Construcción de lineamientos de un procedimiento para la selección de componentes que soporten una arquitectura de soluciones basada en Blockchain para proyectos desarrollados por Namtrik Development

Autor:

JUAN PABLO MURILLO ALVAREZ

Director:

Ing. Ricardo Antonio Zambrano Segura

Codirector:

Ing. Javier Alexander Hurtado

Asesor:

Ing. Cristhiam Gabriel Fernández Ruales

Trabajo de grado en Modalidad de Práctica Profesional en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

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

AGRADECIMIENTOS

Hoy elevo mi mirada al cielo para darle gracias al buen Dios dueño de la vida y de la historia por permitirme culminar esta etapa de mi vida en la que me he formado no solo académicamente como profesional sino y de manera especial como hombre de forma integral. A mis padres Inés Rocío Alvarez Muñoz y Jesús Antonio Murillo Pérez y a mi hermano Jorge Enrique Murillo Alvarez por los esfuerzos realizados en mi proceso de formación. A la Universidad del Cauca y con ella a cada uno de los docentes y administrativos, a la rama estudiantil IEEE y a cada uno de mis compañeros y amigos que me ayudaron a construir camino hacia el futuro.

También quiero agradecer a todos los miembros del equipo de la empresa Namtrik Development por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo en su empresa y por permitirme crecer en el ámbito laboral; gracias a mi director y asesor quien con ahínco, paciencia y compromiso ha impulsado la realización de este trabajo.

Gracias finalmente a todos y cada una de las personas que de una u otra manera han contribuido en la realización de este trabajo y en mi formación como ingeniero, queda de mi parte seguir el testimonio de tantos que han contribuido en el desarrollo de un mejor futuro para la sociedad.

Juan Pablo Murillo Alvarez

Popayán, 2021.

"Conocimiento interno de tanto bien recibido para que yo, enteramente reconociendo, pueda en todo amar y servir"

San Ignacio de Loyola

RESUMEN

En los últimos años con los avances tecnológicos surgen nuevos retos relacionados con la gestión e intercambio de información causando que la protección de los datos y las finanzas sea un aspecto fundamental para las personas y las empresas; con este objetivo, nacen nuevas ideas como Blockchain, la cual es una tecnología que favorece la confidencialidad, la seguridad, el anonimato y ha trascendido su aplicación de las criptomonedas a diferentes áreas como el derecho, la educación y la salud en procesos que se requiere garantizar la identidad y proteger a las personas.

Blockchain es una tecnología atractiva para las empresas como Namtrik Development que desean incluir en su desarrollo de investigación la nueva propuesta basada en cadenas de bloques, para las soluciones de sus proyectos. Esta empresa de desarrollo de sistemas informáticos se proyecta para crecer en experiencia y servicio digital para los clientes y ella misma, apoyada en Blockchain desde su misión brindando desarrollo de software a la medida de las organizaciones, especializándose en aplicaciones locales, web y móviles de calidad, basadas en las últimas tendencias de ingeniería, diseño y seguridad.

De esta manera, Namtrik considera Blockchain una tecnología medular a partir de las necesidades observadas y solicitadas de los clientes, idónea para resolver los requisitos de sus proyectos. Pero, requieren lineamientos de procedimiento que orienten el desarrollo de la arquitectura de solución, guiando los proyectos con bases en los principios de Blockchain y adheridos al funcionamiento de la empresa, para lograr resolver las necesidades de los clientes. Por este motivo, se proponen unos lineamientos de un procedimiento con criterios técnicos y empresariales que dinamiza la selección de los componentes de una arquitectura de solución basados en Blockchain.

Palabras claves:

Blockchain, arquitectura, descripción de arquitectura, norma, lineamientos, empresa.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 12
1.1. Planteamiento del Problema 12
1.2. Marco teórico 13
1.2.1. Blockchain 13
1.2.2. Arquitecturas de sistemas de información 13
1.2.3. Arquitecturas de Blockchain 13
1.2.4. Lineamiento 13
1.2.5. Norma 42010 14
1.2.6. Descripción de arquitectura 24
1.2.7. Modelo existente: Arquitectura Blockchain IoT 27
1.3 Estado del arte 30
1.3.1 Aplicación de Blockchain en proyectos empresariales 30
1.3.2 Arquitecturas de sistemas de información. 32
1.3.3 Arquitecturas de Blockchain. 32
1.3.4 Construcción de metodologías 35
1.3.5 Brechas existentes. 36
1.3.6 Aportes 37
1.4 Objetivos 37
1.4.1 Objetivo General 37
1.4.2 Objetivos Específicos 37
1.5 Metodología en la investigación 37
2. EJECUCIÓN, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE LINEAMIENTOS 41
2.1 Normalización del procedimiento 41
2.2 Aplicación de la norma y descripción de la arquitectura 42
2.2.1 Información de la descripción de arquitectura 42
2.2.2 Identificación de los interesados del sistema y sus preocupaciones 42
2.2.3 Definición de puntos de vista de la arquitectura utilizados 47
2.2.4 Vista de arquitectura y modelos de arquitectura 49
2.2.5 Descripción de las capas de Blockchain 52
2.2.6 Descripción de arquitectura expresada con un ADL 67

2.3 Diseño de los lineamientos de un procedimiento de selección de componentes. ... 69
3. CASO DE ESTUDIO 83
3.1. Aplicación de la herramienta…….....83
3.2. Evaluación de la práctica…….....83
4. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS 87
4.1. Conclusiones...……87
4.2. Trabajos futuros…….……88
5. REFERENCIAS 89
6. ANEXOS 94
6.1. Anexo 1..…….94
6.2. Anexo 2…...……...……....97
6.3. Anexo 3..……..……104
6.4. Anexo 4…….....106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Contexto de la descripción de arquitectura. 15
Figura 2: Modelo conceptual de una descripción de arquitectura. 17
Figura 3: Modelo conceptual de elementos AD y correspondencias. 19
Figura 4: Modelo conceptual de decisiones de arquitectura y justificación. 20
Figura 5: Modelo conceptual de un Marco de Arquitectura. 22
Figura 6: Modelo conceptual de un lenguaje de descripción de arquitectura. 24
Figura 7: Descripción de arquitectura Blockchain IoT parte 1. 28
Figura 8: Descripción de arquitectura Blockchain IoT parte 2. 29
Figura 9: Arquitectura de referencia Blockchain DLT/ IoT. 30
Figura 10: Ilustración Diagrama de Infraestructura TI. 55
Figura 11: Ilustración Arquitectura back-end. 58
Figura 12: Arquitectura de aplicación front-end. 60
Figura 13: Descripción de arquitectura-Diagrama de contexto. 67
Figura 14: Descripción de arquitectura-Diagrama de contenedores. 68
Figura 15: Descripción de arquitectura-Diagrama de componentes. 68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Compendio de interesados consultados y los propuestos en el trabajo. 43
Tabla 2: Consenso de artículos y propuesta final de las capas. 51
Tabla 3: Características de Blockchain. 53
Tabla 4: Articulación arquitectura Namtrik y tecnología Blockchain. 61
Tabla 5: Clasificación de puntos de vista, preocupaciones y sus respectivas capas. 62
Tabla 6: Asignación de capas al sistema de interés. 64
Tabla 7: Base de lineamientos para la selección de componentes. 69
Tabla 8: Herramientas de aplicación de los lineamientos. 75
Tabla 9: Evaluación de la aplicación de los lineamientos, caso de estudio. 83

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ISO International Organization for Standardization, Organización Internacional para la Estandarización.

IEC International Electrotechnical Commission, Comisión Electrotécnica Internacional

ADL Architecture Description Languages, Lenguajes de Descripción de Arquitectura.

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

AD: Architecture Description, Descripción de Arquitectura.

IDC International Data Corporation, corporación internacional de datos.

IoT Internet of things, Internet de las Cosas.

IoE Internet of Everything, Internet de todas las cosas.

DAG Directed Acyclic Graph, Grafo acíclico dirigido.

DLT Distributed Ledger Technology, Tecnología de Libro Mayor Distribuido.

SDO Standards Development Organizations, Organizaciones de desarrollo de estándares.

TOGAF The Open Group Architecture, marco de arquitectura de Open Group.

BCoT Blockchain of Things, Blockchain de las Cosas.

HTTPS Hypertext Transfer Protocolo Secure, Protocolo de Transferencia de hipertexto seguro.

HTTP Hypertext Transfer Protocolo, Protocolo de Transferencia de hipertexto.

VPC Virtual Private Cloud, Nube Virtual Privada.

API Application Programming Interface, Interfaz de Programación de Aplicaciones.

SPA Single Page Application, Aplicación de Página Única.

UML Unified Modelling Language, Lenguaje de Modelado Unificado

LISTA DE ACRÓNIMOS

IBM International Business Machines Corporation.

EAP Planificación de la Arquitectura Empresarial.

DOFA Análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y Amenazas.

PII Información Personal.

GDPR Reglamento General de Protección de Datos.

UE Unión Europea.

ADL Lenguajes de descripción de arquitectura.

AWS Amazon Web Services.

WAF Web Application Firewall

SES Amazon Simple Email Service.

TI Tecnologías de la Información.

GLOSARIO

Construcción de Arquitectura: proceso de concebir, definir, expresar, documentar, comunicar, certificar la implementación adecuada de, mantener y mejorar una arquitectura a lo largo del ciclo de vida de un sistema. La arquitectura se lleva a cabo en el contexto de una organización ("persona o grupo de personas e instalaciones con disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones") y / o un proyecto ("esfuerzo con criterios definidos de inicio y finalización para crear un producto o servicio de acuerdo con los recursos y requisitos especificados")

Arquitectura: sistema, conceptos o propiedades fundamentales de un sistema en su entorno encarnado en sus elementos, relaciones y en los principios de su diseño y evolución.

Descripción de Arquitectura: producto de trabajo utilizado para expresar una arquitectura.

