de acceder.
13	Popularidad.
14	Licencia de código.
15	Comunidad de desarrollo.
16	Bifurcación.
17	Proveedor.
18	Respaldo confiable.

19	Mecanismo de consenso/ tolerancia a fallos.
20	Topología de la red de consenso.
21	Latencia.
22	Número de transacciones por segundo (throughput).
23	Velocidad de transacción.
24	Tiempo de confirmación de bloque.
25	Interoperabilidad.
26	Intraoperabilidad.
27	Cifrado de los datos.
28	Privacidad de los datos.
29	Arquitectura de software.
30	Acceso a los datos.
31	Permisos entregados.
32	Capa de identidad(KYC (<i>Know your customer</i>) / AML (<i>Anti Money Laundering</i>)).
33	Sistema de recompensas.
34	Sistema de tarifas.
35	Identificación de participantes.
36	Cumplimiento normativo internacional.

Tabla 4. Lista inicial de criterios.

A partir de la lista inicial de criterios, se descartan 5 criterios entre los cuales están:

- Actividad: ya que haciendo referencia a que tan activa es la plataforma para desarrollar proyectos, se cuenta con información limitada al respecto ya que muchas veces las plataformas *blockchain* en su página oficial muestran algunos de sus proyectos, pero no su actividad específicamente.
- Topología de la red de consenso: se descarta porque hace referencia al tipo de interconexión entre los nodos y el tipo de flujo de información entre ellos para la transacción y / o con el propósito de validación, esto se relaciona directamente con otros criterios de la lista que son “acceso a los datos” y “permisos entregados”, por ello se hace redundante.
- Velocidad de transacción: según la información consultada la velocidad de transacción hace referencia al número de transacciones por segundo por tanto se descarta al ser redundante ya que se cuenta con el criterio “*Throughput*”.

- Tiempo de confirmación de bloque: hay muy poca información sobre cuál es el tiempo de confirmación de bloques en las diferentes plataformas *blockchain*, por ello se decide descartar este criterio y contar como suficiente con el criterio "Throughput".
- Cumplimiento normativo internacional: se tenía conocimiento sobre la estandarización actual de *blockchain*, la cual no se encuentra muy desarrollada pues al ser una tecnología emergente no se han establecido aún estándares globales solamente hay algunos esfuerzos que se han desarrollado en países que ya usan la tecnología, pero aún falta mucho por explorar y avanzar en este tema. Por otra parte, se pensó que tal vez algunas plataformas *blockchain* podrían cumplir alguna norma internacional como las normas ISO en temas de seguridad, privacidad, entre otras, pero no fue posible encontrar dicha información.
- Proveedor: se refiere al nombre de la organización o compañía que provee la plataforma *blockchain*, lo cual no es un punto determinante en la evaluación de una plataforma.

Los criterios mostrados en la tabla 4, se analizan con el objetivo de agruparlos y crear una lista más acotada de criterios en la cual no haya redundancia de criterios, sino que permita una evaluación más clara y rápida. Esta nueva agrupación permite realizar los 4 grupos de criterios utilizados durante el procedimiento de selección de la plataforma *blockchain* dadas las características de un proyecto, estos grupos de criterios son descritos en la sección 5.2.

Capítulo 5

5. Diseño y construcción del procedimiento de selección.

En este capítulo se presenta el principal aporte del presente trabajo de grado. Se describen los aspectos tenidos en cuenta para la construcción del procedimiento de selección y se presenta el diseño del procedimiento propuesto describiendo el paso a paso para realizar la selección de la mejor alternativa en cuanto a plataformas *blockchain*.

5.1. Diseño del procedimiento general y de selección de plataformas.

De acuerdo con el objetivo del trabajo de grado, es necesario desarrollar un procedimiento que permita a Namtrik Development seguir unos pasos de manera ordenada de tal forma que sirva como herramienta útil en sus proyectos de acuerdo a la implementación de la tecnología emergente *blockchain*. Este procedimiento es el aporte fundamental de este trabajo de grado. Por tanto, se procede a investigar un poco como la empresa desarrolla sus procesos y procedimientos y en base a qué estándares.

Para el desarrollo de software tanto como para la administración de proyectos, Namtrik Development se basa en norma ISO 29110 pues es la indicada para las pequeñas y muy pequeñas organizaciones y para su modelado en BPMN. Por este motivo, para el modelado del procedimiento se hace uso de BPMN para diseñarlo de manera gráfica con el objetivo de brindar una visión clara y que esté acorde con las herramientas usadas por la empresa.

A fin de desarrollar el procedimiento de selección de plataformas *blockchain* para un estudio de caso determinado es indispensable establecer varios puntos a considerar para poder lograr el objetivo. Por ello, se plantea un procedimiento general, que marca a nivel general los pasos pertinentes que se deben seguir al recibir la solicitud de un proyecto ya sea por un cliente o planteado por la misma empresa, dentro de este procedimiento se encuentra un sub-procedimiento el cual define de manera específica los pasos a seguir para la selección de la plataforma *blockchain* adecuada dado un estudio de caso. Cabe resaltar que el planteamiento del procedimiento de selección se realiza de manera intuitiva con base en la revisión bibliográfica realizada y con base en las aportaciones realizadas por el director y asesor del trabajo de grado.

A continuación, se describe el procedimiento general debido a que es esencial determinar algunos puntos claves antes de realizar el análisis de cuál es la plataforma pertinente para un proyecto dado. Este procedimiento no es el objetivo central del trabajo de grado, pero permite obtener una visión general de los pasos que se deben seguir

para llegar a la selección de plataformas.

5.1.1. Procedimiento general- Desarrollo de un proyecto que tiene como tecnología candidata *blockchain*

Objetivo: aportar una visión clara de los pasos a seguir cuando se desea llevar a cabo un proyecto cuya tecnología candidata para su desarrollo es *blockchain*.

Alcance: aplica para diagnosticar la viabilidad y la preparación adecuada.

Insumos: información detallada sobre el proyecto a desarrollar.

Condiciones generales: tener una información clara y concisa sobre los requisitos que debe cumplir la solución para que el resultado del proyecto sea lo que los clientes esperan. Se sugiere realizar talleres basados en QAW hasta tener toda la información requerida como prerrequisito.

Detalles: los detalles del procedimiento se basan en la definición de los actores involucrados para el desarrollo del mismo, además de definir las entradas y salidas y la descripción de las actividades, procedimientos correspondientes.

- Actores

Nombre	Descripción	Rol dentro del proceso
Cliente	Persona o empresa iniciadora del proceso al proponer un proyecto.	Brindar información clara sobre el proyecto que propone.
Líder de TI y líder de producto	Persona responsable de dirigir todo lo respectivo a tecnología dentro de la empresa.	Analizar y definir los requisitos solicitados a partir del proyecto propuesto por el cliente.

Tabla 5. Actores del procedimiento general.

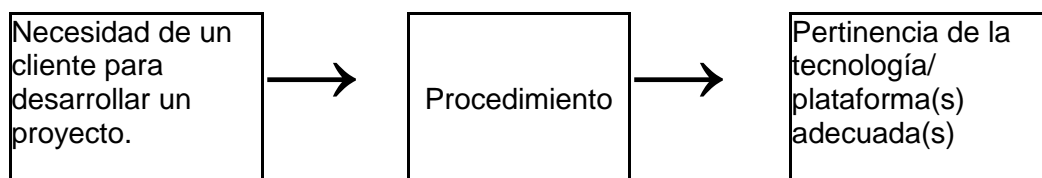
- Descripción

N°	Actividad	Descripción	Responsable	Documento/registro.
1	Presentación del proyecto	Se entiende la necesidad que el cliente propone para la solución de un proyecto dado.	Cliente.	NA.

2	Realizar QAW (<i>Quality Attribute Workshop</i>)	Se programa la realización de un QAW con el cliente para identificar las necesidades en cuanto a que atributos de calidad debe cumplir la solución basados en la norma 25010.	Líder de TI y líder de producto, Cliente.	NA.
3	Identificar las características del proyecto.	Se identifican los requisitos y la necesidad de resolver el proyecto con la tecnología <i>blockchain</i> .	Líder de TI y líder de producto.	Formato con especificaciones de los requerimientos y requisitos para el proyecto a desarrollar.
4	Determinar la pertinencia.	Se determina si es necesario o no utilizar la tecnología <i>blockchain</i> para el proyecto propuesto.	Líder de TI y líder de producto.	Diagrama de flujo.
5	Desarrollar el procedimiento de selección de plataformas.	Se siguen los pasos para determinar cuál es la plataforma adecuada para el proyecto a desarrollar.	Líder de TI y líder de producto.	Manual de instrucciones para seguir el procedimiento de selección.
6	Buscar otras tecnologías candidatas	Es importante que la empresa busque otras alternativas en caso de que la tecnología <i>blockchain</i> no sea adecuada.	Líder de TI y líder de producto.	NA

Tabla 6. Actividades del procedimiento general

- Entradas y salidas del procedimiento.



Diseño BPMN:

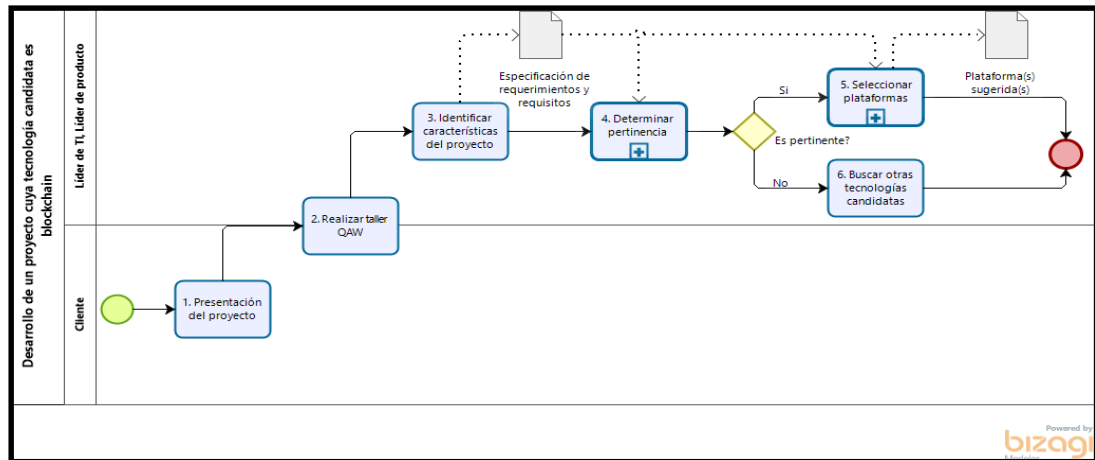


Figura 8. Diseño BPMN del procedimiento general, fuente propia.

Vale la pena aclarar que el aporte del presente trabajo resuelve y aporta instrumentos necesarios para resolver las actividades 4 y 5 del procedimiento general ilustrado en la figura 9 y que procedimiento se ejecuta luego del análisis de requerimientos definido por la empresa y adaptado de la norma ISO/IEC 29110.

5.1.2. Sub-procedimiento - Selección de plataformas *blockchain* pertinentes para la toma de decisiones en Namtrik Development

Objetivo: construir y aportar un conjunto de herramientas de inspección, que soporten conceptual y operativamente el procedimiento para la selección de plataformas *blockchain*.

Alcance: aplica para determinar la o las plataformas *blockchain* pertinentes de acuerdo a las características de un caso de uso determinado. En este caso se toman todos los requerimientos que el cliente propone en el proyecto ya que los criterios planteados en el procedimiento de selección permiten diferencias las necesidades de un proyecto a otro.

Insumos: información detallada sobre el proyecto a desarrollar, sobre plataformas *blockchain* y sobre la norma ISO/IEC 25010.

Condiciones generales: tener una información clara y concisa sobre los requisitos que debe cumplir la solución para poder realizar el análisis planteado por el procedimiento. Tener en cuenta que la determinación de criterios relacionados con la calidad se basa en la norma ISO/IEC 25010.

Detalles: los detalles del procedimiento se basan en la definición de los actores involucrados para el desarrollo del mismo, además de definir las entradas y salidas y la descripción de las actividades, procedimientos correspondientes.

- Actores

Nombre	Descripción	Rol dentro del proceso
Líder de TI y líder de producto.	Persona responsable de dirigir todo lo respectivo a tecnología dentro de la empresa.	Seguir detalladamente los pasos planteados por el procedimiento para obtener la o las plataformas pertinentes para un escenario dado.

Tabla 7. Actores del procedimiento de selección.

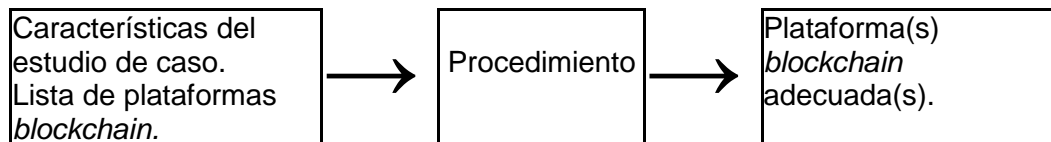
- Descripción

N°	Actividad	Descripción	Responsable	Documento/ registro.
1	Seleccionar plataformas <i>blockchain</i> de acuerdo con el sector de aplicación al que pertenece el proyecto.	Es necesario listar todas las plataformas <i>blockchain</i> disponibles en el sector industrial al que corresponde el proyecto.	Líder de TI y líder de producto.	Documento excel con el listado general de plataformas.
2	Seleccionar filtro.	A partir de los filtros proporcionados seleccionar o establecer el orden de evaluación de dichos filtros.	Líder de TI y líder de producto.	Lista de los filtros junto con los criterios pertenecientes a cada uno.
3	Priorizar criterios del filtro seleccionado.	Se obtienen los pesos de cada criterio aplicando AHP.	Líder de TI y líder de producto.	Priorización de criterios mediante los pesos obtenidos.
4	Calificar plataformas con respecto a criterios del filtro seleccionado según la forma de calificación propuesta.	Se deben calificar las plataformas para poder hacer la selección de plataformas de acuerdo con el filtro seleccionado.	Líder de TI y líder de producto.	Lista de plataformas con su correspondiente calificación.
5	Definir valores umbrales para criterios del filtro seleccionado.	Es importante establecer cuáles son los valores umbrales a partir de los cuales se van a filtrar las plataformas	Líder de TI y líder de producto.	Valores umbrales para los criterios del filtro seleccionado.

6	Filtrar por criterios del filtro seleccionado.	Se filtran las plataformas de acuerdo con el orden de los criterios priorizados del filtro y los valores umbrales establecidos.	Líder de TI y líder de producto.	Nuevo listado de plataformas resultantes a partir del filtro seleccionado.
7	Calificar las plataformas para cada criterio del filtro restante.	Se deben calificar las plataformas de acuerdo con los criterios de calidad para poder aplicar AHP.	Líder de TI y líder de producto.	Lista de plataformas con su correspondiente calificación.
8	Realizar la ponderación de plataformas mediante AHP.	Se aplica el proceso AHP para encontrar la puntuación final de cada plataforma.	Líder de TI y líder de producto.	Resultados obtenidos a partir de la aplicación de AHP.
9	Elegir la plataforma con mayor puntuación.	A partir, de los resultados obtenidos se elige la mejor plataforma.	Líder de TI y líder de producto.	Plataforma <i>blockchain</i> sugerida por el procedimiento de selección propuesto.

Tabla 8. Actividades del procedimiento de selección.

- Entradas y salidas del procedimiento.



Diseño BPMN:

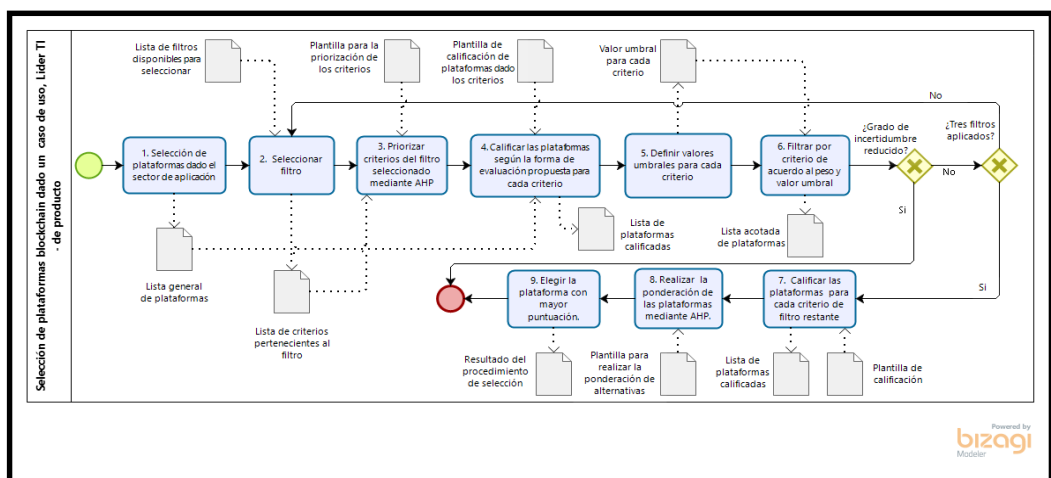


Figura 9. Diseño BPMN del procedimiento de selección, fuente propia

5.2. Construcción del procedimiento de selección de plataformas.

La selección de plataformas *blockchain* dada las necesidades de un proyecto que requiere de ciertos aspectos para ser desarrollado, es para las empresas un proceso bastante confuso de realizar, como se ha mencionado en secciones anteriores, debido a que no cuentan con el suficiente conocimiento de esta tecnología emergente además de que existe gran cantidad de plataformas de las cuales no se tiene claro cuál es la más adecuada para el proyecto pues no existe una guía clara y precisa para abordar este inconveniente. Por otro lado, a medida que aumentan las opciones de plataformas el procedimiento de selección se vuelve cada vez más complejo.

El establecimiento de un procedimiento de selección de plataformas *blockchain* permite una evaluación más puntual de las opciones disponibles además de proporcionar o servir como guía para replicarlo cuando la empresa lo requiera, se aconseja que la empresa actualice la lista general de plataformas agregando las nuevas plataformas que entran al mercado por lo menos cada 6 meses debido al constante surgimiento de nuevas ideas y desarrollos basados en la tecnología.