Marco de Arquitectura: convenciones, principios y prácticas para la descripción de arquitecturas establecidas dentro de un dominio específico de aplicación y / o comunidad de partes interesadas.

Vista de Arquitectura: producto de trabajo que expresa la arquitectura de un sistema desde la perspectiva de preocupaciones específicas del sistema.

Punto de vista de Arquitectura: producto de trabajo que establece las convenciones para la construcción, interpretación y uso de vistas de arquitectura para enmarcar preocupaciones específicas del sistema.

Preocupación: sistema interés en un sistema relevante para uno o más de los interesados. Una preocupación se refiere a cualquier influencia en un sistema en su entorno, incluyendo desarrollo, tecnología, influencias comerciales, operativas, organizacionales, políticas, económicas, legales, regulatorias, ecológicas y sociales.

Medio Ambiente: sistema contexto que determina la configuración y las circunstancias de todas las influencias sobre un sistema; el entorno de un sistema incluye desarrollo, tecnología, negocios, operaciones, organización, influencias políticas, económicas, legales, regulatorias, ecológicas y sociales.

Tipo de Modelo: convenciones para un tipo de modelo, algunos ejemplos de tipos de modelos incluyen diagramas de flujo de datos, diagramas de clase, redes, balances, organización gráficos y modelos de transición de estado.

Interesados: sistema individuo, equipo, organización o clases de los mismos, que tengan interés en un sistema.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN, INICIO Y PLANIFICACIÓN

En el presente capítulo se especifica el enfoque del proyecto, los aspectos puntuales que se desarrollaran en este capítulo son:

- Introducción
- Planteamiento del problema
- Marco teórico
- Estado del arte
- Objetivos propuestos
- Metodología en la investigación

1. INTRODUCCIÓN

1.1.Planteamiento del Problema

Actualmente, con el avance de la tecnología, surgen nuevas herramientas para solucionar las necesidades relacionadas con la gestión e intercambio de información. En el mundo tecnológico, las personas y empresas requieren proteger sus datos y finanzas; Blockchain como tecnología se circunscribe al desarrollo de criptomonedas como el bitcoin (Velásquez, 2018) y trasciende su aplicación a diferentes áreas como el derecho, la educación y la salud, en procesos que se requiere garantizar la identidad y proteger a las personas. Al igual que la inteligencia artificial y big data, Blockchain es una tecnología atractiva para las empresas desarrolladoras de soluciones, inversionistas y usuarios (La Rotta,2018). Como es el caso de Namtrik Development, una empresa la cual requiere desarrollar una línea de trabajo basada en Blockchain buscando presentar soluciones tecnológicas confiables para sus proyectos.

Blockchain trabaja en un sistema de computadoras a través del protocolo criptográfico, proporcionando un método de registro y distribución de información sobre transacciones públicas (Nguyen y Van Dan, 2018). También, crea confianza entre las personas y entidades, permitiendo establecer modelos novedosos de aplicación en diversas áreas de trabajo. Además, ha comenzado a revolucionar las finanzas, negocios, industria, hogar inteligente, salud, redes sociales, Internet e Internet de las cosas. Tiene beneficios en red descentralizada, robustez, disponibilidad, estabilidad, anonimato, auditabilidad y responsabilidad (Menon, et al. 2018); de ahí que sea una solución llamativa para las empresas que quieren crecer en experiencia y servicio digital para los clientes y ellas mismas, siendo este el caso de Namtrik Development.

La empresa de desarrollo de sistemas informáticos Namtrik Development, está constituida como una sociedad de acciones simplificadas, brinda desarrollo de software a la medida de las organizaciones, especializándose en aplicaciones locales, web y móviles de calidad, basadas en las últimas tendencias de ingeniería, diseño y seguridad (Fernández y Ordoñez (s.f.)). De esta manera, Namtrik tiene como propósito brindar a sus clientes soluciones óptimas en tecnologías modernas, utilizando la creatividad, innovación y brindando un constante crecimiento para la empresa en todos sus entornos de trabajo.

Namtrik Development considera Blockchain a partir de las necesidades observadas y solicitadas de los clientes como una tecnología medular que permite resolver diferentes necesidades y requerimientos en los proyectos software. La empresa no cuenta con unos lineamientos adecuados de un procedimiento orientados hacia la aplicación de la arquitectura de solución basada en Blockchain, por ello, es necesario definir rasgos característicos de procesos y contar con instrumentos para seleccionar los componentes más adecuados a utilizar en la arquitectura; todo esto con base en criterios técnicos, conocimiento de soluciones, herramientas específicas de soporte y procesos bien establecidos.

Estas decisiones implican para Namtrik Development esfuerzos en tiempo y recursos, además, los riesgos surgidos en el proceso de búsqueda pueden mitigarse mediante la aplicación

de técnicas adecuadas que permitan hacer una correcta selección de los componentes de la arquitectura de solución específicos a utilizar con base en criterios técnicos, empresariales y económicos.

1.2. Marco teórico

1.2.1. Blockchain

Blockchain es un libro de contabilidad incorruptible, tiene la capacidad de programarse para registrar valores y no solo financieros; su estructura consiste en bloques de secuencia lineal que se agregan a la cadena con intervalos regulares; la información de los bloques depende de la red de Blockchain, pero en sus variantes están la marca de tiempo, la transacción y el hash. Cada bloque contiene el hash del anterior que genera información automática con imposibilidad de cambio, el siguiente bloque verifica la información y mantiene la seguridad (Golosova y Romanovs, 2018).

1.2.2. Arquitecturas de sistemas de información

Una arquitectura de un sistema de información dentro de una planificación estratégica empresarial define los datos, aplicaciones y tecnología necesaria para apoyar la organización empresarial y que permite una adecuada aglomeración de la información a usar en los proyectos y objetivos de la empresa. Todo inicia con la identificación de las necesidades basados en la información y crea una perspectiva abstracta de la empresa para facilitar al empleado un mejor plan de trabajo y la toma de decisiones (Riku y Setyohadi, 2017).

1.2.3. Arquitecturas de Blockchain

De forma general, un sistema de Blockchain está constituido por varios nodos y cada nodo tiene una copia local del libro mayor. En la mayoría de los sistemas, los nodos pertenecen a diferentes organizaciones. Los nodos se comunican entre sí para llegar a un acuerdo sobre el contenido del libro mayor y no requieren una autoridad central para coordinar y validar las transacciones. La arquitectura de referencia se expresa en tres redes: pública, en la nube y empresarial. Si bien la ubicación de las capacidades en estas redes se representa como una mejor práctica, cualquier capacidad se puede implementar en cualquier red de acuerdo con las necesidades de las soluciones Blockchain. Aunque no se requiere la computación en la nube para admitir plataformas, servicios o redes Blockchain. La red pública contiene las redes de área amplia (generalmente Internet), los sistemas de nube pares y los servicios perimetrales y la red empresarial está compuesta por el directorio de usuarios empresariales, las aplicaciones empresariales y los datos empresariales (OMG Cloud Working Group, 2011).

1.2.4. Lineamiento

Un lineamiento es una tendencia, una dirección o un rasgo característico de algo. (Real Academia Española RAE,2014). También es importante definir procedimiento como método de ejecutar algunas cosas (RAE, 2014) y para el caso de este trabajo de grado se ha definido lineamiento de procedimiento como un proceso por donde se quiere orientar o direccionar una

acción específica, en el campo de la arquitectura un lineamiento de procedimiento es una orientación de carácter general, correspondiente a su vez a una disposición o también a una directriz que se busca sea implementada.

1.2.5. Norma 42010

La norma 42010 es publicada por La Organización Internacional para la Estandarización, (International Organization for Standardization, ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC). Tanto ISO como IEC, junto a otras organizaciones son encargadas de la estandarización internacional y han establecido un comité técnico en conjunto en el campo de la TI; por otro lado, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Institute of Electrical and Electronics Engineers, , IEEE) desarrolla sus estándares a través de un proceso de desarrollo consensuado, aprobado por el American National Standards Institute, que reúne a voluntarios que representan diversos puntos de vista e intereses para lograr el producto final, estos aportes dados por el Comité de Estandarización del IEEE han sido tomados por comité técnico de ISO e ICE quienes han desarrollado la norma ISO/ICE/IEEE 42010.

Así, la norma 42010 tiene como objetivo proveer una ontología central para la descripción de arquitecturas, con el fin de hacer cumplir las propiedades deseadas de la descripción de la arquitectura, en esta también se especifica las disposiciones que han de cumplir las propiedades deseadas de los marcos de arquitectura y el lenguaje de descripción de arquitectura. Esta norma internacional se puede utilizar para establecer una práctica coherente para desarrollar descripciones de arquitectura, marcos de arquitectura y lenguajes de descripción de arquitectura dentro del contexto de un ciclo de vida y sus procesos (no definidos por la norma 42010). Por otra parte, esta se puede utilizar para evaluar la conformidad de una descripción de arquitectura, de un marco de arquitectura, de un lenguaje de descripción de arquitectura o de un punto de vista de arquitectura a sus disposiciones (ISO, IEC y IEEE, 2011).

Sobre el alcance de la norma; se especifica la manera en que las descripciones de arquitectura de los sistemas se organizan y expresan, los puntos de vista de arquitectura, marcos de arquitectura y lenguajes de descripción de arquitectura para usar en la descripción y proporciona motivaciones para los términos y conceptos utilizados, presenta puntos de vista de arquitectura, una guía para especificar puntos de vista de la arquitectura y demuestra el uso de esta norma en otras normas.