Para la construcción del procedimiento de selección observado en el diseño BPMN presentado en la figura 10 y con el objetivo de proporcionar a Namtrik Development, un procedimiento que facilite la selección de plataformas *blockchain* brindando uniformidad y facilidad de replicación, se describen los siguientes pasos que son la base para lograr este objetivo:

1. Identificación de la relación entre sector de aplicación en la industria y plataformas *blockchain*, lo cual es el primer punto a considerar pues se debe tener un panorama inicial de para qué sector puede ser aplicada cada plataforma. Hay plataformas que son transversales a la mayoría de verticales descritas en la sección 2.5, mientras que hay otras que se concentran en un solo sector.
2. Obtener una lista de criterios para la selección de plataformas. Inicialmente, estos criterios son los propuestos en el presente trabajo de grado, pero en caso de que en el futuro que Namtrik Development crea conveniente ingresar más criterios o eliminar algunos de la lista propuesta lo podrá hacer teniendo en cuenta estos pasos. Estos criterios (presentados en la sección 4.2) son la herramienta fundamental para una clasificación óptima de las plataformas.
3. A partir de los criterios obtenidos, realizar una clasificación de ellos en grupos determinados por características similares. Se identificaron cuatro grupos, de los cuales se puede elegir el orden de evaluación. Se plantea elegir tres para filtrado con el objetivo de ir disminuyendo gradualmente las opciones de selección y uno para la determinación final de la plataforma *blockchain* adecuada. Es claro que la selección de la plataforma *blockchain* se puede dar en el filtrado, o sea antes de llegar a la aplicación de AHP. A continuación, se listan los grupos de criterios

identificados:

- a. Proveedor BaaS: es importante conocer si es preferible que la plataforma *blockchain* con la que se busca implementar la solución sea auto hospedada o en la nube ya que esto podría disminuir significativamente la cantidad de plataformas a evaluar. En otras palabras, es importante saber si existe la necesidad de recurrir a un proveedor BaaS y en caso de que se requiera evaluar las características ofrecidas por el mismo.
 - b. Características técnicas: determinado por criterios referentes a las capacidades generales de la plataforma relacionados con los requerimientos de funcionalidad general del proyecto.
 - c. Comunidad: los criterios de este grupo se relacionan con la popularidad, el respaldo confiable, la madurez y la adopción que tiene la plataforma *blockchain*. Por ejemplo, si la adopción de la plataforma es muy complicada o hay muy poca documentación sobre ella sería factible o no (según el criterio de la empresa) descartarla y no seguirla evaluando.
 - d. Características de calidad: basado en requisitos no funcionales planteados a partir de ISO/IEC 25010 ya que esta proporciona una base de evaluación clara para la determinación de características de calidad.
4. Definir la forma de evaluación de criterios, es decir que opciones puede tomar cada criterio.
 5. Definir un método para la ponderación de las plataformas y selección de la mejor alternativa entre varias opciones existentes. En el presente trabajo de grado se seleccionó el método de factores ponderados para determinar la calificación mediante una puntuación de cada plataforma con respecto a algunos sub-criterios de manera cuantitativa y poder descartar las plataformas que no superen el umbral establecido por la empresa. Además, se realiza análisis mediante AHP para determinar el orden de priorización para los filtros y para determinar con el grupo restante de criterios cuál es la mejor plataforma en caso de que el procedimiento de selección no haya finalizado.
 6. Para aplicar este proceso se debe realizar el análisis para los criterios del filtro y analizar las plataformas candidatas según cada criterio. A continuación, se realiza una breve explicación del proceso AHP:

AHP es útil para la toma de decisiones y muy usado en el mundo empresarial ya que es aplicable a casi todos los sectores. Es un proceso de medición a través de comparaciones por pares ya que a la mente humana se le facilita este tipo de comparación y se basa en los juicios de expertos para obtener escalas de prioridad. Las comparaciones se realizan utilizando una escala de juicios absolutos (Escala de Saaty) que representa, el dominio de una alternativa sobre otra con respecto a un atributo dado.

Las escalas de prioridad derivadas se sintetizan multiplicándose por la prioridad de sus criterios principales y sumándolos [63]. A continuación, se describe un poco mejor este proceso:

- Elegir el criterio más importante entre los demás [63]:
 1. Ponderación de criterios mediante la escala de Saaty realizando una comparación pareada a través de una matriz.
 2. Normalización de los valores de la matriz.
 3. Se encuentra el peso de cada criterio.

A continuación, se presenta un ejemplo de la matriz de comparación para este caso:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} f & v & c \end{matrix} \\ \begin{matrix} f \\ v \\ c \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1 \\ 2 & 1 & 4 \\ 1 & 1/4 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

donde f , v , c son los criterios a comparar.

Los valores de la diagonal de la matriz se rellenan con el número uno debido a que se realiza la comparación del criterio consigo mismo. El resto de valores son asignados de acuerdo con la escala de Saaty.

Basta con rellenar los valores encerrados en el triángulo azul ya que los valores del triángulo rojo se rellenan con el valor inverso. Es decir, si el valor asignado en la celda fv es $1/2$ automáticamente se reconoce que el valor correspondiente en la celda vf es 2.

- Elegir la mejor alternativa dado un conjunto de criterios [63]:
 1. Se realizan los tres puntos descritos anteriormente.
 2. Para cada criterio, se ponderan las alternativas con el objetivo de saber cómo está cada alternativa con respecto al criterio en evaluación en una matriz de comparación, posteriormente se normaliza cada matriz y de cada una de ellas se encuentra el peso de cada alternativa dado el criterio.
 3. Se multiplica cada criterio por la calificación otorgada a cada alternativa y se suman los resultados. La alternativa con mayor calificación es la mejor opción.

A continuación, se presenta un ejemplo de las matrices de comparación para este caso:

$$A_f = \begin{matrix} & p & r & e \\ p & 1 & 1/2 & 1 \\ r & 2 & 1 & 4 \\ e & 1 & 1/4 & 1 \end{matrix}$$

$$A_v = \begin{matrix} & p & r & e \\ p & 1 & 1/2 & 1 \\ r & 2 & 1 & 4 \\ e & 1 & 1/4 & 1 \end{matrix}$$

$$A_c = \begin{matrix} & p & r & e \\ p & 1 & 1/2 & 1 \\ r & 2 & 1 & 4 \\ e & 1 & 1/4 & 1 \end{matrix}$$

La escala de comparación propuesta por Thomas Saaty, se presenta en la tabla 9:

Ítem	Escala verbal	Escala numérica
Menor importancia	Mínima importancia de uno sobre otro.	1/9 1/8
	Muy baja importancia de uno sobre otro.	1/7 1/6
	Baja importancia de un criterio sobre otro.	1/5 1/4
	Levemente baja importancia de uno sobre otro.	1/3 1/2
Neutral	Ambos criterios o elementos son de igual importancia (no es recomendable usarlo)	1
Mayor importancia	Levemente alta es la importancia de uno sobre otro.	2 3
	Importancia alta de un criterio sobre otro.	4 5
	Importancia muy alta o demostrada de un criterio sobre otro.	6 7
	Importancia máxima o absoluta de un criterio sobre otro.	8 9

Tabla 9. Escala de Saaty

En la figura 11, se ilustra un escenario general en el que puede ser aplicado AHP, compuestos de múltiples alternativas y diferentes criterios a evaluar para cada una. Se puede apreciar que se presenta un orden jerárquico de evaluación.

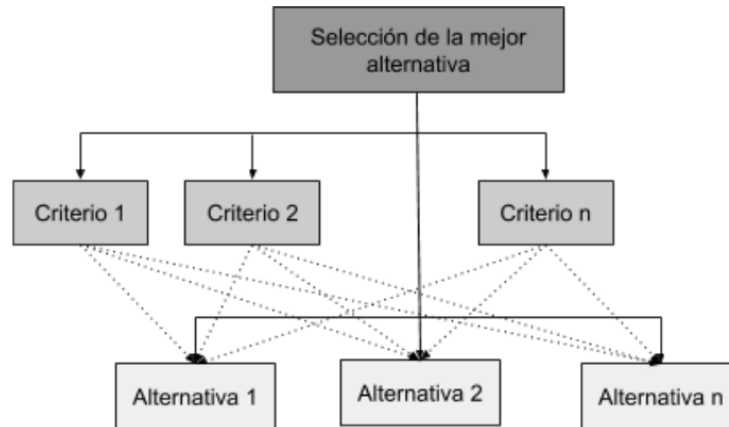


Figura 10. Proceso Analítico Jerárquico (AHP), fuente propia

NOTA: Las plantillas para rellenar las matrices de comparación de cada filtro y selección final de la plataforma, se proveen a la empresa Namtrik Development mediante hojas de cálculo.

Además, se debe tener en cuenta que es importante verificar si los pesos obtenidos en la matriz de comparación del proceso AHP son consistentes o no, en caso de no ser consistente se debe volver a llenar las celdas de la matriz de comparación inicial. Para saber si es consistente o no se cuenta con el término de razón de consistencia, la cual se calcula mediante la siguiente ecuación e indica la consistencia de los juicios que muestra el tomador de decisiones en el transcurso de la serie de comparaciones pareadas [63]:

$$\text{Razón de consistencia} = \frac{\text{índice de consistencia}}{\text{índice de aleatoriedad}}$$

siendo,

$$\text{índice de consistencia} = \frac{\text{promedio de todos los } (A/Peso) - n}{n - 1}, \quad n = \text{número de criterios}$$

$$\text{índice de aleatoriedad} = 1,98 * \left(\frac{n-2}{n}\right)$$

El índice de consistencia depende del número de criterios que se comparan y del promedio de los índices de consistencia geométricos de cada uno de los criterios evaluados. Por otra parte, el índice de aleatoriedad depende del número de criterios en evaluación.

Si la razón de consistencia es > 0.10 indica que la matriz es inconsistente.

NOTA: Cabe mencionar, que el orden de dichos filtros puede ser establecido según lo que requiera evaluar la empresa Namtrik Development para un proyecto dado. Sin embargo, se sugiere el orden de filtrado pensando en la mejor forma de hacerlo para encontrar la plataforma adecuada:

N° filtro	Nombre	Descripción
1	Proveedor BaaS	Este filtro podría disminuir significativamente la cantidad de plataformas a evaluar ya que los proveedores BaaS ofrecen una cantidad limitada de plataformas para desarrollar soluciones.
2	Características técnicas	Este filtro pretende realizar una reducción importante de plataformas candidatas con el objetivo de abordar el problema de tener demasiadas para evaluar detallada e inoportunamente. Los criterios relacionados con este filtro permiten realizar un descarte rápido pues en su mayoría se relaciona con responder preguntas dicotómicas.
3	Comunidad	Se decidió colocar este como el segundo tercer filtro ya que sus criterios apuntan a conocer un poco más sobre las plataformas, aspectos que se salen de la parte técnica para considerar otros puntos claves.

Tabla 10. Orden de filtrado propuesto para el procedimiento de selección de plataformas.

Como se puede intuir, se deja el grupo relacionado con las características de calidad para aplicar AHP y de esta manera determinar la mejor plataforma.

En la figura 12, se muestra el filtrado mediante las agrupaciones de criterios descritas anteriormente hasta llegar a la selección final de la plataforma adecuada en caso de que se requiera. Como se ha venido mencionando puede ocurrir el caso en que al obtener la lista acotada de plataformas 1, 2 o 3 ya se encuentre la plataforma sugerida.

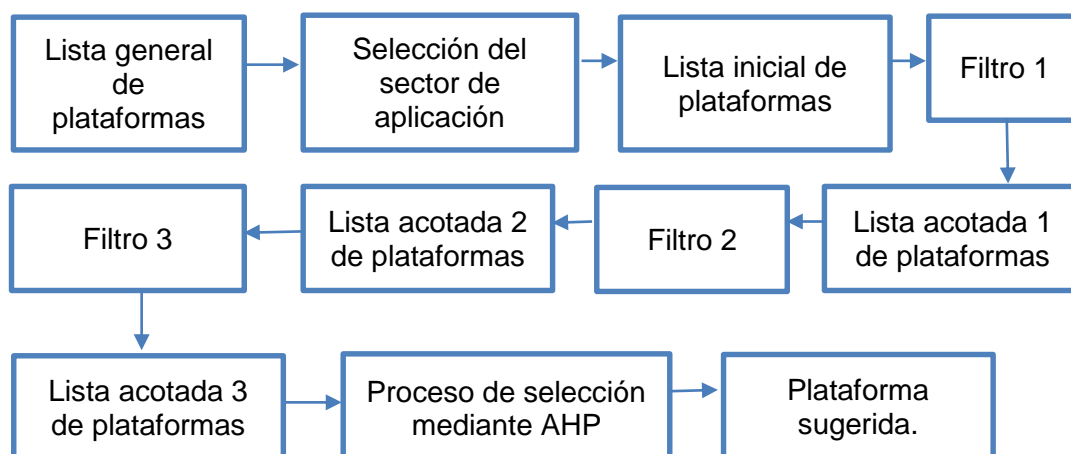


Figura 11. Entradas y salidas del procedimiento de selección de plataformas, fuente propia

NOTA: es importante resaltar que la lista general de plataformas se realiza a partir de una búsqueda sistemática en la literatura ya que no existe hasta ahora una lista clara de las plataformas *blockchain* existentes en el mercado. Esta lista es realizada durante el desarrollo del presente trabajo de grado y clasificada por sectores de aplicación constituyéndose como una base útil para futuros proyectos de Namtrik.

A partir del diseño BPMN modelado presentado en la figura 10, se puede observar que hay diferentes documentos que permiten por un lado captar la información o características necesarias del proyecto a desarrollar y por el otro, documentos que permiten clasificar las plataformas disponibles según criterios con el objetivo de reducir el rango de posibilidades ya que actualmente existe gran oferta de plataformas *blockchain* e incluso cada día salen nuevas opciones como se mencionó anteriormente.

5.3. Descripción de los criterios utilizados en el procedimiento de selección

En esta sección, se describe los criterios de cada grupo listados en la sección anterior. Es importante conocer a que hace referencia criterio y que opciones puede tomar cada uno.

5.3.1. Proveedor BaaS

Con base en la comprensión obtenida a partir de la información encontrada en la literatura, se establece que es importante determinar si es necesario o no un proveedor BaaS. Por tanto, de acuerdo con el orden de filtrado sugerido se considera como criterio más importante **Proveedor BaaS**, ya que a partir de la información investigada este punto es determinante porque cuando se quiere desarrollar un proyecto este se puede desplegar en la nube (con servidores del proveedor elegido) o se puede realizar un propio despliegue de la infraestructura en otras palabras es una solución auto hospedada (también conocido como *on-premise*) [64].

Esta elección, además de ofrecer características distintas, representan diferencias significativas a nivel de costos como se describe a continuación [65]:

- Auto-hospedado: se espera que los costos sean más elevados que los requeridos para usar un proveedor BaaS, esto se debe a algunas razones:
 - Costos de inicio: los costos asociados a infraestructura, personal, software, licencias, hardware, consultoría y más.
 - Costos de retiro: relacionados por ejemplo con el desmantelamiento de racks de servidores.
 - Costos operativos: se refiere a los costos adicionales por monitoreo, costo por transacciones, gastos por ancho de banda.

Se debe tener en cuenta que desarrollar un solo contrato inteligente bajo este modelo puede costar muchos dólares.

- Proveedor BaaS: se puede comprar por alrededor de 0.29 usd por hora de cpu asignada, lo que quiere decir que solo se paga sobre la marcha y los costos dependen de factores como la tasa de transacción, número máximo de transacciones simultáneas, tamaño de carga útil de las transacciones entre otros. Por ejemplo, en

AWS el precio depende de factores como: nodos, datos escritos a la red, pertenencia a la red, transferencia de datos y almacenamiento de los nodos.

Por otra parte, la empresa Namtrik Development plantea que es importante en estos momentos desarrollar las soluciones mediante plataformas que se encuentren alojadas en la nube lo cual es muy conveniente debido a que cuando se desea explorar con la tecnología *blockchain* es factible iniciar con BaaS por las características que ofrece. Por tanto, es importante saber si para cada plataforma existe un proveedor BaaS. Este criterio se describe a continuación:

- **Proveedor Baas:** se refiere a la existencia de un proveedor de *blockchain as service* como Microsoft, AWS, IBM, Azure entre otros proveedores que permiten hacer los procesos más simples y brindar todos los servicios de una *blockchain* pero en la nube.

En caso de requerir de un proveedor BaaS, es importante continuar con la evaluación de los siguientes sub-criterios relacionados con las características que ofrece el proveedor ya que cada proveedor coloca su sello propio [66]:

- Variedad de plataformas *blockchain*: es importante que el proveedor de BaaS ofrezca diferentes plataformas *blockchain* por si en un momento dado es necesario cambiar de una plataforma a otra.
- Aprovisionamiento rápido: se refiere a la capacidad para implementar, probar y/o poner en producción una *blockchain* de manera rápida y certera. Algunos proveedores BaaS ofrecen soluciones de respaldo en caso de emergencias, adición de nuevas incorporaciones a la plataforma, soporte técnico, control de versiones y tiempo de despliegue rápido.
- Servicios de backend: cada empresa requiere servicios de backend diferentes, pero es importante tener en cuenta con respecto al proveedor BaaS:
 - La seguridad que ofrece en cuanto a los datos de la aplicación y del usuario.
 - El control de procesos tales como protección contra cualquier pirateo, control del flujo de datos, los recursos informáticos, las herramientas de supervisión activa, entre otras.
 - Control de costos: obtener información de los costes que se requieren y de qué dependen y tener en cuenta si hay gastos adicionales que se deban considerar.
 - Integración: la posibilidad de integrarse con la red heredada que tienen todas las empresas sin necesidad de cambiarla por completo ya que esa es una transición que requiere de una transformación grande para las organizaciones.
- Herramientas de monitoreo y exploración: es importante conocer qué herramientas ofrece el proveedor BaaS, si hay herramientas útiles para

conocer el funcionamiento de los nodos y evaluar rápidamente en caso de presentarse fraude cuál es el participante responsable.

- Canales de estado y/o sidechains: es importante saber si el proveedor ofrece estas opciones las cuales son muy importante cuando se habla de escalabilidad.