Así mismo, se evidencia que se busca describir una arquitectura y no la arquitectura en sí, debido a que ISO, IEC y IEEE (2011) mencionan que “una arquitectura es abstracta y consiste en conceptos y propiedades” (p.5) , mientras que una descripción de arquitectura es un producto de trabajo que sirve para crear, modificar, conocer y construir una arquitectura; sobre el proceso que realiza la norma y su contenido se sabe:

La norma 42010 no especifica ningún formato o medio para grabar descripciones de arquitectura, está destinado a ser utilizable para una variedad de enfoques para la descripción de la arquitectura, incluidas las técnicas centradas en documentos, basadas en modelos y repositorios. Asimismo, no prescribe el proceso o método utilizado para producir descripciones de arquitectura. Por otra parte, no asume ni prescribe métodos, modelos, anotaciones o técnicas de arquitectura

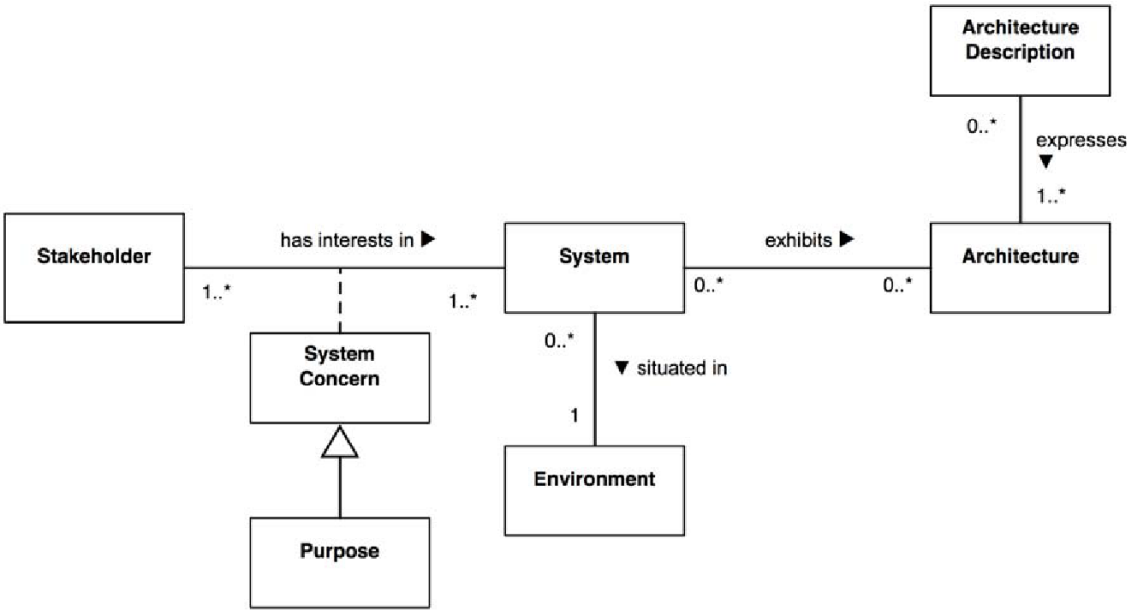
específicos utilizados para producir descripciones de arquitectura. Finalmente, esta norma internacional especifica los requisitos en las descripciones de arquitectura. Pero no hay requisitos en esta norma internacional relativos a arquitecturas, sistemas o entornos. (ISO, IEC y IEEE, 2011).

Antes de ver los elementos que se expresan en la descripción de una arquitectura y sus requisitos se hace necesario representar algunos conceptos fundamentales que sirven de apoyo a la hora de conocer la norma; esto comprendería, un modelo conceptual de la descripción de la arquitectura, el papel de la arquitectura en el ciclo vital, el uso de las descripciones de arquitectura, marcos de arquitectura y lenguaje de descripción de una arquitectura.

El modelo conceptual se hace necesario para comprender la práctica de la descripción de la arquitectura y la aplicación de la norma. En la figura 1, se presentan los conceptos que son claves y que están relacionados con los sistemas y sus arquitecturas.

Figura 1.

Contexto de la descripción de arquitectura.



Adaptado de: (ISO, IEC y IEEE, 2011).

System (sistema): según la norma 42010, un sistema se refiere a entidades cuyas arquitecturas son de interés, este término connota algunas entidades y dominios como:

Sistemas según [ISO / IEC 15288]: ISO, IEC y IEEE (2011) definen “sistemas que están hechos por el hombre y pueden configurarse con uno o más de los siguientes: hardware, software, datos, humanos, procesos (por ejemplo, procesos para proporcionar servicio a los usuarios), procedimientos (por ejemplo, instrucciones para el operador), instalaciones, materiales y entidades naturales" (p.3).

La norma internacional no define ni expone lo que componente o constituye un sistema, según esta, “la naturaleza de los sistemas no está definida por esta Norma Internacional”. La norma está destinada para su uso en los dominios de los sistemas enumerados anteriormente; pero esto no significa que no se pueda usar en descripciones de arquitectura de entidades de interés fuera de esos dominios como sistemas naturales o conceptuales.

Dentro de la descripción de arquitectura se encuentran los “Stakeholders” (interesados) que muestran sus preocupaciones o intereses en el sistema, a estos intereses se les conoce como preocupaciones y estas atribuyen varios elementos o propósitos al sistema y a su vez, estos propósitos se convierten en preocupaciones que la arquitectura busca solucionar.

A hablar de sistema, la norma añade las siguientes notas en las que explica el entorno del sistema y como este está delimitado:

a. El término propósito tal como se utiliza en esta norma se deriva de su uso en ISO / IEC 15288: 2008, 4.31: un sistema es una combinación de elementos que interactúan organizados para lograr uno o más propósitos establecidos. Un sistema está situado en un entorno. El entorno determina la totalidad de las influencias sobre el sistema a lo largo de su ciclo de vida, incluidas sus interacciones con ese entorno. El entorno de un sistema puede contener otros sistemas.

b. En esta Norma Internacional, el entorno de un sistema está delimitado y comprendido a través de la identificación y el análisis de las partes interesadas del sistema y sus preocupaciones.

Dentro de un sistema la arquitectura constituye la esencia en relación con el entorno, no hay una caracterización única de lo que es fundamental para un sistema, esta caracterización depende de cualquiera de los siguientes elementos:

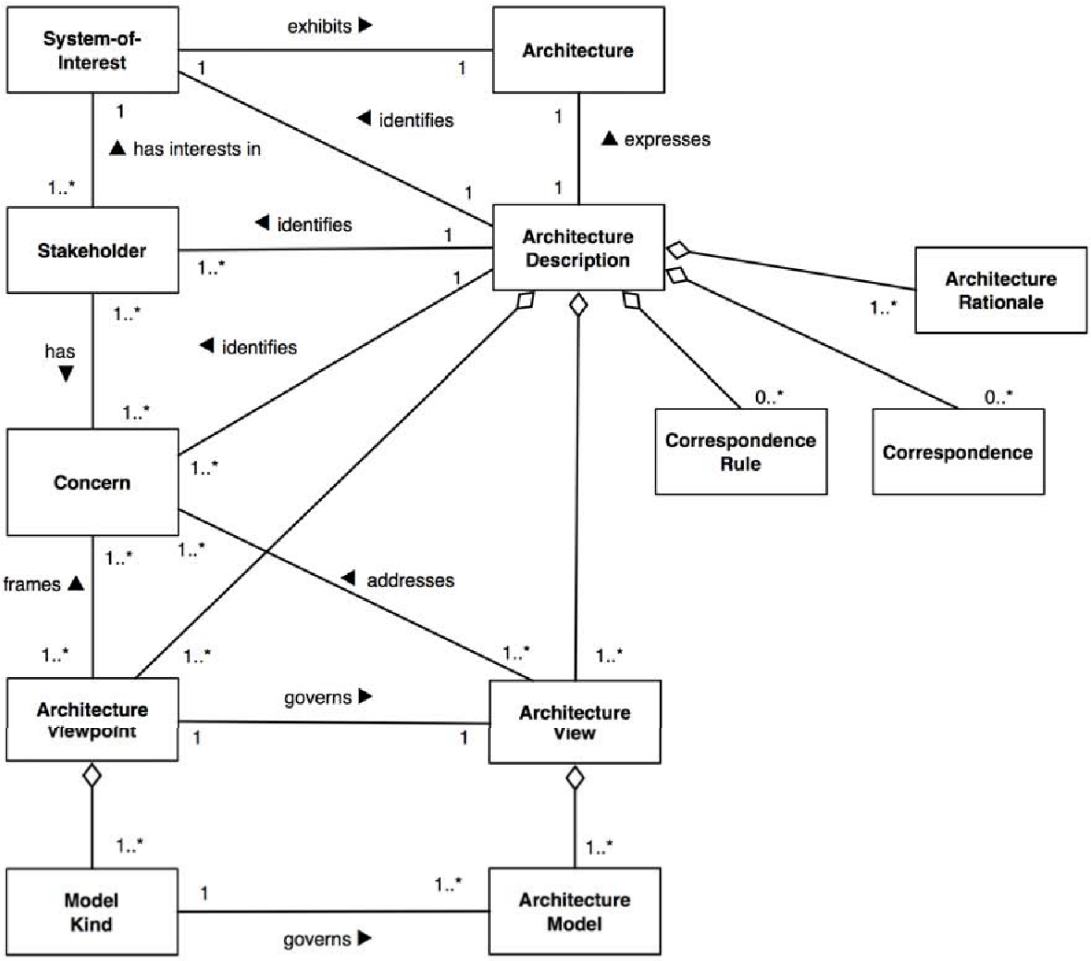
- constituyentes o elementos del sistema;
- cómo se organizan o interrelacionan los elementos del sistema;
- los principios de la organización o el diseño del sistema; y,
- los principios que rigen la evolución del sistema a lo largo de su ciclo de vida.

c. El mismo sistema podría entenderse a través de varias arquitecturas distintas. Una arquitectura se puede expresar a través de varias descripciones de arquitectura distintas, por ejemplo, cuando se emplean diferentes marcos de arquitectura (ISO, IEC y IEEE, 2011).

Las arquitecturas y descripciones de arquitectura.

Una vez conocido el contexto de la descripción de arquitectura se presentan algunos de los modelos conceptuales de la arquitectura que son producto del trabajo de la arquitectura de sistemas y software. Para esto la norma internacional presenta el término sistema de interés (o simplemente, sistema) que se refiere al sistema cuya arquitectura se está considerando en la preparación de una descripción de la arquitectura.

Figura 2.
Modelo conceptual de una descripción de arquitectura.



Adaptado de: (ISO, IEC y IEEE, 2011).

En la figura 2, se debe tener en cuenta que se representan los conceptos relacionados con la práctica de la descripción de la arquitectura para producir una descripción de la arquitectura que exprese una arquitectura para un sistema de interés; así mismo, se utiliza las convenciones para los diagramas de clases definidos en la norma.

La descripción de una arquitectura expresa una arquitectura de un sistema de interés; la norma internacional distingue una arquitectura de un sistema, de la descripción de arquitectura y especifica los requisitos sobre descripciones de arquitectura. No hay requisitos en esta norma internacional relacionados con arquitecturas, sistemas o sus entornos, tampoco prescribe el proceso o método utilizado para producir descripciones de arquitectura, ni asume ni prescribe métodos,

modelos, anotaciones o técnicas de arquitectura específicos utilizados para producir descripciones de arquitectura (ISO, IEC y IEEE, 2011).

Interesados y preocupaciones.

Las partes interesadas de un sistema tienen preocupaciones con respecto al sistema de interés considerado en relación con su entorno. Una o más partes interesadas pueden tener una preocupación.

Una preocupación puede manifestarse de muchas formas, en relación con las necesidades, metas, expectativas, responsabilidades, requisitos, limitaciones de diseño, supuestos, dependencias, atributos de calidad, decisiones de arquitectura, riesgos u otras cuestiones relacionadas con el sistema de una o más partes interesadas.

ISO, IEC y IEEE (2011) presenta algunos ejemplos de preocupaciones de los interesados: "funcionalidad, viabilidad, uso, propósitos del sistema, características del sistema, propiedades del sistema, limitaciones conocidas, estructura, comportamiento, desempeño, utilización de recursos, confiabilidad, seguridad, aseguramiento de la información, complejidad, capacidad de evolución, apertura, concurrencia, autonomía, costo, horario, calidad de servicio, flexibilidad, agilidad, modificabilidad, modularidad, control, comunicación entre procesos, punto muerto, cambio de estado, integración de subsistemas, accesibilidad de datos, privacidad, cumplimiento de la regulación, garantía, negocios objetivos y estrategias, experiencia del cliente, mantenibilidad, asequibilidad y disponibilidad." (p.6).

Vista de arquitectura y puntos de vista.

Una vista de arquitectura aborda una o más de las preocupaciones de los interesados del sistema, también expresa la arquitectura del sistema de interés de acuerdo con un punto de vista de arquitectura. Un punto de vista contiene dos elementos: las preocupaciones que tienen las partes interesadas y las convenciones que establece sobre las opiniones.

Un punto de vista de arquitectura describe una o más preocupaciones. Una preocupación puede enmarcarse en más de un punto de vista. El punto de vista establece las convenciones para construir, interpretar y analizar la vista que le permitirá abordar las preocupaciones enmarcadas por el punto de vista. Las convenciones de puntos de vista pueden incluir lenguajes, anotaciones, tipos de modelos, reglas de diseño y / o métodos de modelos, técnicas de análisis y otras operaciones en las vistas.

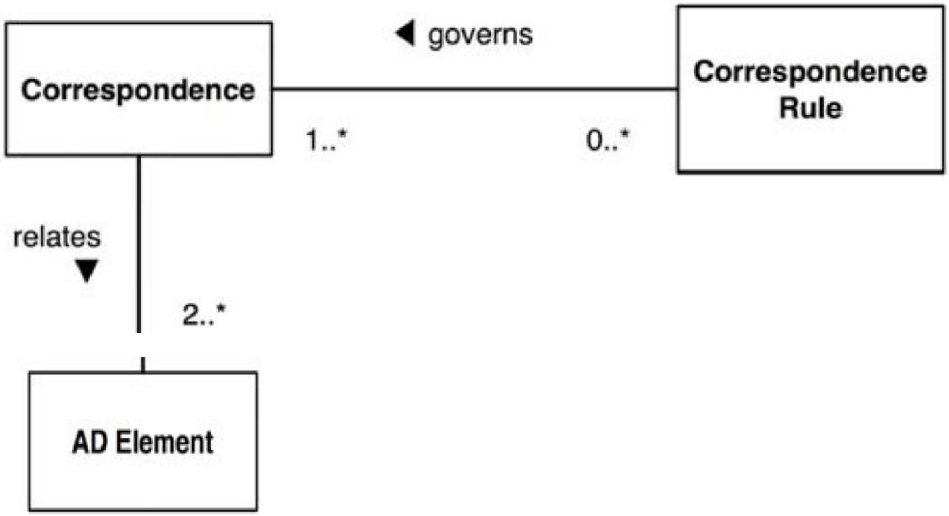
En la Figura 2, se representan las relaciones entre vistas y puntos de vista dentro de una descripción de arquitectura. En los términos de esta norma internacional, la arquitectura de un sistema es una concepción holística de las propiedades fundamentales de ese sistema, mejor entendida a través de múltiples vistas de esa arquitectura. Por lo tanto, los equivalentes aproximados de las frases anteriores son "vista empresarial", "vista física" y "vista técnica", respectivamente.

Elementos AD y sus correspondencias

Un elemento AD es cualquier construcción en una descripción de arquitectura, son las construcciones más primitivas discutidas en la norma; cada parte interesada, preocupación, punto de vista de la arquitectura, vista de la arquitectura, tipo de modelo, modelo de arquitectura, decisión de arquitectura y justificación se considera un elemento AD.

Una correspondencia define una relación entre elementos AD; se utilizan para expresar relaciones de arquitectura de interés dentro de una descripción de arquitectura (o entre descripciones de arquitectura). Estas, pueden ser gobernadas por reglas de correspondencia que se utilizan para imponer relaciones dentro de una descripción de arquitectura (o entre descripciones de arquitectura).

Figura 3.
Modelo conceptual de elementos AD y correspondencias.

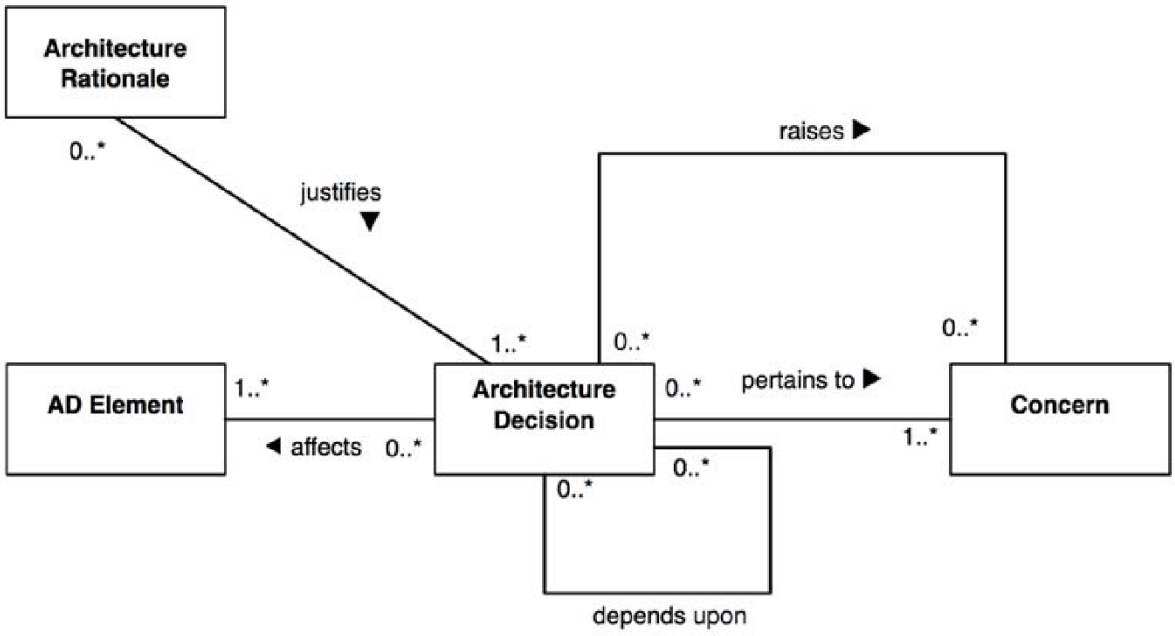


Adaptado de: (ISO, IEC y IEEE, 2011).

En la figura 3, se representa los conceptos de elementos AD y sus correspondencias, explicadas anteriormente, utiliza las convenciones para los diagramas de clases definidos en la norma [ISO / IEC 19501].

Figura 4.

Modelo conceptual de decisiones de arquitectura y justificación.



Adaptado de: (ISO, IEC y IEEE, 2011).

Aquí se representan conceptos relacionados con decisiones de arquitectura y sus fundamentos. Los requisitos para capturar decisiones y razones dentro de una descripción de arquitectura se especifican más adelante.

Arquitectura en el ciclo de vida.

Una arquitectura contribuye al desarrollo, operación y mantenimiento de un sistema desde su concepción inicial hasta su retiro del uso y disposición. Esta, se lleva a cabo dentro del contexto de un proyecto y / u organización; se realiza durante todo el ciclo de vida del sistema, no simplemente dentro de una etapa del ciclo de vida. Este ciclo de vida prescribe las etapas y la manera en que se deben producir los contenidos de una descripción de arquitectura conforme. Incluso cuando una descripción de la arquitectura es el resultado de una sola actividad del ciclo de vida, es probable que su contenido sea el resultado de múltiples actividades, la norma internacional no asume, prescribe o depende de ningún ciclo de vida. (ISO, IEC y IEEE, 2011).

Usos de las descripciones de arquitectura.