La tabla 11, resume los criterios adicionales descritos anteriormente relacionados con el proveedor BaaS:

N°	Proveedor <i>blockchain</i>
1	Variedad de plataformas
2	Aprovisionamiento
3	Servicios de backend
4	Herramientas de monitoreo y exploración
5	Canales de estado y/o sidechains

Tabla 11. Criterios adicionales relacionados con "proveedor BaaS"

5.3.2. Características técnicas

En este grupo de criterios denominados como "Características técnicas", se encuentran agrupados los criterios relacionados con las capacidades que puede ofrecer la plataforma *blockchain* referentes a los requerimientos funcionales del proyecto a evaluar. A continuación, se presenta la tabla 12 con los criterios propuestos para este grupo y posteriormente se describe cada uno:

N°	Criterio
1	Contratos inteligentes
2	Activo nativo
3	DApps
4	Acceso a los datos
5	Permisos entregados
6	Identificación de participantes
7	Sistema de recompensas
8	Sistema de tarifas

Tabla 12. Criterios relacionados con "Características técnicas"

NOTA: para cada criterio, a parte de su descripción se proveen sus posibles valores. Esto con el objetivo de aclarar a que se refiere cada criterio y luego las opciones que puede tomar lo cual da una idea más clara para priorizar los criterios.

- **Contratos inteligentes:** no todas las plataformas de *blockchain* traen la integración de contratos inteligentes para validar, activar o hacer cumplir acciones en los sistemas *blockchain*. Por lo tanto, este es un criterio importante a considerar.
- **Activo nativo:** es importante conocer si la plataforma provee una criptomoneda propia para la gestión de activos digitales o para la ejecución de contratos inteligentes. De igual manera, los activos nativos permiten ofrecer un incentivo a los participantes involucrados en la red.

NOTA: Se debe tener en cuenta que las plataformas que ofrecen una criptomoneda nativa, se enfocan en crear redes de tipo públicas.

- **DApps:** en este caso se busca identificar si la plataforma *blockchain* cuenta o no con la opción de desarrollar aplicaciones descentralizadas ya que no todas cuentan con esta posibilidad.
- **Acceso a los datos:** se refiere al tipo de acceso en cuanto a la lectura y escritura de la información contenida en la cadena de bloques. El acceso a los datos se clasifica en público y privado. Este es un criterio importante ya que permite identificar cómo funciona la plataforma cuando se trata de acceder a los datos, lo cual es determinante para el proyecto a desarrollar.
- **Permisos entregados:** se refiere a los permisos entregados a los participantes para procesar las transacciones generadas dentro de la red. Hay plataformas *blockchain* que permiten a los participantes procesar dichas transacciones sin permisos o con permisos, mientras que otras ofrecen ambas posibilidades de permisos para ser elegido el más adecuado.

NOTA: para encontrar la información en cuanto a tipo de acceso y permisos entregados de una plataforma dada, se puede buscar en los whitepapers oficiales o mediante el buscador google mediante las palabras claves “permission” and “access” después del nombre de la plataforma y “*blockchain*”.

- **Identificación de los participantes:** es importante conocer si la plataforma provee algún mecanismo o componente para identificar los participantes o si los participantes pueden hacer parte de la red de manera pseudo-anónima.
- **Sistema de recompensas:** se refiere a la especificación del tipo de sistema empleado para recompensar a los nodos que almacenan o validan transacciones, es importante reconocer cual es el más adecuado para un proyecto dado ya que es lo que permitirá el mantenimiento de la red. Generalmente el sistema de recompensas aplica para redes *blockchain* públicas.

- **Sistema de tarifas:** recompensa proporcionada directamente por los usuarios a otros participantes en el sistema cuando lanzan cualquier solicitud en la red para almacenamiento, recuperación de datos o cálculo y validación.

5.3.2. Comunidad

Los criterios agrupados en “Comunidad”, se basan en la popularidad, el respaldo, la madurez y la adopción de cada plataforma *blockchain*. Es importante conocer características adicionales de la plataforma para descartar aquellas que no tienen mucho impacto en el mercado o aquellas cuyo acceso a información es casi nula, se considera que es relevante contar con plataformas que brindan las herramientas necesarias para construir una solución con los instrumentos necesarios para el desarrollador.

A continuación, se presenta la tabla 13 con los criterios propuestos para este grupo y posteriormente se describe cada uno:

N°	Criterio
1	Popularidad
2	Respaldo
3	Madurez
4	Adopción

Tabla 13. Criterios relacionados con "Comunidad"

- **Popularidad:** tomada en base a la contribución a Github u otras comunidades como Reddit y calificaciones y link a redes sociales. Existencia de información de la compañía que provee la plataforma *blockchain* en la plataforma Crunchbase.

NOTA: es importante resaltar que los parámetros descritos en la tabla 26, pueden ser modificados por la empresa en caso de que alguno de ellos no sea de mucha relevancia o que a medida que pase el tiempo alguno de los factores ya no sea importante o ya no sea válido para determinar la popularidad de la plataforma.

- **Respaldo:** se refiere a las compañías reconocidas que han hecho uso de la plataforma para desarrollar sus proyectos con *blockchain*, generalmente en la página oficial de la plataforma aparecen sus clientes o las empresas que han desarrollado sus soluciones con la plataforma. En este caso, se enumeran las compañías que hacen uso de la plataforma, por esto se puede hacer una elección dependiendo del número de compañías reconocidas. Generalmente, en la página oficial de la plataforma aparecen en la sección de casos de estudio.
- **Madurez:** en este caso se plantea medir la madurez en términos del tiempo de vida

que la plataforma lleva funcionando ya que muchas de ellas entran al mercado y no duran mucho tiempo por diversos motivos. Por lo tanto, es importante incluir este punto con el objetivo de saber si es posible que la plataforma se mantenga en el mercado.

- **Adopción:** se refiere al nivel de adopción que tiene la plataforma *blockchain*, es importante considerar este punto ya que la adopción de una plataforma permite conocer el grado de facilidad para adoptarla. El grado o nivel de adopción depende de los sub-criterios planteados en la tabla 14.

N°	Sub-Criterio
1	Licencia de código
2	Existencia de soporte técnico
3	Comunidad de desarrollo
4	Acceso a documentación
5	Bifurcación

Tabla 14. Sub-criterios relacionados con "adopción".

A continuación, se describe cada uno de los sub-criterios con el objetivo de conocer a que se refiere cada uno.

- **Licencia de código:** es importante conocer el código fuente de la plataforma está disponible para realizar modificaciones libremente o no y con base en esto que costo tiene en caso de que la licencia sea cerrada.
- **Existencia de soporte técnico y/o comunitario:** respaldo de un grupo de especialistas en soporte técnico o soporte comunitario que sirva como herramienta para resolver dudas o inquietudes que se le puedan presentar al desarrollador.
- **Comunidad de desarrollo:** relacionado con la actividad que tiene la comunidad de desarrollo de Github alrededor de la plataforma *blockchain*, como el número de *tags*, *commits*, *pull request*, "closed issues" frente a "open issues" y *contributors*.
- **Acceso a documentación:** se refiere a la calidad y cantidad de documentación y recursos en línea disponibles para el desarrollador. Esto incluye la documentación relacionada con el diseño y las características de la plataforma, implementación técnica, tutoriales y ejemplos de trabajo. Este es un criterio determinante, ya que de esto depende que con que tanta información cuenta el desarrollador para solucionar adecuadamente el proyecto con la plataforma a elegir.

- **Bifurcación:** es relevante conocer en qué versión se encuentra la actualización de la red de la plataforma a evaluar ya que cada actualización trae consigo una serie de mejoras que provee a la *blockchain* características para brindar una solución más robusta. Se especifica la versión actual de la plataforma y cuánto tiempo ha pasado de una actualización a otra para conocer la actividad de actualización con la que cuenta la red *blockchain*.

5.3.3. Requisitos no funcionales o de calidad

Para la definición de este grupo de criterios “Requisitos no funcionales o de calidad”, fue importante como primera medida determinar los requisitos de calidad de las plataformas a evaluar.

Se eligió como base para evaluar atributos de calidad la norma ISO/IEC 25010, ya que brinda una taxonomía base para verificar cuales de los requisitos no funcionales o de calidad de un proyecto que se deben satisfacer, en otras palabras, se puede decir que es el grado en que un producto satisface los requisitos del cliente. Además, la empresa Namtrik Development la usa como guía base para medir la calidad de sus productos.

En la figura 13, se muestra las características de calidad planteadas por la norma ISO/IEC 25010. A partir de los criterios obtenidos en la tabla 4, se buscó relacionarlos y clasificarlos de acuerdo con las características establecidas por la norma determinando así los diferentes aspectos que se deben tener en cuenta para medir la calidad de las diferentes plataformas *blockchain*.



Figura 12. Modelo de calidad del producto definido por la ISO/IEC 25010 [67]

La lista de criterios a clasificar según las características de la norma se presenta en la tabla 15.

N°	Criterio
1	Lenguajes soportados
2	Formas de acceder
3	Arquitectura de software
4	Throughput

5	Latencia
6	Interoperabilidad
7	Intraoperabilidad
8	Consenso
9	Cifrado de datos
10	Capa de identidad
11	Privacidad de datos

Tabla 15. Criterios a clasificar según la norma ISO/IEC 25010.

A continuación, se describe cada característica de calidad según la información proporcionada por la norma [67] y los criterios, relacionados con la plataforma, clasificados para cada una. Es importante resaltar que se descartaron tres de las características de calidad propuestas por la norma, debido a que no se adecuan con las plataformas *blockchain* o no son pertinentes para la evaluación propuesta por el procedimiento de selección, por ejemplo la característica “portabilidad” se refiere a la capacidad que tiene el producto software para ser entendido por el usuario lo cual no se podría evaluar directamente en el procedimiento de selección ya que para el caso no se pondría en contacto con el usuario final o cliente.

- **Eficiencia de desempeño:** se refiere al desempeño relacionado con los recursos consumidos bajo determinadas condiciones. Esta característica es representada por los siguientes criterios:
 - *Throughput.* se refiere al número de transacciones por segundo promedio que pueden ser procesadas exitosamente por cada nodo y en general por la red.
 - Latencia: hace referencia al tiempo promedio que gasta una transacción en hacerse válida o en ser parte de un bloque de la *blockchain*, lo cual incluye la propagación de mensajes en las redes más el tiempo requerido debido al mecanismo de consenso implementado. La unidad de medida para este criterio son los milisegundos.
- **Compatibilidad:** relacionado con la capacidad que tiene el sistema para intercambiar información con otro(s) y/o llevar a cabo funciones normalmente al compartir hardware o software.
 - Interoperabilidad: apunta a la capacidad general de las cadenas de bloques para intercambiar información con otros sistemas, fuera de las cadenas de bloques. Es relevante considerar el tema de la interoperabilidad ya que, si el proyecto requiere comunicación con otros sistemas. Por ejemplo, con un

proveedor de datos, se debe garantizar una plataforma que permita hacerlo.

- Intraoperabilidad: se refiere a la capacidad general de las cadenas de bloques para intercambiar información con otras cadenas de bloques. Muchas veces es necesario que las plataformas se puedan comunicar entre sí para intercambiar información y permitir una red más flexible en la que no existan limitaciones por las variaciones de una red a otra.
- **Fiabilidad:** es la capacidad que tiene el sistema para cumplir con funciones específicas bajo determinadas condiciones y tiempo determinado.
 - Consenso: se refiere al mecanismo de consenso usado por la plataforma para permitir el mantenimiento y la actualización de la cadena de bloques, garantizando la confiabilidad de los registros, es decir, su confiabilidad, autenticidad y precisión. El mecanismo de consenso está estrechamente relacionado con la tolerancia a fallas que brinde la plataforma en el sentido de ser capaz de ofrecer constantemente confiabilidad, validez y seguridad a la información contenida en la cadena de bloques.
- **Seguridad:** se refiere a la capacidad que tiene el sistema para proteger los datos o la información que será almacenada.
 - Cifrado de datos: se refiere al algoritmo de cifrado de datos utilizado por la plataforma para garantizar la autenticidad, integridad y orden de los eventos. El tema de cifrado es muy importante considerarlo cuando se habla de seguridad ya que a pesar *blockchain* de ser una tecnología “segura” puede presentar diferentes fallas en seguridad y privacidad de los datos.
 - Capa de identidad: está relacionado con la validación de organizaciones y sus datos de fuentes autorizadas para garantizar la calidad de los datos escritos en la cadena de bloques lo cual facilita el acercamiento al tema de la confianza.
 - Privacidad de los datos: se refiere a la capacidad alternativa que provee la plataforma *blockchain* para ofuscar los datos de tal manera que la información sea totalmente confusa a pesar de que las transacciones sean visibles.
- **Mantenibilidad:** relacionado con la capacidad que tiene el sistema para ser modificado en caso de requerirse por cuestiones correctivas o evolutivas.
 - Lenguajes soportados: se refiere a los lenguajes compatibles con el SDK de la plataforma y también a los lenguajes de programación propuestos por la plataforma para el desarrollo específico de contratos inteligentes. Es importante conocer estos lenguajes soportados ya que con base en ellos se puede conocer si los desarrolladores deben aprender un nuevo lenguaje o si es suficiente con los que ya conocen para desarrollar en *blockchain*.
 - Formas de acceder: se refiere a los métodos disponibles para interactuar con

la plataforma, como bibliotecas, RPC, API REST, GUI, etc. ya que es bueno conocer previamente la forma de interacción y elegir con la que se tenga mejor experiencia.

- Arquitectura de software: se refiere al grado de modularidad con el que cuenta la plataforma, de tal forma que permite determinar si se permite intercambiar módulos de manera flexible para gestionar los cambios una vez implementados.

En la figura 14, se presenta gráficamente las características seleccionadas a partir de la norma junto con los criterios descritos anteriormente:

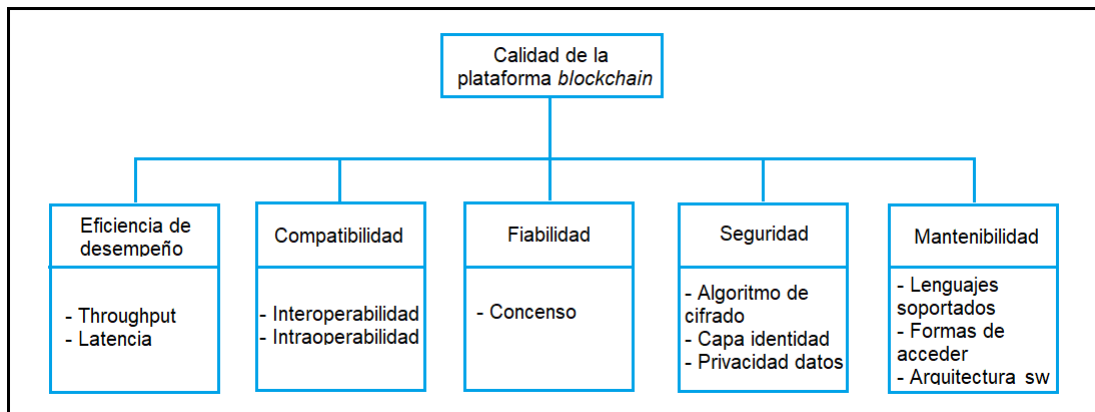


Figura 13. Atributos de calidad para evaluar plataformas blockchain basados en la norma ISO/IEC 25010, fuente propia

El anexo 2, muestra el resumen de los criterios y sub-criterios planteados para el procedimiento de selección.

5.4. Descripción de procedimiento de selección.

En esta sección se describe cada paso del procedimiento de selección de plataformas *blockchain*, descrito anteriormente de manera breve en la sección 5.1.2. Es importante resaltar que cuando el grado de incertidumbre se haya disminuido el procedimiento de selección se da por finalizado, esto quiere decir que la plataforma puede ser encontrada aplicando 1, 2 o 3 filtros sin requerir aplicar el proceso AHP.

5.4.1. Selección de plataformas dado el sector de aplicación

En lugar de existir una forma singular de *blockchain*, la tecnología se puede configurar de múltiples maneras para cumplir con los objetivos y requisitos comerciales de un estudio de caso en particular por lo tanto dichas configuraciones pueden ser clasificadas de acuerdo con el sector de aplicación, según las implementaciones desarrolladas hasta el momento con la tecnología *blockchain*. De acuerdo a esta información, se realizó una clasificación de plataformas por sector de aplicación mostrado en el anexo 3 con el objetivo de permitir una selección de plataformas de acuerdo con el sector de aplicación del estudio de caso. Se encontró que existen plataformas que permiten desarrollar soluciones en todos los sectores de aplicación. Por tanto, fueron clasificadas como "Industria transversal"

Para la selección de plataformas dado el sector de aplicación, se considera como base la información descrita en la sección 2.5 la cual es la información más clara y concreta encontrada en la literatura, en donde se observa en la figura 6 que las verticales de la tecnología *blockchain* son las siguientes:

- Salud: uno de los principales problemas actuales en el área de la salud es la interoperabilidad, lo que causa que el personal médico no tenga un historial completo de sus pacientes. Por otro lado, se presenta simultáneamente una alta tasa de error para la identificación o integración exitosa de un archivo generados por los sistemas informáticos de salud centralizados.

Blockchain tiene mucho que aportar en este campo, ya que las instituciones de salud pueden ingresar información de los pacientes a la red *blockchain* de forma única. Los pacientes se enlazan a la *blockchain* con una clave privada con la cual podrán compartir a las entidades de salud su identidad. Por lo tanto, se resolvería el problema de interoperabilidad ya que se puede compartir la clave privada del paciente con nuevas entidades de salud para que puedan obtener sus datos. Otro uso de la *blockchain* en el ámbito sanitario podría ser para la administración general del cuidado de la salud, como la supervisión de los medicamentos recetados, el cumplimiento de la regulación, la supervisión de los resultados de las pruebas y el manejo de suministros de salud.

- Servicios financieros: dentro de este sector, *blockchain* también puede ser usado para la compra y venta de acciones que la mayoría de veces involucra a muchos intermediarios. *Blockchain* podría eliminar los *brokers* y descentralizar la bolsa de valores, sin un sistema central necesario para unir la oferta y la demanda.

El concepto *blockchain* puede permitir el comercio directo y la liquidación a través de fronteras, lo que a su vez reduce los costos, aumenta la precisión de los datos y reduce los retrasos en las transacciones para la gestión de activos. Algunos servicios financieros son: criptomonedas, gestión de activos fijos, pagos globales.

- Logística: *blockchain* puede ayudar a resolver muchos de los problemas complejos en la logística del comercio mundial, incluida la gestión del transporte, las adquisiciones, la colaboración aduanera, el seguimiento y la localización y la financiación del comercio, optimizando el tiempo y los costos asociados con la documentación comercial y el procesamiento administrativo de los envíos de carga marítima.
- Seguros: en este sector es muy común los fraudes ya que los estafadores cada vez buscan formas más sofisticadas para engañar a las aseguradoras, en este sector *blockchain* en conjunto con los mecanismos antifraude existentes podría contribuir a través de la prevención del fraude y el bloqueo de reclamos falsos. Esto no solamente beneficiaría a las compañías sino también a los clientes ya que la reducir los fraudes se tendría un mayor margen, lo que lleva a primas más baratas para los consumidores.
- Fabricación: el seguimiento o rastreo del proceso de los productos de fabricación, es una tarea bastante crítica representando para las empresas complejidad y altos costos. *Blockchain* se ha evaluado en esta área como una herramienta fundamental por sus capacidades o funcionalidades casi infinitas a las que puede ser aplicado durante la fabricación y distribución.

- Ventas: la gestión de la cadena de suministro muchas veces se vuelve compleja. Por tanto, es necesario crear un entorno más eficiente en el que haya una mayor transparencia y colaboración entre diversos interesados, como fabricantes, distribuidores, aseguradoras, transportistas, importadores, mayoristas y minoristas. Cada elemento de la cadena de suministro debería tener su propia base de datos incluso para hacer un seguimiento más detallado de cada uno. *Blockchain* brindaría mayor confiabilidad a los clientes debido a que cada producto estaría identificado con una identificación, con la cual podrían obtener una excelente trazabilidad de este.

Hay bastante demanda de minoristas que están interesados en utilizar *blockchain* para sus negocios, brindando beneficios de parte y parte. Para los clientes es importante rastrear los productos y para los vendedores es necesario reducir o combatir el riesgo que hay de falsificación.

- Sector público: en el sector público hay muchas aplicaciones en las que se puede incorporar la tecnología *blockchain* para lograr una eficiencia mucho más significativa. Las agencias gubernamentales en más de 20 países, incluidos Canadá, el Reino Unido, Brasil, China e India, están ejecutando pruebas piloto, pruebas y ensayos que examinan la amplia utilidad de la arquitectura como base para la provisión y adquisición de servicios gubernamentales, y el desarrollo de Aplicaciones individuales basadas en *blockchain* para uso interno.

Entre las aplicaciones existentes dentro de este sector se destacan: votación, seguridad de datos del gobierno, transferencia y almacenamiento de datos confiable, digitalización de registros de activos como terrenos, propiedades, vehículos y transacciones de propiedades, registro de contratos inmobiliarios, incluidos los registros de arrendamiento, registro de títulos de propiedad y validación de transacciones gubernamentales relacionadas con la propiedad.

- Energía: con el auge de la adopción de energías renovables, se busca incorporar *blockchain* para un futuro energético más transparente y eficiente. La adopción de estas energías cambiará por completo la forma como se compra y vende, abriendo el campo a un nuevo paradigma en su comercio. Además de esto, muchos consumidores están produciendo su propia energía (a través de paneles solares, entre otros) por lo cual comercializan los excesos de su producción nuevamente a la red, esto es gracias a la popularización de las energías renovables y la creciente adopción de las redes de energía distribuida. Con la inclusión de *blockchain* en esta área, los productores y consumidores definitivamente se opondrán al sistema tradicional de comercialización de energía ya que con esta tecnología emergente pueden comprar y vender sus energías renovables P2P sin necesidad de depender de las empresas de servicios públicos que acarrean por cierto costos más altos por las tarifas extras por impuestos y demás.
- Medios y entretenimiento: el problema más común que enfrenta este sector es en el pago de regalías. Debido a que se desenvuelve en un medio digital es muy usual que se reproduzca copias truncando así el pago de regalías o los pagos que se deben hacer por derechos de autor. *Blockchain* aportaría claramente en cuanto a la distribución transparente y eficiente de tales regalías. Se podría registrar a todos los creadores de determinado contenido original en la *blockchain* junto con la funcionalidad de contratos inteligentes para especificar cómo se compensará a los

artistas y cómo se dividirán los ingresos de las ventas entre todas las partes garantizando el cumplimiento de sus derechos y permitiendo hacer un rastreo detallado de consumo que ha tenido en la red en cuanto a mercados y áreas geográficas (*blockchain* permite usar criptografía con un cifrado de clave "público-privado") protegiendo el contenido digital de la piratería, sin restringir el uso compartido entre consumidores. Las asociaciones de cobranza entrarían a tener un rol diferente que sería conseguir un proveedor de la plataforma *blockchain* y verificar detalles de contratos inteligentes.

A partir de la descripción realizada anteriormente sobre los sectores o verticales de la tecnología *blockchain*, se debe seleccionar a que sector pertenece el estudio de caso a evaluar para poder contar con una lista de plataformas inicial.

5.4.2. Seleccionar filtros

A partir de los criterios descritos en la sección 5.3, se debe seleccionar 3 de los grupos descritos para filtrado eligiendo el orden de evaluación de dichos filtros y uno para la selección final de la plataforma *blockchain* mediante AHP o seguir el orden de filtrado sugerido en la tabla 10, si se considera pertinente.

5.4.3. Priorizar criterios del filtro seleccionado mediante AHP

Una vez seleccionado el filtro, se deben priorizar los criterios del filtro aplicando AHP para los grupos de criterios "Características técnicas", "Comunidad" o el método de factores ponderados para los sub-criterios del grupo "Proveedor BaaS". Como se describió en la sección 5.2, AHP es aplicado en este caso, para elegir el mejor criterio entre los demás lo cual permite obtener una puntuación final de cada criterio, estas puntuaciones son las que permiten determinar la priorización u orden de evaluación de los criterios de acuerdo con las necesidades del estudio de caso.

Esta priorización se decidió realizar mediante AHP ya que permite una evaluación más objetiva mediante la comparación por pares de criterios, además es importante determinar este orden de evaluación porque es adecuado descartar las plataformas que no cumplen con el criterio más importante inicialmente hasta el menos importante, ahorrando de esta forma tiempo en la evaluación.

Para realizar dicha priorización o ponderación se hace uso de una matriz de comparación la cual es ejemplificada mediante los criterios del grupo "Características técnicas" en la figura 15, para todos los grupos de criterios elegidos para filtrado se realiza la misma matriz. La matriz de comparación debe ser completada con valores de la escala de Saaty presentada en la tabla 9:

	Contratos inteligentes	Activo nativo	DApps	Acceso a los datos	Permisos entregados	Identificación participantes	Sistema de recompensas	Sistema de tarifas
Contratos inteligentes	1							
Activo nativo		1						
DApps			1					
Acceso a los datos				1				
Permisos entregados					1			
Identificación participantes						1		
Sistema de recompensas							1	
Sistema de tarifas								1
SUMA	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 14. Matriz de comparación "Características técnicas", fuente propia

A partir, de los valores completados para esta matriz, se generará mediante el documento Excel proporcionado automáticamente la matriz normalizada representada en la figura 16 junto con los valores del peso de cada criterio y su porcentaje. Además, los datos obtenidos del porcentaje se representan gráficamente como se observa en la figura 17.

	Contratos inteligentes	Activo nativo	DApps	Acceso a los datos	Permisos entregados	Identificación participantes	Sistema de recompensas	Sistema de tarifas	PESO	PORCENTAJE
Contratos inteligentes	1	0	0	0	0	0	0	0	0.13	12.50%
Activo nativo	0	1	0	0	0	0	0	0	0.13	12.50%
DApps	0	0	1	0	0	0	0	0	0.13	12.50%
Acceso a los datos	0	0	0	1	0	0	0	0	0.13	12.50%
Permisos entregados	0	0	0	0	1	0	0	0	0.13	12.50%
Identificación participantes	0	0	0	0	0	1	0	0	0.13	12.50%
Sistema de recompensas	0	0	0	0	0	0	1	0	0.13	12.50%
Sistema de tarifas	0	0	0	0	0	0	0	1	0.13	12.50%

Figura 15. Resultado de pesos y porcentajes obtenidos a partir de la Matriz normalizada - "Características técnicas", fuente propia

Se debe tener en cuenta que es importante verificar si los pesos obtenidos son consistentes o no, en caso de no ser consistente se debe volver a llenar las celdas de la matriz de comparación inicial. Para saber si es consistente o no se cuenta con el término de razón de consistencia presentado en la sección 5.2, además la celda de consistencia se pintará de color rojo en caso de ser inconsistente:

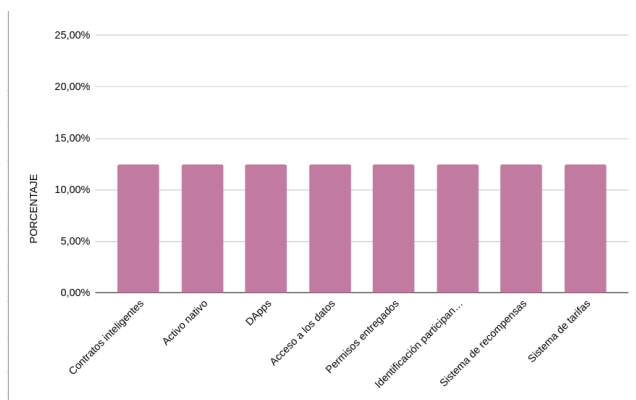


Figura 16. Gráfica de los porcentajes por criterio - "Características técnicas", fuente propia

5.4.4. Calificar las plataformas según la forma de evaluación propuesta para cada criterio

Es importante contar con una calificación de plataformas de acuerdo con los criterios del filtro en evaluación. Es necesario tener esta calificación previa de las plataformas para poder realizar el filtrado según las necesidades que presenta el proyecto a evaluar. Muchos de los criterios que se componen de sub-criterios pueden ser calificados mediante el método de factores ponderados el cual permite obtener puntuación de varias alternativas dado un grupo de criterios. A continuación, se describen como puede ser calificado cada uno de los criterios.

5.4.4.1. Proveedor BaaS

Las opciones para calificar este criterio en cada plataforma son:

Proveedor Baas	
Si, ¿Cuál?	No
La plataforma cuenta con un proveedor BaaS, se especifica cual o cuales son.	La plataforma no cuenta con un proveedor Baas, solo se puede utilizar on-premise.
Puntuación = 10	Puntuación = 0

Tabla 16. Opciones para "proveedor BaaS".

En caso de que la selección sea "Si" la puntuación a asignar es de 10 y en caso contrario de 0, esto con el objetivo de contar con una calificación cuantitativa. Luego se debe proceder a calificar a las plataformas que sea proveídas por un proveedor BaaS de acuerdo con las características presentadas en la tabla 11 haciendo uso del método de factores ponderados como se describe a continuación:

1. Se deben pesar los sub-criterios planteados en la tabla 11 referentes al proveedor *blockchain*, de acuerdo con la escala de 1-100%.
2. Se coloca una puntuación a cada plataforma según cada sub-criterio de

acuerdo con la tabla 17.

3. Se multiplica la puntuación de la plataforma en cada sub-criterio por el peso asignado al mismo, se suma y promedia para obtener la puntuación total en “Proveedor BaaS” correspondiente a la plataforma

Proveedor <i>blockchain</i>	Puntuación	Descripción
Variedad de plataformas	1	El proveedor ofrece una baja o nula variedad de plataformas <i>blockchain</i> .
	3	El proveedor ofrece una media variedad de plataformas.
	5	El proveedor ofrece alta variedad de plataformas <i>blockchain</i> .
Aprovisionamiento	1	El proveedor ofrece un aprovisionamiento bajo ya que ofrece poca capacidad para implementar, probar y/o poner en producción una <i>blockchain</i> de manera rápida y certera.
	3	El proveedor ofrece un aprovisionamiento medio ya que la capacidad para implementar, probar y/o poner en producción una <i>blockchain</i> no es muy rápida y certera.
	5	El proveedor BaaS tiene capacidad para implementar, probar y/o poner en producción una <i>blockchain</i> de manera rápida y certera. Además, ofrece soluciones de respaldo en caso de emergencias, adición de nuevas incorporaciones a la plataforma, soporte técnico, control de versiones y tiempo de despliegue rápido
Servicios de <i>backend</i>	1	El proveedor ofrece un bajo nivel respecto a servicios de <i>backend</i> relacionado con la seguridad, el control de procesos y costos y la integración con la red heredada.

	3	Los servicios de <i>backend</i> ofrecidos por el proveedor representan un nivel medio ya que no abarca la totalidad de aspectos relacionados con este criterio.
	5	El proveedor ofrece un nivel alto en cuanto los servicios que ofrece en el <i>backend</i> .
Herramientas de monitoreo y exploración	1	El proveedor no ofrece herramientas de monitoreo y exploración para conocer el funcionamiento de la red o no las especifica en su <i>whitepaper</i> o página oficial.
	2	El proveedor ofrece herramientas de monitoreo y exploración para conocer el funcionamiento de la red.
Canales de estado y/o <i>sidechains</i>	1	El proveedor no ofrece canales de estado o <i>sidechains</i> .
	2	El proveedor ofrece canales de estado y <i>sidechains</i> .

Tabla 17. Opciones para asignar puntuación a las plataformas respecto al proveedor.

5.4.4.2. Características técnicas

A continuación, se presenta la calificación para cada uno de los criterios correspondientes a este grupo.

- **Contratos inteligentes:**

Contratos inteligentes	
Si	No
La plataforma viene con la integración de contratos inteligentes.	La plataforma no permite el desarrollo de contratos inteligentes.
Puntuación = 10	Puntuación = 0

Tabla 18. Opciones para "contratos inteligentes".

- **Activo nativo:**

Activo nativo	
Si, ¿Cuál?	No
La plataforma cuenta con un activo nativo, se especifica el nombre. Puntuación = 10	La plataforma no ofrece un activo propio. Puntuación = 0

Tabla 19. Opciones para "activo nativo".

- **DApps:**

DApps	
Si	No
La plataforma puede ser utilizada para el desarrollo de aplicaciones descentralizadas. Puntuación = 10	La plataforma no permite el desarrollo de aplicaciones descentralizadas. Puntuación = 0

Tabla 20. Opciones para "DApps".

- **Acceso a los datos:**

Acceso a los datos		
Pública	Híbrida	Privada
La plataforma permite el acceso a los datos de manera pública. Puntuación = 10	La plataforma permite el acceso híbrido de los datos. Puntuación = 6	La plataforma permite el acceso a los datos de manera privada. Puntuación = 3

Tabla 21. Opciones para "acceso a los datos".

- **Permisos entregados:**

Permisos entregados	
Sin permisos o permissionless	Con permisos o permissioned
La plataforma no ofrece permisos a los participantes para participar. Puntuación = 10	La plataforma brinda permisos a los participantes para participar. Puntuación = 5

Tabla 22. Opciones para "permisos entregados".

- **Identificación de los participantes:**

Identificación de los participantes	
Si	No
La plataforma permite identificar a los participantes de la red. - Se especifica el mecanismo empleado por la plataforma. Puntuación = 10	La plataforma permite que los participantes interactúen de manera. Puntuación = 0

Tabla 23. Opciones para "identificación de participantes".

- **Sistema de recompensas:**

Sistema de recompensas	
Recompensa adicional	Recompensa global
La plataforma, además de ofrecer recompensa por bloque añade una recompensa por validar bloques bifurcados. Puntuación = 10	La plataforma recompensa a todos los participantes que almacenan, validan o verifican transacciones. Puntuación = 5

Tabla 24. Opciones para "sistema de recompensas".

- **Sistema de tarifas:**

Sistema de tarifas		
Si	Opcional	No
La plataforma proporciona una tarifa fija vinculada a la solicitud o variable relacionada con el tamaño de la solicitud. - Se especifica el valor promedio de dicha tarifa. Puntuación = 10	La plataforma brinda la posibilidad de recompensar opcionalmente a los participantes por el proceso de validación Puntuación = 6	La plataforma no plantea ninguna tarifa relacionada a las solicitudes de los usuarios. Puntuación = 0

Tabla 25. Opciones para "sistema de tarifas".

5.4.4.3. Comunidad

A continuación, se describe la calificación para cada uno de los criterios y sub-criterios relacionados con la “comunidad”.

- **Popularidad:**

Popularidad	Si	No
Github	A partir del link a Github se busca la contribución a este mediante el número de “stars”, número de “forks”. - Se especifican los datos encontrados.	No se encuentra el link de acceso al repositorio de Github.
Reddit	La plataforma cuenta con su comunidad en Reddit, se mide basado en el número de miembros unidos a los canales oficiales de las plataformas. -Se especifica el link y el número de miembros.	No se encuentran búsquedas de la plataforma en Reddit.
Redes sociales	La plataforma es encontrada en las diferentes redes sociales como twitter, Facebook, LinkedIn y Telegram. -Se especifica el link a cada una de las redes sociales.	No se encuentra la plataforma en la red social buscada.
Crunchbase	La plataforma <i>blockchain</i> es encontrada en Crunchbase. -Se especifica el link a Crunchbase y el CB Rank.	No se encuentra la plataforma en Crunchbase.
G2 Track	Calificaciones otorgadas a la plataforma <i>blockchain</i> en la plataforma G2 Track	No se encuentran búsquedas de la plataforma en G2 Track.

Tabla 26. Opciones para “popularidad”.

Para este criterio, se hace uso del método de factores ponderados con el objetivo de establecer los pesos para cada sub-criterio relacionado con la popularidad, de esta manera se brinda flexibilidad para la ponderación de plataformas en cuanto a popularidad pues los valores otorgados a los sub-criterios de popularidad pueden variar sin alterar el procedimiento de selección según las necesidades existentes. Se hace uso

de este método debido a que se busca encontrar varias opciones de plataformas aceptables, a partir de un valor umbral establecido por la empresa Namtrik. Los pasos a seguir para tratar el criterio de popularidad son los siguientes:

1. Asignar un peso a cada sub-criterio de popularidad que represente su importancia relativa de 1-100%. Siendo 1% el valor más bajo o de menor peso y 100% el valor más alto o de mayor peso.
2. Evaluar cada plataforma para cada sub-criterio propuesto.
3. Multiplicar la puntuación de cada plataforma por los pesos para cada sub-criterio y obtener la suma total para cada plataforma.
4. Establecer un valor umbral el cual permite descartar las plataformas que tienen un valor por debajo de este valor.