Las descripciones de arquitectura tienen muchos usos por parte de una variedad de partes interesadas a lo largo del ciclo de vida del sistema. Los usos de las descripciones de arquitectura incluyen, entre otros:

- Como base para el diseño del sistema y las actividades de desarrollo.
- Como base para analizar, evaluar los implementos y alternativas de una arquitectura.
- Como documentación de desarrollo y mantenimiento;
- Documentando aspectos esenciales de un sistema, tales como:
    - Uso previsto y medio ambiente;
    - Principios, suposiciones y limitaciones para guiar el cambio futuro;
    - Puntos de flexibilidad o limitaciones del sistema con respecto a cambios futuros;
    - Decisiones de arquitectura, sus fundamentos e implicaciones.

- Como entrada a herramientas automatizadas para simulación, generación y análisis de sistemas;
- Especificar un grupo de sistemas que comparten características comunes (como estilos arquitectónicos, arquitecturas de referencia y arquitecturas de línea de productos).
- Comunicación entre las partes involucradas en el desarrollo, producción, despliegue, operación y mantenimiento de un sistema.
- Como base para la preparación de documentos de adquisición (como solicitudes de propuestas y declaraciones de trabajo).
- Comunicación entre clientes, compradores, proveedores y desarrolladores como parte de las negociaciones de contratos.
- Documentar las características, características y diseño de un sistema para clientes potenciales, compradores, propietarios, operadores e integradores.
- Planeando la transición de una arquitectura heredada a una nueva arquitectura.
- Como guía para el soporte operativo y de infraestructura y la gestión de la configuración.
- Como apoyo a las actividades de planificación, programación y presupuesto del sistema.
- Establecer criterios para certificar implementaciones para el cumplimiento de una arquitectura.
- Como mecanismo de cumplimiento de políticas externas y de proyectos u organizaciones internas (por ejemplo, legislación, principios arquitectónicos generales).
- Como base para la revisión, análisis y evaluación del sistema a lo largo de su ciclo de vida.
- Como base para analizar y evaluar arquitecturas alternativas.
- Compartir lecciones aprendidas y reutilizar el conocimiento arquitectónico a través de puntos de vista, patrones y estilos.
- Capacitación y educación de las partes interesadas y otras partes sobre las mejores prácticas en arquitectura y evolución del sistema.

Marcos de arquitectura

Los marcos de arquitectura y los lenguajes de Descripción de Arquitectura (ADL, por sus siglas en inglés) son dos mecanismos ampliamente utilizados en la arquitectura. Los marcos de

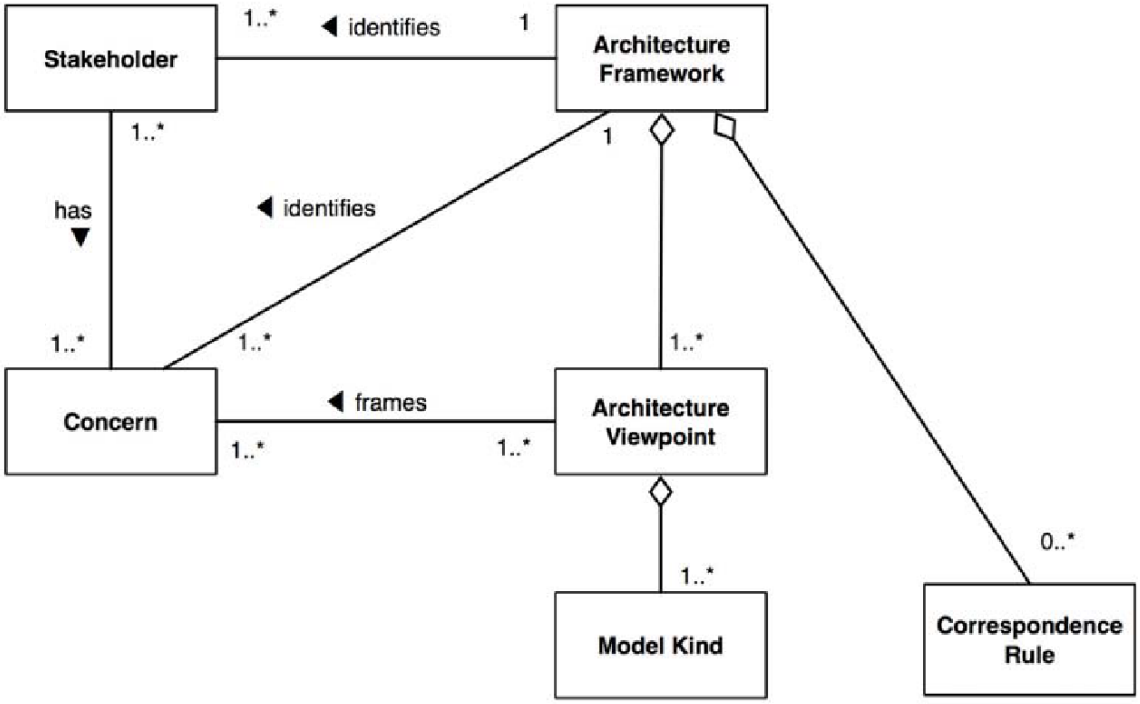
arquitectura y los ADL se especifican basándose en los conceptos de descripción de arquitectura presentados en esta Norma.

Un marco de arquitectura establece una práctica común para crear, interpretar, analizar y usar descripciones de arquitectura dentro de un dominio particular de aplicación o comunidad de partes interesadas.

La norma internacional da algunos ejemplos de marcos de arquitectura como: Zachman, marco de arquitectura de sistemas de información, marco de arquitectura del Ministerio de Defensa del Reino Unido, marco de arquitectura de Open Group (The Open Group Architecture Framework , TOGAF), modelo de vista "4 + 1" de Kruchten, método de 4 vistas de Siemens, Modelo de referencia para procesamiento distribuido abierto (RM-ODP), [ISO/ IEC 10746] y Arquitectura de referencia empresarial generalizada (GERA) [ISO 15704]. (ISO, IEC y IEEE, 2011).

Figura 5.

Modelo conceptual de un Marco de Arquitectura.



Adaptado de: (ISO, IEC y IEEE, 2011).

La anterior figura, se presenta el contenido de un marco de arquitectura, estos presentan un grupo de requisitos tales como:

a) Información que identifica el marco de la arquitectura.
b) La identificación de una o más preocupaciones.
c) La identificación de una o más partes interesadas que tienen esas preocupaciones.
d) Uno o más puntos de vista de la arquitectura que enmarcan esas preocupaciones.
e) Cualquier regla de correspondencia (ISO, IEC y IEEE, 2011).

La norma propone que un marco de arquitectura debe establecer su coherencia con las disposiciones del modelo conceptual establecido; este requisito se puede cumplir a través de un metamodelo, un mapeo de construcciones de marco al modelo presentado en la norma, una narración de texto, o de alguna otra manera.

Un marco de arquitectura puede establecer reglas adicionales para la adherencia. La norma 42010 también aclara que "una descripción de la arquitectura podría adherirse a uno o más marcos de arquitectura, o a ningún marco. Para que una descripción de la arquitectura se adhiera a más de un marco implicaría una reconciliación entre las partes interesadas identificadas de cada marco, preocupaciones, puntos de vista, tipos de modelos y reglas de correspondencia dentro de la descripción de la arquitectura" (ISO, IEC y IEEE, 2011).

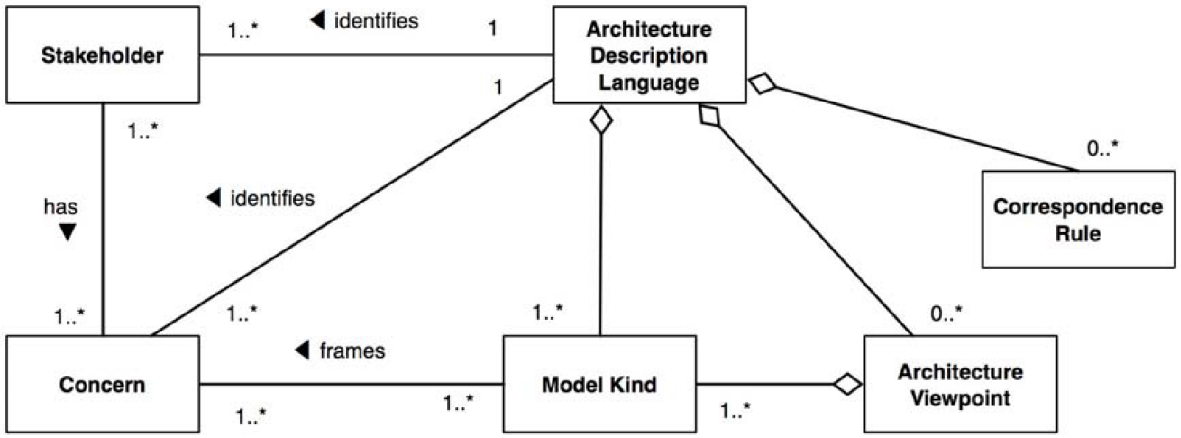
Lenguajes de Descripción de Arquitectura

Por otro lado, un ADL es cualquier forma de expresión para usar en descripciones de arquitectura, proporciona uno o más tipos de modelos como un medio para enmarcar algunas preocupaciones para su audiencia de partes interesadas; puede enfocarse de manera limitada, definiendo un tipo de modelo único, o ampliamente enfocado para proporcionar varios tipos de modelos, opcionalmente organizados en puntos de vista. A menudo, es compatible con herramientas automatizadas para ayudar a la creación, uso y análisis de sus modelos. La norma pone algunos ejemplos: Rapide, Wright, SysML, ArchiMate y los idiomas de punto de vista de RM-ODP [ISO 10746] (ISO, IEC y IEEE, 2011).

A continuación, se representa el contenido de un lenguaje de descripción de arquitectura.

Figura 6.

Modelo conceptual de un lenguaje de descripción de arquitectura.



Adaptado de: (ISO, IEC y IEEE, 2011).

El lenguaje de descripción de arquitectura presenta también algunos requisitos este debe especificar:

a) La identificación de una o más preocupaciones a ser expresadas por la ADL según las partes interesadas y sus preocupaciones.

b) La identificación de una o más partes interesadas que tienen esas preocupaciones.

c) Los tipos de modelos implementados por la ADL que enmarcan esas preocupaciones según el tipo de vista de arquitectura.

d) cualquier punto de vista de arquitectura según la Cláusula sobre puntos de vista. Se aclara que un ADL no necesita proporcionar ningún punto de vista de arquitectura; puede definir uno o más tipos de modelos para usar en puntos de vista de arquitectura definidos en otra parte.

e) Reglas de correspondencia que relacionan sus tipos de modelos según el punto c.

1.2.6. Descripción de arquitectura

La norma hace dos aclaraciones a la hora de acercarse a una descripción de arquitectura; que en la norma no se especifica un formato para las descripciones de arquitectura y que, para producir múltiples descripciones de arquitectura de diferentes arquitecturas o expresiones alternativas de misma arquitectura, el usuario aplicaría las disposiciones para cada descripción de

arquitectura. Los resultados pueden combinarse o presentarse por separado, de una manera no definida por esta la norma internacional.

¿Qué se debe identificar en una descripción de arquitectura?.

Una descripción de la arquitectura debe identificar el sistema de interés e incluir información complementaria según lo determine el proyecto y /u organización. El contenido detallado de los elementos de identificación y de información complementaria debe ser el especificado por la organización y / o proyecto. La norma da algunos ejemplos de identificación y de la información complementaria en una descripción de arquitectura: fecha de emisión y estado; autores, revisores, autoridad de aprobación, organización emisora; cambia la historia; resumen; alcance; contexto; glosario; control de versiones información; gestión de configuración Información y referencias (ISO, IEC y IEEE, 2011).

¿Cómo identificar las partes interesadas y sus preocupaciones?.

Una descripción de la arquitectura identificará a los interesados del sistema que tengan preocupaciones consideradas fundamentales para la arquitectura del sistema de interés. Se considerarán las siguientes partes interesadas y, cuando corresponda, se identificarán en la descripción de la arquitectura:

- Usuarios del sistema.
- Operadores del sistema.
- Adquirentes del sistema.
- Propietarios del sistema.
- Proveedores del sistema.
- Desarrolladores del sistema.
- Constructores del sistema.
- Mantenedores del sistema.

Una descripción de la arquitectura identificará las preocupaciones consideradas fundamentales para la arquitectura del sistema de interés. A continuación, se enuncian algunas de las preocupaciones, después se identificarán en la descripción de arquitectura.

- Los propósitos del sistema.
- La idoneidad de la arquitectura para lograr los propósitos del sistema.
- La viabilidad de construir y desplegar el sistema.
- Los riesgos e impactos potenciales del sistema para sus partes interesadas a lo largo de su ciclo de vida; mantenibilidad y capacidad de evolución del sistema.

La descripción de arquitectura debe identificar cada preocupación y asociarla con las preocupaciones del interesado a quien corresponda.

Puntos de vista de la arquitectura.

La descripción de la arquitectura debe incluir cada punto de vista de la arquitectura utilizada en el mismo, estos puntos de vista de arquitectura deben especificarse según las disposiciones de la norma. Cada preocupación identificada se enmarcará en al menos un punto de vista. La norma aclara que no requiere que se use ningún punto de vista particular (ISO, IEC y IEEE, 2011).

Vistas de arquitectura.

La descripción de arquitectura incluirá una vista de arquitectura para cada punto de vista de arquitectura utilizado. Cada vista de arquitectura se adherirá a las convenciones de su punto de vista de arquitectura gobernante y deberá incluir:

a) Identificación e información complementaria según lo especificado por la organización y / o proyecto.
b) Identificación de su punto de vista rector.
c) Modelos de arquitectura que abordan todas las preocupaciones enmarcadas por su punto de vista rector y cubren todo el sistema desde ese punto de vista.
d) Grabación de cualquier problema conocido dentro de una vista con respecto a su punto de vista rector. Respecto a este punto se aclara que los "problemas conocidos" incluyen problemas no resueltos, excepciones y desviaciones de las convenciones. Abierto los problemas pueden llevar a tomar decisiones. Las excepciones y desviaciones pueden documentarse como resultados de decisión y justificación. (ISO, IEC y IEEE, 2011).

Modelos de Arquitectura.

Una vista de arquitectura estará compuesta por uno o más modelos de arquitectura. Cada modelo de arquitectura debe incluir la identificación de la versión según lo especificado por la organización y / o proyecto, además deberá identificar su tipo de modelo de gobierno y se adherirá a las convenciones de ese tipo de modelo y además puede ser parte de más de una vista de arquitectura.

Aclaración: La norma 42010 no determina cómo se crean los modelos de arquitectura. Se pueden construir individualmente, derivar o basarse en otros modelos. (ISO, IEC y IEEE, 2011).

Relaciones de arquitectura.

- **Consistencia.**

La descripción de arquitectura registrará cualquier inconsistencia conocida en sus modelos de arquitectura y sus vistas, ISO, IEC y IEEE (2011) aclara que "si bien se prefieren descripciones de arquitectura consistentes, a veces es imposible o poco práctico resolver todas las inconsistencias por razones de tiempo, esfuerzo o información insuficiente. En tales situaciones, se deben registrar las inconsistencias conocidas." (p. 14) Una descripción de la arquitectura debe incluir un análisis de consistencia de sus modelos de arquitectura y sus vistas.

- **Correspondencia.**

Cada correspondencia en una descripción de arquitectura se identificará e identificará sus elementos AD usados e identificará las reglas de correspondencia que la rigen. Se aclara que los elementos AD en una correspondencia no necesitan ser distintos. Se puede definir una correspondencia entre un Elemento AD y en sí mismo.

Puntos de vista de la arquitectura.

El punto de vista de arquitectura tiene que especificar lo siguiente:

a) Una o más preocupaciones enmarcadas por este punto de vista.
b) Partes interesadas típicas para inquietudes enmarcadas en este punto de vista.
c) Uno o más tipos de modelos utilizados en este punto de vista.
d) Para cada tipo de modelo identificado en c), los lenguajes, anotaciones, convenciones, técnicas de modelo, métodos analíticos y otras operaciones que se utilizarán en modelos de este tipo.
e) Referencia a sus fuentes.

La norma específica sobre lo anterior que: el ítem d) se puede cumplir con un metamodelo para el tipo de modelo que define la estructura y las convenciones de su modelo. El ítem e) puede incluir autor, fecha, URL y / o citas a otros documentos.

También se especifica que un punto de vista de arquitectura debe incluir información sobre las técnicas de arquitectura utilizadas para crear, interpretar o analizar una vista regida por este punto de vista, como:

- Reglas de correspondencia, criterios y métodos para verificar la consistencia e integridad.
- Métodos de evaluación o análisis.
- Métodos, heurística, métricas, patrones, reglas o pautas de diseño, mejores prácticas y ejemplos para ayudar en la creación y síntesis de vistas.

Un punto de vista de arquitectura podría definirse como parte de una descripción de arquitectura, como parte de un marco de arquitectura o individualmente utilizando los requisitos que se proponen. Un punto de vista de la biblioteca es un punto de vista de la arquitectura producido fuera del contexto de una descripción de arquitectura única, de modo que se puede usar en muchas descripciones de arquitectura. La Norma no requiere que se use ningún punto de vista particular.

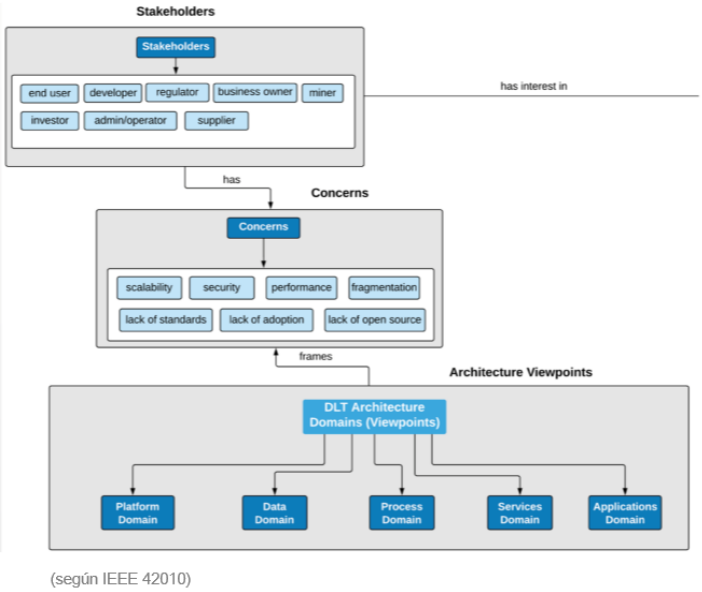
1.2.7. Modelo existente: Arquitectura Blockchain IoT

La tecnología Blockchain es relativamente nueva y prometedora, ya varios sectores han implementado investigaciones para desarrollarla, entre ellos IEEE Blockchain Standards: ellos han mostrado un modelo como alternativa de trabajos que se estas empezando a desarrollar, este no es un modelo finalmente aprobado, pero pertenece al punto de vista del autor expuesto en el IEEE Global Blockchain Summit 2018 (Lima, 2018).

Los desarrolladores de esta propuesta de descripción de arquitectura han planteado el siguiente marco de referencia de DLT/ Blockchain IoT basado en lo propuesto por la Norma 42010 y teniendo como sistema de interés la tecnología Blockchain IoT en las cuales se han de tener presente las siguientes tareas:

- Definir los Interesados clave.
- Define las preocupaciones actuales de la tecnología Blockchain.
- Define los puntos de vista de arquitectura (capas y dominios).
- Arquitectura de referencia Blockchain IoT, basada en el marco de IEEE 42010 (sometidos).
- Todas las alternativas incluidas- considera a Blockchain como facilitador de la tecnología.
- Principales direcciones de dominio o capas
- Incluye elementos de la Tecnología Blockchain/DLT.