Para evaluar cada plataforma, se propone la siguiente calificación para cada sub-criterio:

Github: la calificación se basa en el número de “forks” y en el número de “stars” presentes en Github. Un número más grande indica una mayor interacción con el repositorio de la plataforma por parte de la comunidad que hace uso de la tecnología *blockchain* para sus proyectos. Para calificar esto, se normaliza (0-1) el número de “forks” y el número de “stars” de la plataforma entre las plataformas a evaluar. El valor normalizado de la suma de “forks” y “stars” debe ser relacionado con la escala de evaluación.

Escala de evaluación	
5	Mejor
3	Intermedio
1	Bajo

Tabla 27. Escala de evaluación.

Reddit: la calificación se basa en el número de “members” que tiene el canal de la comunidad de cada plataforma. De igual forma a Github, se normaliza el número de “members” de la plataforma entre las demás plataformas y se relaciona con la escala de evaluación siendo esta la calificación para la plataforma.

Redes sociales: la calificación se basa en la cantidad de *likes*, seguidores y miembros en los respectivos medios. Se realiza la calificación de acuerdo con el resultado del proceso de normalización. A continuación, se detalla los factores a medir para cada red social:

- Twitter: número de tweets y seguidores.
- Facebook: número de *likes* y seguidores.
- LinkedIn: número de seguidores.
- Telegram: número de miembros.

NOTA: generalmente en Crunchbase o G2 Track se presentan los links oficiales a algunas de las redes sociales listadas anteriormente.

Crunchbase: la calificación se basa en el número de inversores e inversiones y en el “CB Rank” que le da Crunchbase a la compañía que provee la plataforma. Se realiza la calificación de acuerdo con el resultado del proceso de normalización. A continuación, se detalla los factores a tener en cuenta para cada plataforma:

- “CB Rank”: ranking dinámico otorgado por Crunchbase.
- “*Number of investments*”: número de inversiones que la compañía ha realizado.
- “*Number of investors*”: número de inversores que participaron en rondas de financiación.

G2 Track: la calificación se basa en la puntuación en estrellas asignada a la plataforma *blockchain* por G2 Track.

NOTA: Si la plataforma no se encuentra registrada en alguna de las plataformas o medios listados en la tabla 26, la puntuación se establece por defecto a cero.

- **Respaldo:**

Para calificar este criterio se especifica en cada plataforma el número de compañías reconocidas que han desarrollado sus proyectos o productos con la plataforma y con base en la tabla 27 se califica a cada plataforma.

- **Madurez:**

Para calificar la madurez de una plataforma se tiene en cuenta el tiempo de vida de cada plataforma y con base en la tabla 27 se califican.

- **Adopción:**

Como la adopción de una plataforma depende de los sub-criterios planteados en la tabla 14, se debe hacer uso del método de factores ponderados como se hizo con el criterio de “popularidad”, siguiendo los mismos pasos planteados y colocando el peso para cada sub-criterio según de la escala de 1-100%.

- **Licencia de código:**

Licencia de código	
Abierta	Cerrada
La licencia de software de la plataforma tiene su código fuente abierto para que otros puedan realizar modificaciones libremente y no es necesario pagar al autor inicial. Además, permite analizar el crecimiento futuro de la plataforma. - Se especifica bajo qué licencia	El código de plataforma no se distribuye abiertamente. Por lo tanto, el código fuente se mantiene lejos de los usuarios.

se encuentra el código. Puntuación = 2	Puntuación = 1
---	----------------

Tabla 28. Opciones para "licencia de código".

○ **Soporte técnico:**

Soporte técnico	
Si	No
<p>La plataforma cuenta con soporte técnico y/o comunitario facilitando la adopción de la plataforma.</p> <p>- Se especifica en caso de la existencia de soporte técnico si existen canales gratuitos o pagos por tiempo de respuesta para las consultas.</p> <p>Se especifica en caso de existencia de soporte comunitario los links a plataformas como StackExchange, Gitter, Keybase, grupo de desarrolladores de Google u otros.</p>	<p>No existe soporte técnico y/o comunitario para la plataforma seleccionada.</p>

Tabla 29. Opciones para "soporte técnico y/o comunitario".

Para calificar a las plataformas con respecto al soporte técnico se plantean las siguientes puntuaciones:

- Existencia de soporte comunitario: es equivalente a una puntuación de 1, si cuenta con soporte en StackExchange, Gitter, Keybase y grupo de desarrolladores de Google. La pertenencia a cada medio de soporte comunitario recibe una puntuación de 0,25 y una de 0,2 si presenta otro medio para brindar soporte comunitario. Por tanto, si no pertenece a todos los medios de soporte planteados se calcula la puntuación.
- Existencia de canales pagos o gratuitos para realizar consultas: es equivalente a una puntuación de 2.

○ **Comunidad de desarrollo:**

Para la calificación de la plataforma en cuanto a comunidad de desarrollo se toma en cuenta cada una de las características planteadas para este criterio:

1. Se establecen los pesos para realizar la ponderación teniendo en cuenta la escala de 1-5.
2. Se investiga para cada plataforma el número de *tags*, número de *commits*, número de *pull request*, "Closed issues" frente a "Open issues", número de

3. *contributors*. Para calificar esto, se normaliza (0-1) cada característica investigada de la plataforma entre las plataformas a evaluar.
4. Multiplicar la puntuación de cada plataforma por los pesos para cada característica y obtener la suma total que representa la puntuación total normalizada para comunidad de desarrollo.

Relacionar con la puntuación total normalizada con la escala de evaluación de la tabla 27.

○ **Acceso a documentación:**

Acceso a documentación	Si	No
Sitio web oficial	La plataforma cuenta con una página web oficial en donde se encuentra información importante para conocer sobre la plataforma, - Se especifica el link del sitio web oficial. Puntuación = 1	No se encuentra un sitio web oficial para la plataforma. Puntuación = 0
Whitepaper oficial	Existe el <i>whitepaper</i> oficial el cual se encarga de proveer una guía para explicar la estructura de la plataforma y su funcionamiento. Este documento se encuentra generalmente en la página web oficial. - Se especifica el link del <i>whitepaper</i> oficial. Puntuación = 1	No existe un <i>whitepaper</i> oficial en donde se encuentren las especificaciones de la plataforma. Puntuación = 0
Github	Se presenta acceso al SDK de la plataforma mediante el repositorio de Github -Se especifica el link oficial del repositorio en Github, se encuentra generalmente en el sitio web oficial de la plataforma. Puntuación = 1	El link de Github no está disponible, o no es el oficial. Puntuación = 0
Videos	Videos disponibles sobre la plataforma buscada. Se realiza la búsqueda	No hay videos disponibles que ofrezcan información

	<p>mediante el buscador de google en la sección de videos con el nombre de la plataforma seguido por la palabra <i>blockchain</i> para acotar el rango de búsqueda.</p> <p>- Se especifica el número de resultados obtenidos.</p> <p>Puntuación = 0-1 : se normaliza (0-1) el número de videos encontrados de la plataforma entre los resultados de las plataformas a evaluar.</p>	<p>sobre la plataforma.</p> <p>Puntuación = 0</p>
<p>Páginas web, blogs, documentos pdf, entre otros.</p>	<p>Se refiere a la existencia de información en internet mediante el buscador de Google con el nombre de la plataforma seguido por la palabra <i>blockchain</i>, el cual ofrece diferentes páginas con información referente a la plataforma.</p> <p>- Se especifica el número de resultados encontrados.</p> <p>Puntuación = 0-1 : se normaliza (0-1) el número de resultados encontrados de la plataforma entre los resultados de las plataformas a evaluar, mediante el buscador de google.</p>	<p>No hay resultados encontrados mediante el buscador de Google.</p> <p>Puntuación = 0</p>
<p>Artículos académicos</p>	<p>Resultados encontrados de artículos académicos en buscadores como IEEE Xplore y Google Scholar.</p> <p>- Se especifica la cantidad de resultados encontrados en cada buscador mediante el nombre de la plataforma seguido por la palabra <i>blockchain</i>.</p> <p>Puntuación = 0-1 : se suma el número de resultados encontrados en medios como IEEE Xplore</p>	<p>No hay resultado en alguno o ninguno de los buscadores.</p> <p>Puntuación = 0</p>

	y Google Scholar y luego se procede a normalizar con en los casos anteriores.	
--	---	--

Tabla 30. Opciones para "acceso a documentación".

Para la calificación de las plataformas con respecto a la documentación se plantea tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Se deben pesar las características planteadas para acceso a documentación en la tabla 30, de acuerdo con la escala de 1-100%.
2. Se coloca una puntuación a cada plataforma según cada característica de acuerdo con la tabla 30.
3. Se multiplica la puntuación de la plataforma en cada criterio por el peso asignado al mismo, se suma y promedia para obtener la puntuación total normalizada en "Acceso a la documentación" correspondiente a la plataforma.
4. Se relaciona los valores obtenidos de acuerdo con la escala de evaluación de la tabla 27.

○ **Bifurcación:**

Para calificar o asignar una puntuación a la plataforma en cuanto a bifurcación se observa el número de bifurcaciones que ha tenido la red, por lo que se plantea lo siguiente:

Puntuación	Descripción
1	La plataforma cuenta con una actualización de la red baja u obsoleta.
3	La plataforma cuenta con una actualización de la red moderada.
5	La plataforma cuenta con una actualización constante de la red.

Tabla 31. Opciones para puntuar "Bifurcación".

5.4.4.4. Requisitos no funcionales o de calidad

Para calificar cada criterio de este grupo se investigan los valores correspondientes a cada sub-criterio y con base en los valores obtenidos se realiza una correspondencia con la escala de evaluación presentada en la tabla 27.

5.4.5. Definir valores umbrales para cada criterio

De acuerdo con la calificación planteada en la sección anterior 5.4.4, se establece para cada criterio el valor umbral, el cual es un valor numérico, determinado por el líder TI y/o de producto, determinado a partir de las necesidades del proyecto y que permite delimitar los valores a partir de los cuales se tomarán o descartarán las plataformas.

5.4.6. Filtrar por criterio de acuerdo con el peso y valor umbral

De acuerdo con los valores obtenidos aplicando la descripción presentada en la sección 5.4.3 y los valores umbrales establecidos por el líder de TI y/o de producto de la empresa definidos en la sección 5.4.5., se procede a realizar el filtrado con el grupo de criterios seleccionado, con el objetivo de empezar a reducir la lista de plataformas candidatas para tomar como base en el proyecto en evaluación.

5.4.7. Calificar las plataformas para cada criterio del grupo de criterios restante

Una vez reducido al máximo el número de plataformas candidatas para el proyecto mediante el filtrado, se procede a calificar las plataformas con respecto al grupo de criterios destinados para la selección final de la plataforma *blockchain*. Para calificar cada criterio se consulta la sección 5.4.4.

5.4.8. Realizar ponderación de plataformas mediante AHP

Se hace uso del proceso AHP aplicado en esta ocasión al grupo de criterios elegido para ponderarlos como se mencionó en la sección 5.4.3 y luego para seleccionar la mejor plataforma *blockchain* de acuerdo con las calificaciones de los criterios que se le hayan asignado en la sección 5.4.7. En la figura 18, se puede observar la plantilla a completar una vez que se haya llegado a este punto, ejemplificado con las “Requisitos no funcionales o de calidad”.

De igual forma al filtrado, una vez comparado los criterios con la escala de Saaty se obtendrán los resultados visibles gráficamente mediante la gráfica proporcionada por el documento Excel.

	Popularidad	Respaldo	Madurez	Adopción	**Proveedor BaaS
consistencia					
Popularidad	1				
Respaldo		1			
Madurez			1		
Adopción				1	
**Proveedor BaaS					1
SUMA	1	1	1	1	1

Figura 17. Matriz de comparación inicial, “características de calidad”.

Una vez encontrados los pesos para cada criterio, el paso a seguir es evaluar cada una de las alternativas o plataformas *blockchain* con respecto a las demás de acuerdo con cada uno de los criterios propuestos. En la figura 19, se puede observar la matriz de comparación de las plataformas con respecto al criterio 1 de los “Requisitos no funcionales o de calidad”; para los criterios restantes se debe realizar el mismo proceso de completar la matriz.

1. Eficiencia de desempeño					
	Plataforma 1	Plataforma 2	Plataforma 3	Plataforma 4	Plataforma 5
consistencia					
Plataforma 1	1				
Plataforma 2		1			
Plataforma 3			1		
Plataforma 4				1	
Plataforma 5					1
SUMA	1	1	1	1	1

Figura 18. Matriz comparativa de plataformas con respecto a eficiencia de desempeño.

5.4.9. Elegir plataforma con la mayor puntuación

Una vez llenado las matrices correspondientes en la sección 5.4.8 y haciendo uso de la escala de Saaty aparece el resultado, en el documento Excel proporcionado a Namtrik Development como herramienta para soportar el procedimiento, correspondiente con las puntuaciones obtenidas para cada plataforma. En la figura 20, como se muestra gráficamente los valores obtenidos, de los cuales se la plataforma con mayor puntuación es la más adecuada para el proyecto en evaluación. De esta manera se da por finalizado el procedimiento de selección de plataformas *blockchain*, dadas las necesidades de un proyecto.

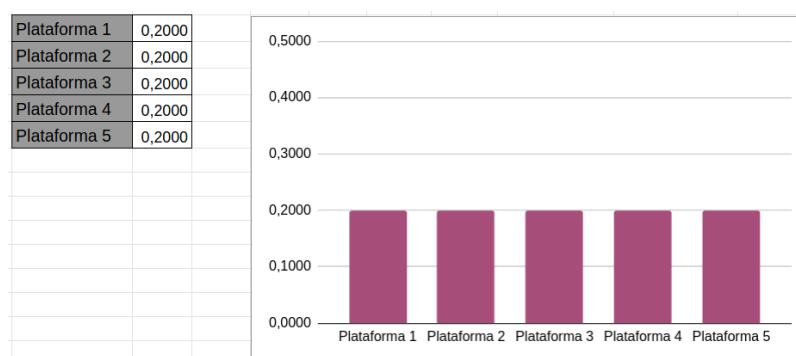


Figura 19. Resultado final obtenido mediante el procedimiento de selección de plataformas *blockchain*.

Capítulo 6

6. Implementación y resultados

En el capítulo anterior se presentó el procedimiento planteado para la selección de plataformas *blockchain*, en este capítulo se presenta la implementación y evaluación del procedimiento de selección propuesto para un estudio de caso piloto titulado “*Credit Ledger System*” como prueba de aplicación del procedimiento. Dicha prueba está destinada a demostrar que el procedimiento funciona de una manera correcta y que es posible realizar una selección adecuada de plataformas *blockchain* en beneficio de la eficiencia de los procesos de decisión en una PyMe de desarrollo de software.

6.1. Descripción del estudio de caso

El estudio de caso propuesto por la empresa Namtrik Development para la implementación del procedimiento de selección de plataformas *blockchain*, es un proyecto propio de la empresa titulado “*Credit Ledger System*”. El documento suministrado por la empresa que describe el caso, se presenta en el anexo 4. El proyecto se enfoca en mejorar o resolver una problemática de pequeñas y medianas entidades de financiamiento del país. Cabe mencionar que Namtrik Development trabaja con algunas de ellas.

Las centrales de riesgo (tales como DataCrédito, TransUnion, Procréditos), muchas veces no hacen uso adecuado de la información confidencial que almacenan suministrándola a terceros, por ejemplo. En otros casos que se han presentado se ha puesto en riesgo la privacidad de la información de los ciudadanos o se ha filtrado información discriminatoria. Por otro lado, la información del estado financiero de las personas es propiedad única de la central de riesgo y cuando empresas medianas o pequeñas quieren acceder a esa información deben incurrir en costos que le dificultan el acceso a dicha información [68].

Namtrik Development busca con este proyecto, mejorar la calidad de la información de tal forma que su almacenamiento sea seguro y fortalecer la confianza en los negocios por lo tanto plantea una solución descentralizada que permita una mejor accesibilidad para pequeñas y medianas entidades. La solución permite que entidades financieras y/o no financieras autorizadas puedan registrar información crediticia de una persona o entidad y que las PYMES puedan acceder a esta información a través de una API que provee diferentes niveles de acceso a la red. De acuerdo con la comprensión obtenida del documento suministrado por Namtrik Development, en la siguiente tabla se resumen los puntos importantes a considerar del proyecto:

Factores	Descripción
Interesados	Namtrik Development, Desarrolladores, Entidades financieras, entidades no financieras, PYMES y usuarios como entidades o personas autorizadas.
Aplicaciones <i>blockchain</i>	Se deberá contar con una aplicación descentralizada que brinde a los usuarios finales del sistema <i>blockchain</i> capacidades de consulta.
Integración de sistemas	Es necesario conectar la aplicación <i>blockchain</i>

	con la plataforma mediante una API u otro sistema de integración proporcionado por la plataforma con niveles de acceso a la información.
Seguridad	Es necesario contar con protocolos criptográficos para el cifrado de la información y ofrecer seguridad en las transacciones de registro y consulta.
Contratos inteligentes	Es necesario contar con la posibilidad de desarrollar contratos inteligentes para establecer relaciones entre los nodos.
Bases de datos	Se puede presentar la necesidad de contar con bases de datos para almacenar la información alternamente sin saturar la cadena de bloques.
Infraestructura	La infraestructura debe ser proporcionada por un proveedor de servicios en la nube.

Tabla 32. Puntos importantes sobre el proyecto "Credit Ledger System"

A continuación, se presenta de manera gráfica el proyecto propuesto para la evaluación:

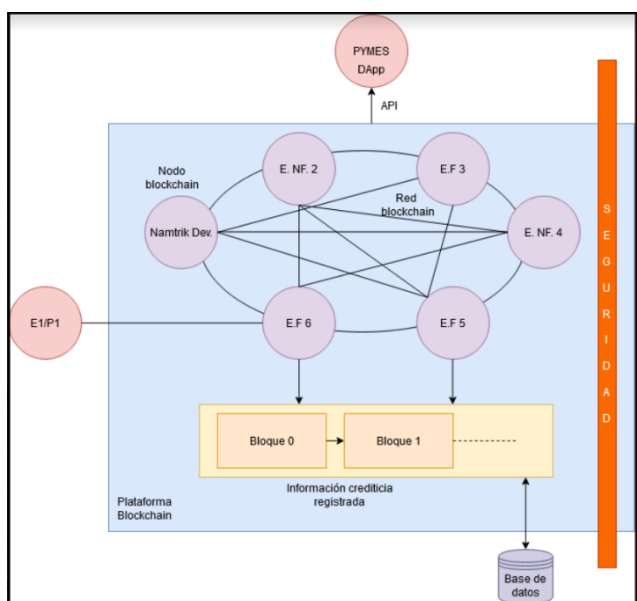


Figura 20. Proyecto "Credit Ledger System"

6.2. Implementación del procedimiento de selección

En esta sección se presenta la evaluación de la idoneidad de la tecnología *blockchain* para el proyecto "Credit Ledger System" y la selección de la plataforma *blockchain* adecuada para el mismo siguiendo los pasos propuestos en el procedimiento de selección del presente trabajo de grado con base en la descripción del estudio de caso de la sección 6.1 y el anexo 4. La implementación se realizó en conjunto con un representante de la empresa Namtrik Development.