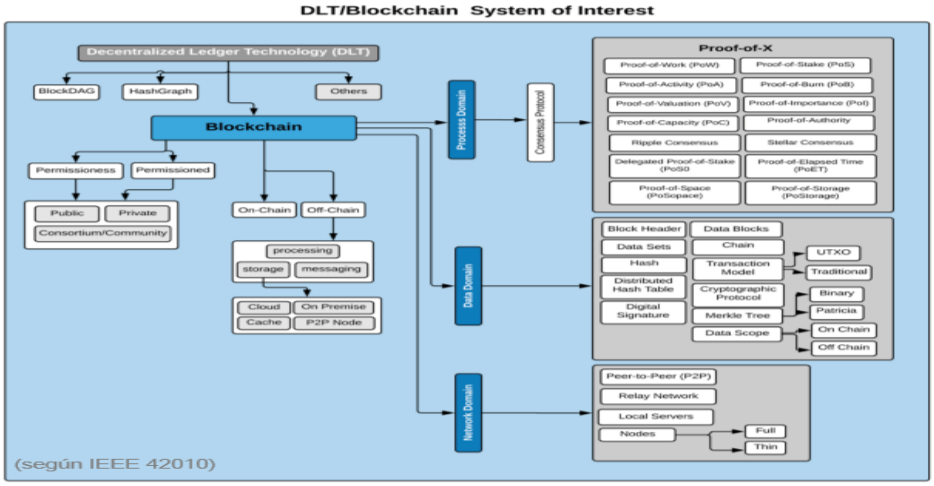
Figura 7.
Descripción de arquitectura Blockchain IoT parte 1.



Adaptado de: (Lima, 2018).

Figura 8.

Descripción de arquitectura Blockchain IoT parte 2.

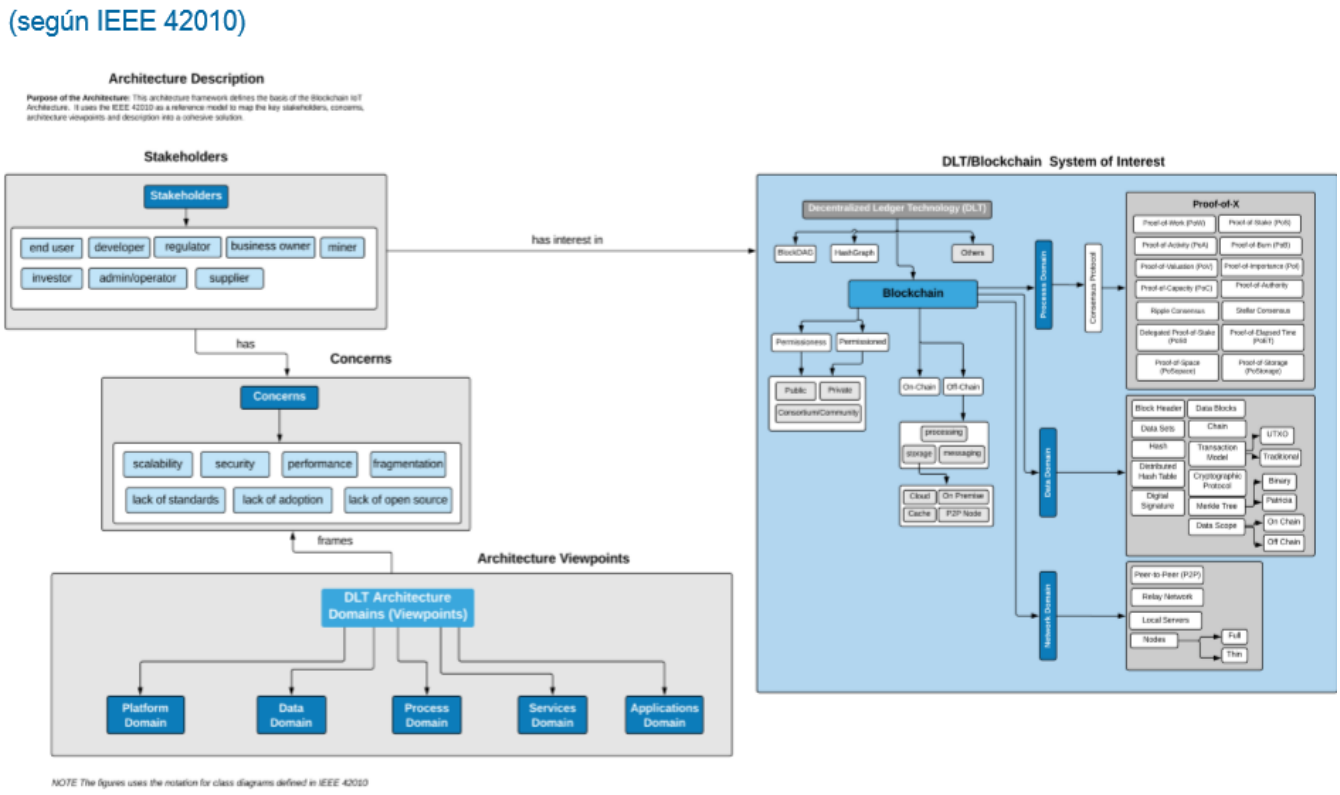


Adaptado de: (Lima, 2018).

El resultado final se muestra a continuación como una combinación de lo antes propuesto, este modelo servirá de base para la descripción de arquitectura que se llevará a cabo dentro del presente trabajo:

Figura 9.

Arquitectura de referencia Blockchain DLT/ IoT.



Adaptado de: (Lima, 2018).

1.3 Estado del arte

Para comprender mejor el funcionamiento de la herramienta, se presentan ahora, trabajos relacionados con la temática de Blockchain, resaltando la importancia de su aplicación en proyectos empresariales, arquitecturas de sistemas de información y arquitecturas de Blockchain aplicadas en diferentes áreas y construcción de metodologías que permitan la selección de arquitecturas de Blockchain.

1.3.1 Aplicación de Blockchain en proyectos empresariales

Ventajas y desventajas de la tecnología Blockchain

Algunos de los puntos a favor sobre Blockchain que plantean aquí son la estructura tecnológica, propiedades, acceso a los datos, algoritmo de las pruebas de trabajo de seguridad, contratos inteligentes y Ethereum como plataforma flexible de Blockchain que todos pueden usar; también se plantea la descentralización como una de las ventajas de esta tecnología, la

transparencia, cadena confiable, tecnología inalterable e indestructible y aseguran que su desventaja es la dependencia energética, difícil proceso de integración y altos costos de la implementación (Golosova y Romanovs, 2018).

Tecnología Blockchain para el avance del futuro

Este documento expone el cambio a nivel mundial con el crecimiento de la tecnología y la revolución industrial 4.0; presentando una visión general de la tecnología Blockchain y su potencial para contribuir al desarrollo proponiendo varias direcciones para futuras investigaciones. Se define Blockchain como una tecnología que permite registrar y distribuir información garantizando seguridad, alta interactividad y transparencia, esto permite un óptimo desarrollo a las organizaciones. Algunos beneficios de esta tecnología son: su organización de manera racional, su descentralización que da mayor seguridad y que su uso tendrá gran extensión en la industria financiera previendo una revolución generalizada.

El artículo menciona algunas áreas que podrán beneficiarse de esta tecnología en el futuro como, las que incluyen servicios financieros, la votación pública, los sistemas de intercambio de datos, intercambios descentralizados, la industria de la Inteligencia Artificial, El Internet de las Cosas y Big Data. Se comenta que algunas corporaciones tecnológicas como Google, IBM, Amazon, Goldman Sachs experimentan con ella pronosticando creación de empresas y aumento de empleos. Finalmente se expresa que esta tecnología a través de diferentes aplicaciones puede cambiar la forma de vivir de las personas, dando rapidez y seguridad en pagos, facilidad en transacciones de viajes, protección de identidades corporativas, entre otras; se afirma que Blockchain es el futuro, pero su debate respecto a sus inconvenientes queda abierto (Nguyen y Van Dang , 2018).

10 ejemplos reales de cómo Blockchain está cambiando nuestro mundo

Estos autores afirman que Blockchain es presentada como una herramienta cotidiana sin intermediarios no solo aplicado al campo financiero, con diez ejemplos expone su aplicación en áreas como la salud como el proyecto Simplyvivaheal (seguimiento de los pacientes después de salir del hospital y acceso a su historia clínica), en los medios de comunicación y una variada aplicación en los gobiernos. Sobre estos avances según los autores no se evidencian actualmente frutos, pero esto no frustra su futuro prometedor (Fundación Universia, 2018).

Representante de IBM Latinoamérica: Blockchain «tendrá una de las tasas de crecimiento más rápidas hasta el año 2021»

Gracias a la invitación de International Business Machines Corporation (IBM) y la Bolsa de Comercio de Santiago de Chile se ha lanzado una plataforma basada en Blockchain, esto ha servido para la optimización de operaciones de ventas cortas con una aplicación basada en Hyperledger Fabric cuyo objetivo son los contratos inteligentes y la reducción de costos administrativos; esto promueve una economía de altura para Chile, la implementación de esta tecnología ha dado un avance en los proyectos de IBM Cloud Garages y de acuerdo a IDC hasta 2021 esta tecnología tendrá un gran alcance por lo que IBM creará el primer Hub de soluciones de Blockchain de Latinoamericana ubicado en Sao Paulo Brasil (García , 2018).

1.3.2 Arquitecturas de sistemas de información.

Plan estratégico con planificación de la arquitectura empresarial para la aplicación del sistema de información en PT. Bestonindo Central Lestari.

Aquí se plantea la importancia de la gestión de información para mejorar la competitividad, con esto se promueve la eficacia en los negocios y el alcance de óptimo desarrollo se verá reflejado en el logro del objetivo de la empresa; en la competencia empresarial se requiere estrategias tecnológicas basadas en la información que tiene como guía de desarrollo la planificación de la arquitectura empresarial (EAP). Este es un método que integra la estrategia de prácticas comerciales con etapas de información y recursos tecnológicos, se define datos, aplicaciones y la tecnología necesaria para respaldar la organización empresarial (Riku y Setyohadi, 2017).