6.2.1. Idoneidad de la tecnología *blockchain*

Para evaluar la idoneidad de la tecnología se siguen los pasos presentados en el diagrama de flujo del anexo 1. A continuación, se responde a cada pregunta planteada en el diagrama partiendo de que está clara la definición del proyecto:

1. Conexión entre los actores:

- a. ¿Es necesaria una autoridad central o intermediaria?

No, no es necesario una autoridad central o intermediaria para conectar a los participantes de la red. Los participantes de red se comunican entre sí para construir de una manera descentralizada la cadena de bloques ya que el proyecto busca eliminar intermediarios como lo es las centrales de riesgo.

2. Cantidad de actores involucrados:

- a. ¿Hay 3 o más actores involucrados en el escenario para el acceso compartido en la escritura?

Si, existen más de 3 actores involucrados para el acceso en la escritura compartida ya que el proyecto involucra a entidades financieras, entidades no financieras como empresas de telecomunicaciones y/o personas o entidades autorizadas para el acceso compartido en la escritura del estado financiero de una persona o entidad.

3. Relación entre actores involucrados:

- a. ¿Hay confianza entre los actores involucrados?

De acuerdo a los requerimientos de la empresa se requiere un API. Al requerir un API con niveles de acceso, se puede intuir que si existe una confianza entre los participantes debido a que van a estar identificados. Por lo tanto, se define que si hay confianza entre los actores involucrados.

- b. ¿Los actores o participantes tienen intereses unificados?

El hecho de que existan confianza entre los participantes, no quiere decir que tengan intereses unificados. Por el contrario, los actores deben colocarse de acuerdo para llegar a un consenso y establecer sus intereses para interactuar dentro de la red.

4. Validación de transacciones:

- a. ¿Hay actores que se puedan encargar de la validación de transacciones?

De acuerdo con la descripción del proyecto, si existen actores que puedan encargarse de la validación de las transacciones.

5. Forma de almacenar la información:

- a. ¿Es necesario almacenar la información de manera inmutable?

En el documento suministrado se especifica directamente que se requiere la

inmutabilidad en el registro de los datos, debido a que no es necesario modificar o eliminar la información una vez se haya registrado.

6. Trazabilidad de la información:

- a. ¿Se requiere llevar una trazabilidad de la información registrada?

Sí, es necesario llevar trazabilidad de la información registrada ya que es importante acceder al hábito e historial de pago de una persona. Por lo tanto, se podrá contar con un registro confiable de la información financiera (créditos, hábitos de pago) de una persona o entidad.

7. Transparencia de los datos:

- a. ¿Es necesario acceder al registro de manera compartida?

El acceso al registro será de manera compartida únicamente para las personas autorizadas. Con esta aclaración, se puede afirmar que si hay acceso compartido al registro del hábito de pago de las personas o entidades.

8. Replicación de datos:

- a. ¿Es adecuado el almacenamiento descentralizado de los datos?

Si, de hecho, es necesario este tipo de almacenamiento ya que se busca con el proyecto una dinámica diferente a la que manejas las centrales de riesgos en la cual todo el almacenamiento de la información pertenece a una sola entidad.

9. Definición de reglas:

- a. ¿Se tienen reglas de compromiso definidas para llegar a un consenso?

Estas reglas de consenso, son definidas por las entidades que participen de la *blockchain*, definidas por una serie de estatutos confidenciales establecidos entre las partes.

10. Rendimiento:

- a. ¿El proyecto requiere de alta velocidad (milisegundos) en las transacciones y baja latencia en su rendimiento?

Se establece que la velocidad que se debe tener en las transacciones no hay necesidad de que sea en milisegundos, es decir se prevé que la velocidad que puede brindar una *blockchain* privada o de consorcio es suficiente para el ambiente en el que se desarrolla el proyecto.

11. Intercambio de activos digitales:

- a. ¿El proyecto ocupa un intercambio de activos digitales vs activos físicos?

Si, el intercambio de activos digitales en este proyecto es la información relacionada con el hábito de pago de los clientes o el estado de esa persona a nivel crediticio.

Blockchain es asequible para el cliente o la empresa?

12. Personal especializado:

- a. ¿Se requiere personal extra especializado en *blockchain* para el desarrollo de la solución?

No se requiere personal extra para el desarrollo de la solución *blockchain* ya que Namtrik cuenta con el personal con conocimientos en la tecnología.

13. Costos:

- a. ¿Ha considerado los costos que se requieren para implementar y sostener la solución ya sea auto hospedada o en la nube?

Si se han considerado los costos para implementar y sostener la solución en la nube. Namtrik tiene conocimientos sobre proveedores y los costos aproximados asociados al desarrollo de soluciones en la nube.

- b. ¿Cuenta con recursos económicos para la inversión inicial?

Namtrik considera que si cuenta con el dinero para la inversión inicial para desarrollar su proyecto y cuenta con aliados e inversionistas interesados para las fases subsiguientes

CONCLUSIÓN: se considera idóneo la aplicación de *blockchain* en el proyecto “*Credit Ledger System*” y asequible para la adopción y desarrollo del proyecto por parte de la empresa.

6.2.2. Selección de la plataforma *blockchain*

Una vez determinado que para el proyecto la tecnología *blockchain* es idónea, se siguen los pasos planteados en el procedimiento para determinar la plataforma más adecuada. En tal sentido, es importante resaltar que se partió de la lista de plataformas presentadas en el anexo 3 el cual consolida y clasifica muy bien las plataformas *blockchain* existentes, esta lista fue construida en el desarrollo del presente trabajo para poder desarrollar la implementación del procedimiento de selección.

6.2.2.1. Selección de plataformas dado el sector de aplicación

El sector de aplicación del proyecto es el financiero. Por lo tanto, las plataformas que conforman la lista inicial son las que hayan sido clasificadas para este sector y la industria transversal que por supuesto lo incluye. Con base en esta selección, se cuenta con una lista inicial de 40 plataformas obtenidas mediante una investigación en la literatura durante el presente trabajo. En la figura 22 se muestran las plataformas seleccionadas.

Nombre de la plataforma	Enfoque industrial
Ethereum	Industria transversal
Hyperledger Fabric	Industria transversal
Hyperledger Sawtooth	Industria transversal
Hyperledger Iroha	Industria transversal
Openchain	Industria transversal
EOS	Industria transversal
Hedera Hashgraph	Industria transversal
Quorum	Industria transversal
Cradfis	Industria transversal
Elements	Industria transversal
Monax	Industria transversal
Tezos	Industria transversal
Dragonchain	Industria transversal
Waves	Industria transversal
NEM	Industria transversal
Cardano	Industria transversal
BlockApps	Industria transversal
Skuchain	Industria transversal
IOA	Industria transversal
Tron	Industria transversal
Graphene	Industria transversal
Stellar	Financiero
R3 Corda	Financiero
Multichain	Financiero
Ripple	Financiero
Chain core	Financiero
Counter party	Financiero
WaTrust	Financiero
dharma	Financiero
nexo	Financiero
Paxos	Financiero
Exonum	Financiero
EtherDelta	Financiero
EverMarkets	Financiero
Aireswap	Financiero
bitsugar	Financiero
BlockFi	Financiero
Salt	Financiero
ETHLend	Financiero
Axoni	Financiero

Figura 21. Lista inicial de plataformas.

6.2.2.2. Selección de filtros

Se decidió seguir el orden de filtrado sugerido en el presente trabajo presentado en la tabla 10. Por lo tanto, se filtrará primero de acuerdo con el Proveedor BaaS, luego con base en las Características Técnicas y, por último, según la Comunidad. El grupo de criterios basados en requisitos no funcionales se destina a la selección final de la plataforma *blockchain*. Es importante tener en cuenta que este orden se sigue hasta que se encuentre la plataforma sugerida, así que puede resultar innecesario recurrir a la evaluación de los últimos grupos de criterios.

6.2.2.3. Priorizar criterios del filtro seleccionado mediante AHP

- “Proveedor BaaS”: este filtro cuenta con sub-criterios. Por lo tanto, no se hace uso de AHP sino del método de factores ponderados colocando un peso de importancia de 1-100% para cada sub-criterio.
- “Características técnicas” y “Comunidad”: para estos filtros si se hace uso de la matriz de comparación aplicando la escala de Saaty. De igual forma, para los criterios que son conformados por sub-criterios se hace uso del método de factores ponderados.

En la figura 23, se observan las calificaciones asignadas a los criterios de cada filtro con el objetivo de obtener una priorización de los criterios. Cada matriz presenta una celda de color verde la cual indica que la matriz es consistente con los valores que han sido asignados, en caso de colocar valores inconsistentes dicha celda se coloca de color rojo mostrando la inconsistencia de la matriz. Fue útil tratar el tema de la consistencia de las matrices ya que durante la asignación de los valores a las celdas se observó inconsistencia en la matriz del filtro 3. Por lo tanto, se tuvo que reconsiderar los valores asignados y realizar una segunda calificación.

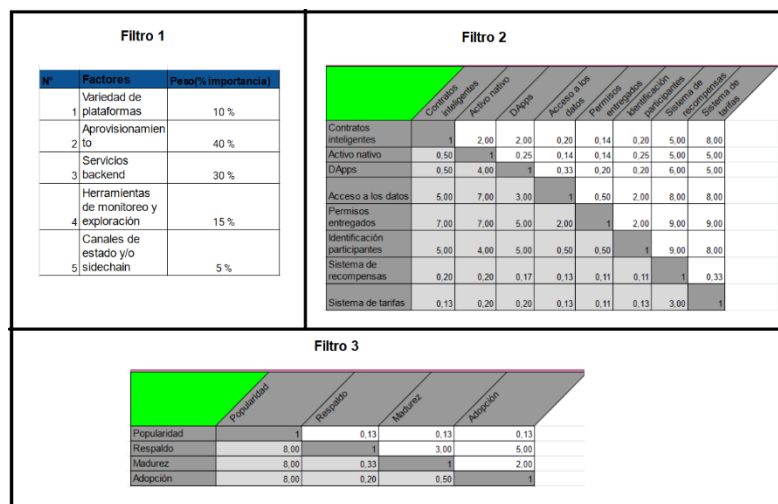


Figura 22. Priorización de criterios.

Los resultados obtenidos a partir de las operaciones realizadas con las matrices de comparación de cada filtro presentadas en la figura 23, son los siguientes:

• Filtro 2: el orden de evaluación de los criterios de este filtro es

1. Permisos entregados
2. Acceso a los datos
3. Identificación de participantes
4. Contratos inteligentes
5. DApps
6. Sistema de tarifas
7. Sistema de recompensas

• Filtro 3: el orden de evaluación para los criterios de este filtro es

1. Respaldo
2. Madurez
3. Adopción
4. Popularidad

6.2.2.4. Calificar las plataformas según la forma de evaluación propuesta para cada criterio

De acuerdo con la descripción de la sección 5.4.4, se calificó las plataformas existentes según los criterios del filtro en evaluación. Todos los datos fueron obtenidos a partir de las páginas oficiales de las plataformas o de artículos proporcionados por empresas reconocidas. En el anexo 5, se presentan las calificaciones asignadas en cada filtro.

6.2.2.5. Definir valores umbrales para cada criterio

En la tabla 32, se presentan los valores umbrales definidos para los criterios de cada filtro, valores a partir de los cuales se establece la aceptación o rechazo de las plataformas *blockchain*. Los valores umbrales fueron establecidos en conjunto con un representante por parte de la empresa, el anexo 5 también permite visualizar los valores umbrales a partir de los cuales las plataformas fueron aceptadas.

Filtro	Criterio	Valor umbral
1	Existencia de proveedor BaaS	10
	Sub-criterios (plataformas puntuadas mediante el método de factores ponderados)	El valor con mayor puntuación: 4,35 (Microsoft Azure)
2	Permisos entregados	5
	Acceso a los datos	6
	Identificación de participantes	10
	Contratos inteligentes	10
	DApps	10
3	Respaldo	5,3
	Madurez	5,3
	Adopción (plataformas puntuadas mediante el método de factores ponderados)	El valor con mayor puntuación: 1,1 (Hyperledger Fabric)

Tabla 33. Valores umbrales definidos en el estudio de caso.

6.2.2.6. Filtrar por criterio de acuerdo con el peso y valor umbral

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las secciones 6.2.2.4 y 6.2.2.5 se realizó el filtrado de las plataformas *blockchain*. De las 39 plataformas iniciales que entraron al filtro 1 fueron descartadas 34. Por lo tanto, quedaron 5 plataformas candidatas que entraron al filtro 2, del cual quedaron 4 como opcionales para seguir evaluando. Por último, en el filtro 3, se descartan 3 plataformas quedando una como la opción sugerida.

En la figura 24, se resume un poco lo explicado anteriormente, el tamizaje de plataformas mediante aplicación ordenada y priorizada de filtros:



Figura 23. Filtrado de plataformas en el estudio de caso.

Como se puede observar, una vez se llega al filtro 3 se encuentra la plataforma adecuada debido a que se disminuyó significativamente la incertidumbre en el filtro 1 y 2. En el anexo 5, se presenta que en el filtro 3 se decide seleccionar la plataforma con la mayor puntuación pues para la empresa son suficientes los resultados arrojados hasta este punto. La plataforma entonces sugerida por el procedimiento de selección es Hyperledger Fabric, ya que cuenta con los requerimientos del proyecto evaluado.

6.3. Evaluación del procedimiento de selección

Se considera importante, aparte de implementar el procedimiento de selección propuesto, generar un cuestionario que permita reconocer el grado de satisfacción que obtuvo la empresa mediante la implementación del mismo, con el propósito de verificar tanto su pertinencia como la efectividad del mismo.

Con el cuestionario de evaluación, se busca identificar los beneficios y debilidades asociados al diseño y aplicación del procedimiento de selección de plataformas *blockchain*. Las respuestas obtenidas son útiles para determinar qué tan importante

resulta la aplicación del procedimiento para la empresa y si los objetivos y expectativas que tenía la empresa han sido satisfactorios. Por otro lado, es importante realizar este tipo de evaluación para obtener una retroalimentación que permita mejorar el procedimiento de selección en trabajos futuros.

Las preguntas están relacionadas con el funcionamiento, utilización del procedimiento, implicación en el factor económico y de riesgo. La información obtenida mediante el resultado de la evaluación, será totalmente confidencial ya que el uso que se le dará será exclusivo para propósitos de culminación del presente trabajo de grado. A continuación, se presenta el fragmento del documento para la evaluación presentado a la empresa donde se muestra el resultado de la evaluación del procedimiento de selección:

País: Colombia

Departamento/provincia/región: Cauca

Nombre del encuestador: Diana Sofía Quiñonez Casas

Nombre de la empresa que ha aplicado el procedimiento de selección:

Namtrik Dev S.A.S

Nombre de los participantes en el diligenciamiento del cuestionario de evaluación:

Cristhiam Gabriel Fernández Ruales

Carlos Andrés Ordóñez Hernández

Janier Alejandro Correa

Nombre del proyecto mediante el cual se ha aplicado el procedimiento propuesto:

Credit Ledger System

Introducción:

La colaboración con el cuestionario presentado contribuye a un mejor conocimiento de lo que sucede en un escenario real mediante un estudio de caso al aplicar el procedimiento propuesto y tener factores de referencia.

Se propone que la respuesta a cada uno de los puntos a evaluar se realice mediante tres niveles como se muestra en la tabla 33.

Niveles	Valores
Nivel de desempeño alto	5
Nivel de desempeño medio	3

Nivel de desempeño bajo	1
-------------------------	---

Tabla 34. Niveles para completar el cuestionario de evaluación.

La puntuación asignada a la respuesta alta será de 5, a medio 3 y a bajo 1 punto. En todos los casos, cada ítem está formulado de manera aseverativa y su respuesta corresponde al grado de cumplimiento (alto, medio o bajo) con relación al valor que el procedimiento de selección brinda a la empresa.

Cuestionario de evaluación:

A continuación, se presentan las preguntas divididas en cuatro secciones que se consideraron importantes para la evaluación.

1. Contexto

Los siguientes incisos pretenden valorar si el procedimiento de selección se adecúa a las características y necesidades de la empresa. Además, dentro de esta sección, se pretende visualizar cómo la empresa identifica el funcionamiento del procedimiento.

	Alto	Medio	Bajo
1.1. El procedimiento de selección propuesto es práctico y adecuado para la empresa de acuerdo con los pasos planteados que lo componen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2. El uso de métodos de ponderación como el método de factores ponderados y AHP brindan agilidad y utilidad en el funcionamiento del procedimiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3. La manera en la que funciona el procedimiento responde a las expectativas y requerimientos iniciales que buscó la empresa con el desarrollo del presente trabajo de grado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4. El procedimiento promueve procesos de reforma o aprendizaje dentro de la empresa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5. La empresa adopta el procedimiento de selección como una herramienta clave para el desarrollo de sus proyectos futuros.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6. Gracias al diseño flexible del procedimiento de selección, los líderes de TI y/o de producto pueden contribuir a su mejora continua de acuerdo con los constantes cambios de la tecnología.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7. El funcionamiento del procedimiento permite su incorporación óptima dentro de los	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

procesos internos de la empresa.			
----------------------------------	--	--	--

2. Puesta en marcha

En esta sección se tiene en cuenta los puntos relacionados con la utilización del procedimiento, es decir, se considera la puesta en marcha del procedimiento identificando si la orientación y los pasos a seguir permiten al encargado un desarrollo adecuado del procedimiento para el proyecto a evaluar.

	Alto	Medio	Bajo
2.1. La descripción proporcionada permite la utilización del procedimiento de una manera clara y precisa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2. Las herramientas proporcionadas tales (como listas, plantillas, diagramas, documentación) constituyen una base importante para agilizar la aplicación del procedimiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3. El procedimiento propuesto permite tomar decisiones objetivas de acuerdo con los resultados obtenidos de cada fase.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4. El procedimiento propuesto aprovecha las características claves del proyecto para desarrollar su objetivo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5. El desarrollo del procedimiento permite llegar a una selección final de la plataforma <i>blockchain</i> dado el proyecto en evaluación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Implementación

La sección implementación del procedimiento de selección tiene que ver con la fase en la que se utilizan los recursos humanos y económicos necesarios, que favorecen la consecución de las metas y objetivos de un proyecto dado.

	Alto	Medio	Bajo
3.1. El procedimiento de selección puede ser aplicado por un número mínimo de personal.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2. La forma de desarrollo del procedimiento propuesto permite que la empresa pueda implementarlo por sí sola sin requerir de personal extra capacitado.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3. Los costos asociados al descubrimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

de la plataforma <i>blockchain</i> sugerida son adecuados para el tamaño del proyecto a enfrentar.			
3.4. El tiempo asociado a la aplicación del procedimiento por parte de la persona encargada incrementa su productividad y disminuye costos asociados al tiempo de ejecución del proyecto para la empresa.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5. Capacitar a los encargados en el procedimiento de selección propuesto no conlleva gran complejidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Competitividad empresarial

En esta sección se busca considerar puntos que contribuyen al nivel de competitividad de una empresa, es importante reconocer si los aportes del trabajo de grado brindan a la empresa un plus a nivel práctico en el que se desenvuelve.

	Alto	Medio	Bajo
4.1. El procedimiento propuesto permite disminuir el riesgo relacionado con la selección de una plataforma <i>blockchain</i> inadecuada dada las especificaciones de un proyecto.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2. El nivel competitivo de la empresa aumenta al contar con el procedimiento de selección propuesto frente a otras empresas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3. El procedimiento propuesto contribuye al desarrollo de nuevos productos o servicios por parte de la empresa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4. El procedimiento propuesto permite a la empresa añadir la tecnología <i>blockchain</i> dentro de su pila de tecnologías que utilizan para brindar soluciones a sus clientes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Capítulo 7

7. Conclusiones y trabajos futuros

7.1. Conclusiones

El procedimiento de selección de plataformas *blockchain* es una herramienta útil para empresas que deseen empezar a incursionar en el mundo de la tecnología emergente *blockchain* ya que muchas de ellas no cuentan con suficiente información para determinar en primer lugar si la tecnología es idónea para sus proyectos y luego para saber cuál de todas las plataformas existentes es la más adecuada.

El establecimiento de un procedimiento de selección de plataformas *blockchain* facilita a las empresas el proceso de incorporación de las tecnologías *DLT/blockchain* evitando que la toma de decisiones se realice sin fundamentos lo cual puede conducir a una selección errada. Es importante contar con un procedimiento de selección ya que la toma de decisiones se ve reflejada en las ganancias o pérdidas de una empresa.

Las herramientas y plantillas diseñadas para soportar el procedimiento de selección propuesto permiten que una empresa como Namtrik Development monitoree plataformas de *blockchain* para mantener una lista actualizada de las mismas, lista que se convierte en el primer recurso cuando se desea aplicar el procedimiento propuesto. También permiten a la empresa la aplicación del procedimiento de una manera más clara y rápida.

Los criterios de selección provienen de una búsqueda exhaustiva de literatura diversa y amplia, lo cual permite tener un alto grado de certeza en los resultados obtenidos en cada paso del procedimiento y constituyen una base inicial a través de la cual se pueden evaluar o clasificar las diversas plataformas *blockchain*.

La construcción flexible del procedimiento permite su modificación en la medida que la tecnología *blockchain* va evolucionando y generando nuevas plataformas y componentes, esta adaptabilidad permite su utilización en proyectos y situaciones futuras sin tener que realizar esfuerzos adicionales.

La incorporación de AHP y el método de factores ponderados en el procedimiento de selección, brinda una selección de plataformas más objetiva pues mediante cálculos matemáticos y pesos asignados se obtienen las puntuaciones de cada plataforma de una manera más precisa a partir de los criterios establecidos para cada filtro.

Los resultados obtenidos mediante el cuestionario de evaluación permitieron verificar que el procedimiento es claro en su planteamiento y permite alcanzar el objetivo principal que es seleccionar una plataforma *blockchain* a partir de una lista inicial de plataformas pues en resumen se puede identificar un nivel de satisfacción alto por parte de la empresa.

7.2. Trabajos futuros

Se propone como trabajo futuro, la implementación de una herramienta software que permita determinar si se debe o no usar *blockchain* y también que permita sugerir una plataforma *blockchain* adecuada, a partir del ingreso de características relacionadas a un estudio de caso de la empresa para hacer el procedimiento de selección mucho más sencillo y automático utilizando técnicas de Inteligencia Artificial como sistemas de recomendación.

El procedimiento de selección puede ser tomado en cuenta para la selección de otro tipo de plataformas tecnológicas y no solo de plataformas *blockchain* pues su estructura lo permite realizar. Por lo tanto, se propone como trabajo futuro implementarlo en un escenario tecnológico diferente al de *blockchain* para realizar pruebas y si es necesario modificar algún detalle para que sea una herramienta de uso general cuando se tenga incertidumbre acerca de que plataforma utilizar para un proyecto dado.

Bibliografía

- [1] J. S. Arun, J. Cuomo y N. Gaur, «Blockchain for Business,» *Excerpt compliments of IBM*, p. 78, 2019.
- [2] M. Gupta, «Blockchain for Dummies, 3rd IBM Limited Edition,» *Compliments of IBM*, p. 50, 2020.
- [3] Oracle, «Emerging Technologies: Driving Financial and Operational Efficiency,» p. 47, 2020.
- [4] E. Ganne y W. T. Organization, «¿Pueden las cadenas de bloques revolucionar el comercio internacional?,» 2019.
- [5] T. Aste y P. Tasca, «Blockchain Technologies: The Foreseeable Impact on Society and Industry,» *COMPUTER*, p. 11.
- [6] Gartner, «Get to Know Blockchain Technology,» [En línea]. Available: <https://www.gartner.com/en/executive-guidance/get-to-know-blockchain-technology>.
- [7] C. Lima, «Developing Open and Interoperable DLT/Blockchain Standards,» *Computer*, vol. 51, nº 11, pp. 106-111, 2018.
- [8] Gartner, «The reality of Blockchain,» [En línea]. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-reality-of-blockchain/>.
- [9] «Top 10 Principales Desafíos de Implementación de Blockchain Empresarial,» 101Blockchains, [En línea]. Available: <https://101blockchains.com/es/implementacion-de-blockchain-empresarial/>.
- [10] E. Piscini, D. Dalton y L. Kehoe, «Blockchain y Ciberseguridad,» 2018. [En línea]. Available: [https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pe/Documents/risk/Blockchain%20CiberseguridadESP%20\(1\).pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pe/Documents/risk/Blockchain%20CiberseguridadESP%20(1).pdf).
- [11] ZDNetTechRepublic, «How blockchain will disrupt business,» 2018. [En línea]. Available: https://edukacije.hr/materijali/SF_June2018_blockchain.pdf.
- [12] D. Tapscott, A. Tapscott y J. M. Salmerón, «Blockchain Revolution,» *Deusto*, p. 20, 2018.
- [13] J. Nussbaum, «Blockchain Project Ecosystem,» Medium, 2017. [En línea]. Available: https://medium.com/@josh_nussbaum/blockchain-project-ecosystem-8940ababaf27.
- [14] Gartner, «Gartner predicts 90% of current enterprise Blockchain Platform Implementations will require replacement by 2021,» [En línea]. Available: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-07-03-gartner-predicts-90--of-current-enterprise-blockchain>.
- [15] M. K. Shrivastava y D. T. Yeboah, «The Disruptive Blockchain: Types, Platforms and Applications,» p. 23, 2018.
- [16] C. Fernández y C. Ordoñez, «Sobre Namtrik - Documento de direccionamiento estratégico».
- [17] C. McLellan, «Blockchain and business: Looking beyond the hype,» ZNet., [En línea]. Available: <https://www.zdnet.com/article/blockchain-and-business-looking-beyond-the-%20hype/>.
- [18] «How blockchain architecture works? Basic Understanding of Blockchain and its Architecture,» Zignuts Technolab, 2018. [En línea]. Available: <https://www.zignuts.com/blogs/how-blockchain-architecture-works-basic->

understanding-of-blockchain-and-its-architecture/.

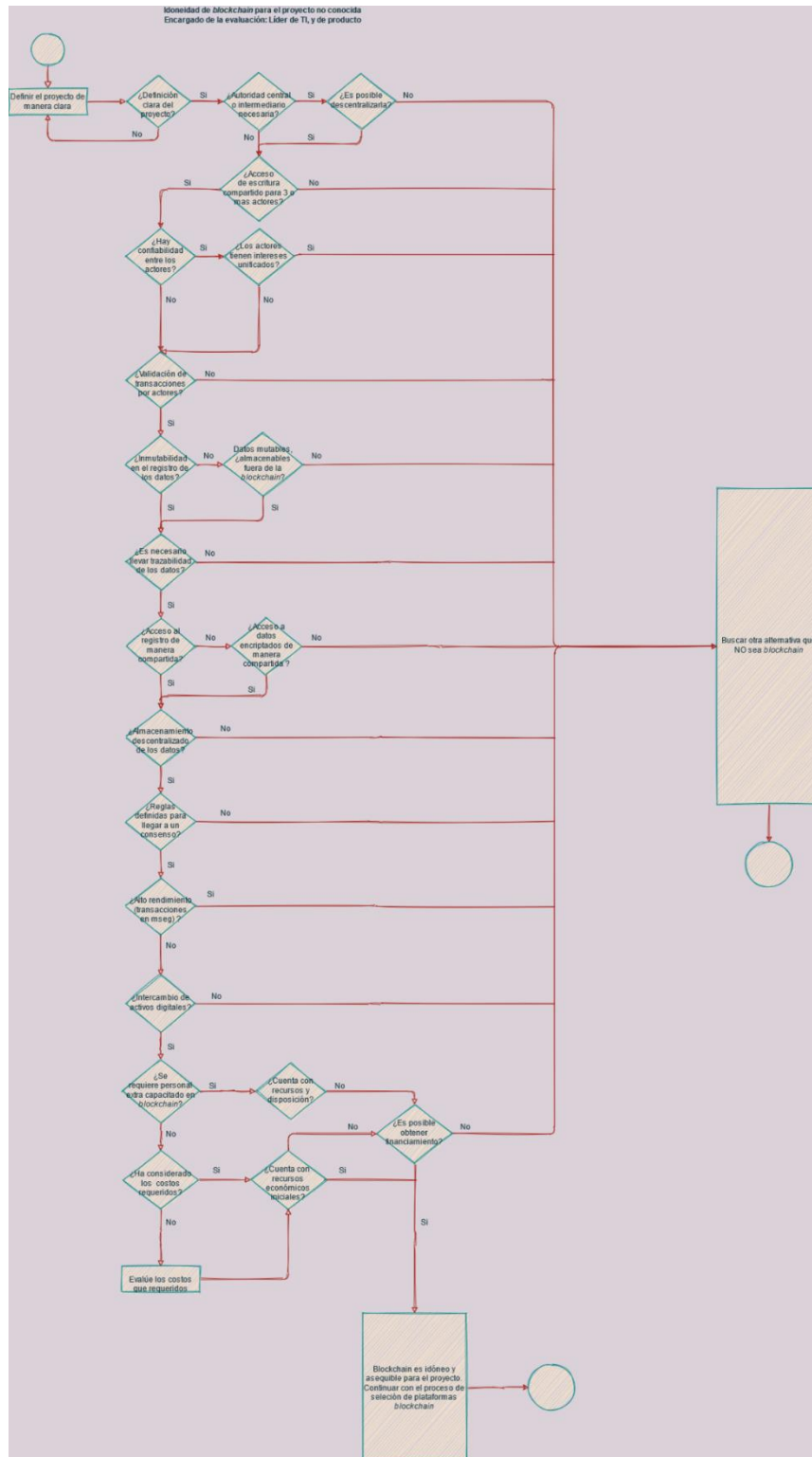
- [19] C. E. Serrano, «Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería,» Ediciones Universidad del Cauca, 2005.
- [20] BinanceAcademy[x]CubeLabs, «Blockchain Landscape Report 2019,» [x]cubeLABS Bi, 2019. [En línea].
- [21] B. Tavares, F. F. Correia, A. Restivo, J. Faria y A. Aguiar, «A Survey of Blockchain Frameworks and Applications,» *Proceedings of the Tenth International Conference on Soft Computing and Pattern Recognition (SoCPaR 2018)*, vol. 942.
- [22] MercuryCash, «APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN Y SU RELACIÓN CON LOS SISTEMAS DESCENTRALIZADOS,» 2019.
- [23] M. A. López, «How to develop trust in complex surroundings to generate social impact value,» [En línea]. Available: <http://governance40.com/wp-content/uploads/2018/11/Blockchain-Como-desarrollar-confianza-en-entornos-complejos-para-generar-valor-de-impacto-social-1.pdf>.
- [24] «Blockchain, Cryptocurrency, Bitcoin, Peer-to-Peer Network, Decentralized Ledger, Nodes, Token,» p. 8.
- [25] S. Sabry, N. Kaittan y I. M. Ali, «The road to the blockchain technology: Concept and types,» vol. 7, nº 4, p. 13, 2019.
- [26] M. Hussain y S. Madni, «Concept of Blockchain Technology,» vol. 9, p. 8, 2019.
- [27] «Blockchain Technology: Concepts,» G. BVS, S. S. Architect, T.Group, S. T. Limited , [En línea]. Available: https://www.sasken.com/sites/default/files/files/white_paper/Sasken%20-%20Whitepaper%20-%20Blockchain%20Technology.pdf.
- [28] M. Crosby, P. Nachiappan, S. Verma y V. Kalyanaraman, «Blockchain Technology,» [En línea]. Available: <https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/BlockchainPaper.pdf> .
- [29] Z. Zheng, S. Xie, H. Dai, X. Chen y H. Wang, «Blockchain challenges and opportunities: a survey,» *IJWGS*, vol. 14, nº 4, p. 352, 2018.
- [30] OECD, «OECD Blockchain Primer,» [En línea]. Available: <https://www.oecd.org/finance/OECD-Blockchain-Primer.pdf>.
- [31] S. Seebacher y R. Sch, «Blockchain Technology as an Enabler of Service Systems: A Structured Literature Review,» p. 12.
- [32] Z. Zheng, S. Xie, H. Dai, X. Chen y H. Wang, «An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends,» *IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress) Honolulu, HI, USA*, pp. 557-564, 2017.
- [33] X. Li, P. Jiang, T. Chen, X. Luo y Q. Wen, «A survey on the security of blockchain systems,» *Future Generation Computer Systems*, vol. 107, pp. 841-853, 2020.
- [34] K. Christidis y M. Devetsikiotis, «Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things,» *IEEE Access*, vol. 4, pp. 2292-2303, 2016.
- [35] D. Meva, «Issues and Challenges with Blockchain A Survey,» *ijcse*, vol. 6, pp. 488-491, 2018.
- [36] H. Okada, S. Yamasaki y V. Bracamonte, «Proposed classification of blockchains based on authority and incentive dimensions,» *19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 2017.

- [37] S. Pongnumkul, C. Siripanpornchana y S. Thajchayapong, «Performance Analysis of Private Blockchain Platforms in Varying Workloads,» p. 6.
- [38] W. Al-Saqaf y N. Seidler, «Blockchain technology for social impact: opportunities and challenges ahead,» *Journal of Cyber Policy*, vol. 2, nº 3, pp. 338-354, 2017.
- [39] M. Quasim, M. Khan, F. Algarni, A. Alharthy y G. Alshmrani, «Blockchain Frameworks,» *Springer International Publishing*, pp. 75-89, 2020.
- [40] B. Tavares, F. Correia, A. Restivo, J. Faria y A. Aguiar, «A Survey of Blockchain Frameworks and Applications,» *Proceedings of the Tenth International Conference on Soft Computing and Pattern Recognition (SoCPaR 2018)*, vol. 942.
- [41] H. Sachdeva y S. Naga, «TechWatch Report, Blockchain Frameworks,» Talentica, [En línea]. Available: <https://www.talentica.com/wp-content/uploads/2018/01/TechWatch-Blockchain-Frameworks.pdf>.
- [42] E. Leonett, «Gartner, “El 90% de los proyectos Blockchain se reemplazarán en 18 meses”,» [En línea]. Available: <https://bitcoin.es/actualidad/gartner-el-90-de-los-proyectos-blockchain-se-reemplazaran-en-18-meses/>.
- [43] A. Litan y A. Leow, «Market Guide for Blockchain Platforms,» Gartner, [En línea]. Available: <https://www.gartner.com/doc/3956668>.
- [44] «The Potential Role of Standards in Supporting the Growth of Distributed Ledger Technologies/Blockchain,» Rand Corporation, [En línea]. Available: <https://www.rand.org/randeurope/research/projects/blockchain-standards.html>.
- [45] D. Schatsky, A. Arora y A. Dongre, «Blockchain and the five vectors of progress,» p. 12.
- [46] «Cloud Customer Architecture for Blockchain,» *Cloud Standards Customer Council*, p. 18, 2017.
- [47] «50 examples of how blockchains are taking over the world,» Essentia 1, [En línea]. Available: <https://medium.com/@essentia1/50-examples-of-how-blockchains-are-taking-over-the-world-4276bf488a4b>.
- [48] «Blockchain beyond the hype what is the strategic business value,» McKinsey Digital, [En línea]. Available: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/blockchain-beyond-the-hype-what-is-the-strategic-business-value>.
- [49] «IDC Market Glance: Blockchain,» IDC, [En línea]. Available: <https://twitter.com/IDC/status/927980888268378112>.
- [50] G. Wlg, «The ultimate disruptor - How blockchain is transforming financial services,» p. 24.
- [51] K. Panetta, «Are you ready for blockchain ? [infographic],» Gartner, [En línea]. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/are-you-ready-for-blockchain-infographic/>.
- [52] M. Sadowski y A. Roth, «Making Sense of Blockchain,» *Mack Institute for innovation management*, p. 30, 2018.
- [53] S. Lo, X. Xu, Y. Chiam y Q. Lu, «Evaluating Suitability of Applying Blockchain,» *International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS)*, pp. 158-161, 2017.
- [54] K. Wüst y A. Gervais, «Do you need a Blockchain?,» p. 10.
- [55] «Blockchain beyond the hype, A practical Framework for Business Leaders,» World Economic Forum, 2018. [En línea]. Available:

- http://www3.weforum.org/docs/48423_Whether_Blockchain_WP.pdf.
- [56] A. Anjum, M. Sporny y A. Sill, «Blockchain Standards for Compliance and Trust,» *IEEE Cloud Comput.*, vol. 4, nº 4, pp. 84-90, 2017.
 - [57] P. Tasca y C. Tessone, «A Taxonomy of Blockchain Technologies: Principles of Identification and Classification,» vol. 4, p. 39, 2019.
 - [58] A. Takyar, «Top blockchain platforms of 2021,» LeewayHertz, [En línea]. Available: <https://www.leewayhertz.com/blockchain-platforms-for-top-blockchain-companies/>.
 - [59] K. Parker, J. Chao, T. Ottaway y J. Chang, «A Formal Language Selection Process for Introductory Programming Courses,» *JITE:Research*, vol. 5, pp. 133-151, 2006.
 - [60] S. Gholamshahi y S. Hasheminejad, «Software component identification and selection: A research review,» *Softw: Pract Exper*, vol. 49, nº 1, pp. 40-69, 2019.
 - [61] J. Carvallo, X. Franch y C. Quer, «Determining Criteria for Selecting Software Components: Lessons Learned,» *IEEE Softw.*, vol. 24, nº 3, pp. 84-94, 2007.
 - [62] R. Kandaswamy y D. Furlonger, «Blockchain-Based Transformation: A Gartner Trend Insight Report,» p. 18.
 - [63] T. Saaty, «Decision making with the analytic hierarchy process,» *IJSSCI*, vol. 1, nº 1, p. 83, 2008.
 - [64] J. Singh y J. Michels, «Blockchain as a Service (BaaS): Providers and Trust,» *IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops (EuroS&PW)*, pp. 67-74, 2018.
 - [65] J. FRANKENFIELD, «Blockchain-as-a-Service (BaaS),» Investopedia, 2020. [En línea]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchainasaservice-baas.asp>.
 - [66] N. RODRIGUEZ, «Blockchain Como Servicio – BAAS: Soluciones de Nivel Empresarial,» 101Blockchains, 2019. [En línea]. Available: <https://101blockchains.com/es/blockchain-como-servicio-baas/>.
 - [67] «ISO/IEC 25010,» ISO 25000, [En línea]. Available: [https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010?limit=3&start=.](https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010?limit=3&start=)
 - [68] «Superintendencia de Industria y Comercio,» [En línea]. Available: <https://www.sic.gov.co/noticias/node/6579>.

Anexos

Anexo 1: Diagrama de flujo para detectar la idoneidad y asequibilidad de la tecnología *blockchain*.



Anexo 2: Criterios de decisión para el procedimiento de selección de plataformas *blockchain*.

Criterio	Sub-criterio	Descripción
Proveedor BaaS	Variedad de plataformas Aprovisionamiento Servicios de backend Herramientas de monitoreo y exploración Canales de estado y/o sidechains	Existencia de proveedor <i>Blockchain as Service</i> para la plataforma o despliegue on-premise.
Contratos inteligentes	-	Funcionalidad de contratos inteligentes para validar, activar o hacer cumplir acciones en los sistemas blockchain.
Activo nativo	-	Existencia de una criptomoneda propia para la gestión de activos digitales o para la ejecución de contratos inteligentes.
DApps	-	Funcionalidad para desarrollar aplicaciones descentralizadas.
Acceso a los datos	-	Acceso público o privado a la información contenida en la cadena de bloques.
Permisos entregados	-	Con permiso o sin permisos para realización de transacciones.
Identificación de participantes	-	Gestión de la identidad de los participantes mediante un mecanismo certero.
Sistema de recompensas	-	Mecanismos de recompensa que los sistemas implementan y activan automáticamente para compensar a los miembros activos que contribuyen al almacenamiento de datos o la validación y verificación de transacciones.
Sistema de tarifas	-	Recompensa proporcionada directamente por los usuarios a otros participantes en el sistema cuando lanzan cualquier solicitud en la red

		para almacenamiento, recuperación de datos o cálculo y validación.
Popularidad	Github Reddit Redes sociales Crunchbase G2 Track	Contribución a Github u otras comunidades como Reddit, Crunchbase, redes sociales, G2 Track y calificaciones.
Respaldo	-	Respaldo de compañías confiables que usan la plataforma.
Madurez	-	Tiempo de vida de la plataforma.
Adopción	Licencia de código Existencia de soporte técnico Comunidad de desarrollo Acceso a documentación Bifurcación	La adopción de una plataforma permite conocer el grado de facilidad para adoptarla basado en algunos sub-criterios que influyen para determinarla.
*Proveedor BaaS	Variedad de plataformas Aprovisionamiento Servicios de backend Herramientas de monitoreo y exploración Canales de estado y/o sidechains	Se refiere a las características que brinda el proveedor BaaS.
Eficiencia de desempeño	Throughput Latencia	Es el desempeño relacionado con los recursos consumidos bajo determinadas condiciones.
Compatibilidad	Interoperabilidad Intraoperabilida	Relacionado con la capacidad que brinda la plataforma para intercambiar información con otra(s).
Fiabilidad	- Consenso	Es la capacidad que tiene el sistema para cumplir con funciones específicas bajo determinadas condiciones y tiempo determinado.

Seguridad	Cifrado de datos Capa de identidad Privacidad de los datos	Se refiere a la capacidad que tiene el sistema para proteger los datos o la información que será almacenada.
Mantenibilidad	Lenguajes soportados Formas de acceder Arquitectura de software	Relacionado con la capacidad que tiene el sistema para ser modificado en caso de requerirse por cuestiones correctivas o evolutivas.


Anexo 3: Clasificación de plataformas por sector de aplicación.

A continuación, se presenta la lista de plataformas encontradas. De esta lista, se investiga sobre cada una para clasificarla por sector de aplicación o conocer con es su enfoque dentro de la industria y se descartan aquellas plataformas que no son realidad una plataforma de *blockchain*, hay muchas que corresponden más bien a una aplicación descentralizada o una cripto-moneda.

Nombre de la plataforma	Enfoque industrial
Ethereum	Industria trans versal
Hyperledger Fabric	Industria trans versal
Hyperledger Sawtooth	Industria trans versal
Hyperledger Iroha	Industria trans versal
Openchain	Industria trans versal
EOS	Industria trans versal
Hedera Hashgraph	Industria trans versal
Quorum	Industria trans versal
Credits	Industria trans versal
Elements	Industria trans versal
Monax	Industria trans versal
Tezos	Industria trans versal
Dragonchain	Industria trans versal
Waves	Industria trans versal
NEM	Industria trans versal
Cardano	Industria trans versal
BlockApps	Industria trans versal
Skuchain	Industria trans versal
IOTA	Industria trans versal
Tron	Industria trans versal
Graphene	Industria trans versal
Stellar	Financiero
R3 Corda	Financiero
Multichain	Financiero
Ripple	Financiero
Chain core	Financiero
Counter party	Financiero
WeTrust	Financiero
dharma	Financiero
nexo	Financiero
Paxos	Financiero
Exonum	Financiero
EtherDelta	Financiero
EverMarkets	Financiero
Aireswap	Financiero
bitstuger	Financiero
BlockFi	Financiero
Salt	Financiero
ETHLend	Financiero
Axoni	Financiero
Insurax	Seguros

ai gang	Seguros
chain that	Seguros
Etheris c	Seguros
Hyperledger Indy	Ventas
NEO	Ventas
Bigchain	Ventas
eartport	Ventas
Blockstack	Ventas
Chronicled	Ventas
Origintrail	Ventas
Netki	Ventas
Hyperledger Burrow	Descartadas
Openblock chain	Descartadas
Eris Industries	Descartadas
Metal	Descartadas
Interledger	Descartadas
Block cypher	Descartadas
Bloki	Descartadas
coinbase	Descartadas
Chainlink	Descartadas
Finastra	Descartadas
OperBazaar	Descartadas
Cuscal	Descartadas
Verge	Descartadas
Blockstream	Descartadas
SmartContract	Descartadas
Symbiont	Descartadas
Bancor	Descartadas
Omise	Descartadas
raiDEX	Descartadas
Kyber Network	Descartadas
bitShares	Descartadas
Micro money	Descartadas
ripio	Descartadas
CoFoundIT	Descartadas
Conomi	Descartadas
Cindicator	Descartadas
Numeral	Descartadas
Block chain capital	Descartadas
Tminic	Descartadas
SweetBridge	Descartadas
Kouvola innovation	Descartadas
Filament	Descartadas
Chain	Descartadas
Alpha point	Descartadas
Dash	Descartadas
Mbnero	Descartadas
Zcash	Descartadas
Coin Join	Descartadas
Lisk	Descartadas
RSK	Descartadas

Anexo 4: Declaración de trabajo del proyecto Credit Ledger System

	Planeación de proyecto
	Declaración de trabajo

1. Introducción

Las centrales de riesgo son organizaciones de orden privado que almacenan y permiten la consulta de la información relacionada con créditos e historial de pagos que ha tenido una persona u otra entidad. La información que facilitan las centrales de riesgo es utilizada en mayor medida por otras entidades financieras, comerciales o de telecomunicaciones para ofrecer créditos a sus clientes. Las centrales de riesgo más conocidas en el contexto nacional son Datacrédito, TransUnion (Anteriormente CIFIN) y Procrédito.

El acceso a la información suministrada por las centrales de riesgo puede ser muy costoso para las pequeñas y medianas empresas y la información es de propiedad única de la central de riesgo, así mismo estas entidades han tenido diferentes problemas legales a causa del mal manejo de la información de los usuarios a lo largo del tiempo, por ejemplo <https://www.sic.gov.co/noticias/node/6579> y <https://www.semana.com/pais/articulo/multa-de-la-superintendencia-de-industria-a-cifin-de-702-millones/292443/>.

Con la creciente necesidad de una mejor calidad de la información y una mayor confianza entre los negocios en Namtrik Development proponemos una solución completamente descentralizada y con mejor accesibilidad para pequeñas y medianas entidades.

2. Propósito

El propósito de este proyecto es el de desarrollar una solución propiedad de Namtrik Development con información descentralizada para el registro y consulta de préstamos, adelantos en efectivo, arrendamientos, co-obligaciones y garantías, pasivos crediticios no revocables, transacciones canceladas y otras transacciones que impliquen riesgo crediticio.

3. Objetivos

- Diseñar y desarrollar una solución descentralizada para el registro y fácil consulta de la información relacionada con créditos y hábitos de pagos de una persona o entidad.
- Implementar arquitecturas de soluciones que permitan la inmutabilidad, la fácil verificación y trazabilidad de la información.
- Implementar un almacenamiento de información inmutable, distribuido y de alta disponibilidad que asegure la calidad de la información.
- Implementar un API con niveles de acceso a la información en los cuales los clientes sin una copia de la solución puedan ejecutar consultas o registrar información.

GP.PP.F.Declaración de trabajo. Credit Ledger System	4 de 5
--	--------

4. Alcance

A continuación, se definen los elementos incluidos y excluidos del alcance del proyecto.

4.1 Incluido

- Arquitectura descentralizada.
- Protocolos criptográficos para el cifrado de la información.
- Protocolos de sincronización de nodos distribuidos.
- Almacenamiento inmutable.
- Registro de información financiera de persona.
- Consulta de hábito e historial de pago de una persona.
- Seguridad en las transacciones de registro y consulta.
- Trazabilidad de transacciones de registro y consulta.
- API

4.2 Excluido

- Cálculo de score crediticio

5. Requerimientos generales

A continuación, se mostrará los requerimientos generales. Los requisitos aquí propuestos están sujetos a actualización según los requisitos capturados en la etapa de Análisis de Requisitos.

Requisito	01
Título	Registro de información crediticia
Descripción	La solución permitirá el registro de información de una persona únicamente a las personas autorizadas o a sistemas automatizados (API) con los permisos adecuados. La información financiera puede ser préstamos, adelantos en efectivo, arrendamientos, co-obligaciones y garantías, pasivos crediticios no revocables, transacciones canceladas y otras transacciones que impliquen riesgo crediticio.

Requisito	02
Título	Consulta de hábito de pago.
Descripción	La solución permitirá la consulta de los pagos, avances, renegociaciones y demás operaciones sobre un préstamo realizados por una persona ante una entidad financiera, de comercio o de telecomunicaciones.

Requisito	03
Título	Gestión de usuarios
Descripción	Los usuarios con rol administrativo podrán gestionar usuarios y los permisos para ejecutar tareas dentro de la solución.

Requisito	04
Título	

Anexo 5: Calificaciones asignadas a las plataformas en el estudio de caso

A continuación, se presenta el resumen de las calificaciones o puntuaciones asignadas a las plataformas durante la aplicación del procedimiento de selección en el proyecto "Credit Ledger System". No hubo necesidad de evaluar todos los criterios del filtro 3, ya que con los tres primeros criterios de este filtro se logró encontrar la plataforma adecuada para el proyecto.

- Filtro 1

- Existencia de proveedor BaaS

Nombre de la plataforma	Calificación	Cuál?	Nombre de la plataforma	Calificación	Cuál?	Nombre de la plataforma	Calificación	Cuál?
Ethereum	10	Amazon, Microsoft, Baidu, Huawei, Kaleido, Google, Samsung SDS	Cardano	0	-	Paxos	0	-
Hyperledger Fabric	10	Oracle, IBM, Amazon, Microsoft, Alibaba, SAP, Baidu, Huawei, Accenture, Tencent, Google, Samsung SDS	BlockApps	0	-	Exonum	0	-
Hyperledger Sawtooth	10	Amazon	Skuchain	0	-	EtherDelta	0	-
Hyperledger Iroha	0	-	IOTA	0	-	EverMarkets	0	-
Openchain	0	-	Tron	0	-	Aireswap	0	-
EOS	0	-	Graphene	0	-	bitsugar	0	-
Hedera Hashgraph	0	-	Stellar	0	-	BlockFi	0	-
Quorum	10	Amazon, Microsoft, Alibaba, SAP	R3 Corda	10	Amazon, Microsoft, Kaleido, Hewlett-Packard Enterprise	Salt	0	-
Credits	0	-	Multichain	10	SAP, Microsoft	ETHlend	0	-
Elements	0	-	Ripple	10	Accenture	Axon	0	-
Monax	0	-	Chain core	0	-			
Tezos	0	-	Counter party	0	-			
Dragonchain	0	-	WeTrust	0	-			
Waves	0	-	dharma	0	-			
NEM	0	-	nexo	0	-			

- Sub-criterios que permiten calificar una plataforma de acuerdo con las características del proveedor.

Nombre del proveedor	Variedad de plataformas		Aprovisionamiento		Servicios backend		Herramientas de monitoreo y exploración		Canales de estado y/o sidechain		Puntuación total
	Puntuación	Peso	Puntuación	Peso	Puntuación	Peso	Puntuación	Peso	Puntuación	Peso	
Oracle	1	10 %	5	40 %	5	30 %	2	15 %	1	5 %	3.95
IBM	1	10 %	5	40 %	5	30 %	2	15 %	1	5 %	3.95
Amazon	5	10 %	3	40 %	3	30 %	2	15 %	1	5 %	2.95
Microsoft Azure	5	10 %	5	40 %	5	30 %	2	15 %	1	5 %	4.35
Alibaba	1	10 %	3	40 %	5	30 %	2	15 %	1	5 %	3.15
SAP	3	10 %	3	40 %	5	30 %	1	15 %	1	5 %	3.2
Baidu	3	10 %	1	40 %	3	30 %	2	15 %	2	5 %	2
Huawei	1	10 %	5	40 %	3	30 %	2	15 %	1	5 %	3.35
Accenture	4	10 %	1	40 %	0	30 %	1	15 %	1	5 %	1
Kaleido	1	10 %	3	40 %	5	30 %	2	15 %	1	5 %	3.15
Hewlett-Packard Enterprise	1	10 %	3	40 %	3	30 %	2	15 %	1	5 %	2.55
Tencent	1	10 %	0	40 %	0	30 %	1	15 %	1	5 %	0.3
Google	1	10 %	1	40 %	0	30 %	1	15 %	1	5 %	0.7
Samsung SDS	1	10 %	1	40 %	1	30 %	1	15 %	1	5 %	1

- Filtro 2

Nombre de la plataforma	Permisos entregados	Acceso a los datos	Identificación participantes	Contratos inteligentes	DApps	Sistema de recompensas	Sistema de tarifas
Ethereum	10						
Hyperledger Fabric	5	6	10	10	10	0	0
Quorum	5	6	10	10	10	0	0
Multichain	5	6	10	10	10	0	0
Corda	5	6	10	10	10	0	0

- Filtro 3

1. Respaldo			2. Madurez			
Nombre de la plataforma	# de compañías que la han usado	Correspondencia con la escala de evaluación	Nombre de la plataforma	Año de inicio	tiempo de vida	Correspondencia con la escala de evaluación
Hyperledger Fabric	20	5	Hyperledger Fabric	2015	6	5
Quorum	15	3	Quorum	2016	5	3
Multichain	27	5	Multichain	2014	7	5
Corda	11	3	Corda	2014	7	5

3. Adopción											
Nombre de la plataforma	Licencia de código		Existencia de soporte técnico		Comunidad de desarrollo		Acceso a documentación		Bifurcación		Puntuación total, 1-25
	Puntuación	Peso	Puntuación	Peso	Puntuación	Peso	Puntuación	Peso	Puntuación	Peso	
Hyperledger Fabric	2	10 %	2.95	30 %	0	25 %	0	35 %	0	35 %	1.1
Quorum	2	10 %	2.7	30 %	0	25 %	0	35 %	0	35 %	1.01
Multichain	2	10 %	2.45	30 %	0	25 %	0	35 %	0	35 %	0.935
Corda	2	10 %	2.7	30 %	0	25 %	0	35 %	0	35 %	1.01