La investigación en la empresa P T. Bestonindo Central Lestari, evaluó el funcionamiento del plan de negocios con el análisis de cadena de valores identificando que no se ha aplicado la tecnología de información al máximo para respaldar los procesos de negocios; una vez clasificados los datos por medio de una arquitectura de datos y de aplicación se definen las sugerencias de sistemas de información que se desarrollaran; se implementa un plan con un acuerdo de desarrollo de aplicaciones que se ajusta a las necesidades de la empresa, este, está destinado a desarrollar la visión y la misión de la compañía a través de la tecnología de la información.

Diseño de sistemas de información para empresas de servicios financieros sostenibles que utilizan el marco de la arquitectura empresarial: un enfoque de estudio de caso.

En este sentido, los sistemas de información en la realización del negocio permiten un aumento y mejora a largo plazo de la empresa, logrando un beneficio tangible e intangible; se hace necesario un sistema de información que siga el marco de la arquitectura empresarial dando éxito y ajustándose a la estrategia de iniciativas de la empresa PT XYZ, (compañía de servicios financieros). Esta, usa frecuentemente las tecnologías de la información, ya que no cuenta con una estrategia de planificación del sistema, debe realizar una recopilación de datos mediante documentos de entrada y de salida (Kurniawan y Hiererra, 2016).

Obteniendo los datos se hace un análisis DOFA, al conseguir el resultado se genera la estrategia del sistema de información de la empresa y esto ayuda a la planificación estratégica, que debe estar unida la estrategia de negocio; para asegurar esto es necesario una buena planificación estratégica que permitirán alcanzar el objetivo de la organización.

1.3.3 Arquitecturas de Blockchain.

Arquitectura de plataforma basada en Blockchain para IoT industrial

En este documento, se identifica el problema de la interacción entre los componentes de la "industria 4.0", el cual se resuelve con conceptos como el internet de las cosas (IoT), esta interacción debe proporcionar confianza entre los participantes, también un control sobre la distribución de los recursos y productos terminados. Por esta necesidad se proponen posibles formas de integrar IoT y Blockchain, para ello, se desarrolla una arquitectura que combina una de

las plataformas para la organización de IoT, Smart - M3 y Blockchain. Una de las principales características de la arquitectura es el uso de contratos inteligentes para el procesamiento y almacenamiento de información relacionada con la interacción entre los componentes del espacio inteligente (Teslya y Ryabchikov, 2017).

Arquitectura avanzada de Blockchain para sistemas de e-salud

Con el crecimiento de la demanda de los gastos de salud, surge la necesidad de vincular servicios tecnológicos de salud en línea, recientemente las investigaciones han permitido compartir los registros de salud electrónicos, la representación flexible datos incluidos en los metadatos semánticos y servicios más eficientes para acceder a dichos datos de salud, por medio de redes, aplicaciones, servicios interoperables y servicios escalables.

La arquitectura tradicional de e-health se centra en las necesidades de usos clínicos, hospitalarios y de laboratorio, esto lleva a falencias en el recibimiento del resultado, el exceso de prescripciones y la recta facturación. Por esto, la investigación se enfoca en el mantenimiento de registros de e-health y la privacidad de los pacientes; para esto se propone una arquitectura avanzada de Blockchain de e-health que proporciona registros auditables de salud en línea, preserva la privacidad y seguridad del paciente, los investigadores médicos acceden a los bloques de e-health; los entes gubernamentales y los reguladores son notificados con informes de cumplimiento de la normatividad, actualizaciones de facturación, alertas de resultados de laboratorio y eventos de medicamento; lo anterior con fines de auditoría y conformidad. También, se intenta mejorar la eficiencia y la confiabilidad de la naturaleza de las cadenas de bloques. Al final, la forma de migrar los registros existentes de e-health a la nueva estructura avanzada de Blockchain sigue siendo un problema abierto que requiere investigación y desarrollo adicional (Liu. et a, 2017).

Una arquitectura eficiente para la gestión de la confianza en sistemas de sistemas basados en IoE

Con el IoT en los últimos años se puede evidenciar una revolución del internet, los objetos físicos se conectan entre ellos e interactúan con sus usuarios y otros dispositivos. En el 2013, Cisco Systems, introdujo una nueva tecnología derivada de IoT que tiene como propósito conectar personas, objetos inteligentes, datos y procesos en un solo ecosistema. El IoE es una arquitectura centrada en el servicio en el cual cada dispositivo solicita servicios de otros dispositivos y puede proponerlos para otros, aquí el usuario es considerado un proveedor de servicios.

Debido a que algunos proveedores de servicio IoT pueden ser deshonestos y maliciosos, viendo la necesidad de proteger los dispositivos, los sistemas de administración de confianza se redujeron, se propone una arquitectura de administración de confianza escalable para IoE que se base en Blockchain, ya que así, los dispositivos IoT difunden y reparten recomendaciones de confianza sobre dispositivos. Sus ventajas primordiales son la escalabilidad, confianza de datos, soporte de movilidad y optimización de recursos de dispositivos IoT. (Kouicem. et al, 2018).

Un análisis comparativo de las arquitecturas de Blockchain

Se define Blockchain como un libro compartido a prueba de falsificaciones, este ofrece transacciones seguras a través de una red disponible y resistente con varios participantes, aquí Directed Acyclic Graph (Grafo acíclico dirigido, DAG) tiene un mecanismo de validación optimizado, alta escalabilidad, procedencia eficiente, soporte para IoT y participación multiparidad, revolucionando la arquitectura de Blockchain; se da a conocer un paralelo de las arquitecturas de Blockchain basadas en DAG más populares, incluyendo Nxt, IOTA, Orumesh, DagCoin, Byteball, Nano y XDAG.

El paralelo se basa en estructuras de datos funcionales para el mantenimiento del libro mayor y su tamaño, algunos algoritmos de consenso, la validación de transacciones, la escalabilidad y la popularidad. Al extraer las mejores características de varias Blockchain basadas en DAG, se propone la mejor arquitectura de Blockchain del mundo (Pervez. et a, 2018).

La arquitectura de Blockchain cumple con la regulación general de protección de datos para la gestión de la información de identificación personal

El proceso de recolección de datos de terceros es cuestionado porque se ha visto afectado por la violación de privacidad, debido a las malas prácticas, robo de identidad, spam, phishing y ciber espionaje se explotan grandes cantidades de información personal (PII), esto es usado para analizar y predecir el mercado lo que hace difícil el rastreo y la autenticación de PII.

Blockchain realiza un seguimiento eficaz de intercambio, almacenamiento y distribución de PII y ante el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la UE exige “derecho a olvidar” y “debería ser borrable”. Por esto, es propicia una arquitectura de Blockchain fuera de cadena que utilice la base de datos local y los libros de contabilidad distribuidos para preservar un ciclo de vida de PII confiable.

La arquitectura Blockchain prevaleciente se modificó debido a los factores claves de GDPR, creando un prototipo para validar la arquitectura propuesta utilizando multichain 2.0. Esta puede almacenar la ubicación física e independiente de PII. De este modo, con la propuesta de usuario de arquitectura se incluye la privacidad y rigidez de Blockchain junto a la regulación de privacidad de GDPR. La validación se realiza comparando el sistema propuesto con la metodología existente a partir de los aspectos técnicos y se recomiendan futuros ámbitos de investigación (Al-Zaben. et al, 2018).

Arquitectura del cliente en la nube para Blockchain

Aquí se define Blockchain, como un libro mayor compartido y distribuido en una red de negocios. Plantean componentes básicos de Blockchain como una serie de nodos conectados entre todos que no depende de uno central para comunicarse, sino que son autónomos y tienen una copia local del libro mayor. Para establecer un consenso entre los nodos se usan diferentes algoritmos. Cada nodo puede representar diferentes organizaciones en la red y las transiciones o información añadida no puede ser cambiada esto corresponde al principio de inmutabilidad en Blockchain.

Se describe sobre las capacidades típicas de un nodo que participa en la arquitectura de Blockchain, expresando la arquitectura de referencia en tres redes: pública, nube y empresarial. Los servicios fundamentales de Blockchain gobernanza, seguridad, monitoreo e inteligencia y gestión de la red son expuestos. Hay una sección de contexto y opciones donde se describen algunos conceptos y componentes adicionales comunes en los entornos de Blockchain, estos pueden ser útiles para comprender las soluciones y las redes. Se muestra un flujo de tiempo de ejecución describiendo un escenario de cadena de suministro que utiliza la implementación de Blockchain en Hyperledger Fabric (OMG Cloud Working Group, 2011).

1.3.4 Construcción de metodologías

A continuación, se describen algunos casos de construcción de metodologías y aspectos a tener en cuenta para construir una metodología.

Metodología de la evaluación de variantes de construcción de edificios con el uso de sistemas expertos.

En este artículo, se plantean las necesidades de preparación y análisis que implica un proyecto de inversión en el negocio de la construcción. Para poder tomar decisiones hay que resolver varios problemas al momento de planificar, por ejemplo, varias ubicaciones posibles, diferentes soluciones funcionales, de construcción, materiales o tecnologías, etc. Normalmente, se preparan algunas variantes para el proyecto en específico y otros aspectos que pueden ser relevantes en la planificación son, la ubicación de un nuevo edificio, el curso de una carretera que se construirá o los problemas relacionados con la preservación de la naturaleza.

Todas estas variantes aumentan la complejidad en la toma de decisiones, requiriendo de una participación de expertos y especialistas; y la literatura ofrece muchos enfoques, métodos y formas de seleccionar las mejores opciones. La intención de este autor es organizar el proceso de toma de decisiones y simplificar el procedimiento aplicado, por este motivo propone un sistema basado en opiniones de expertos, desarrollado de manera organizada en todas las etapas, desde la selección de expertos y criterios de evaluación, hasta la selección de métodos empleados y la verificación de los resultados (Szafranko,2017).

Cinco pasos clave para establecer una metodología de gestión por proyectos.

En este enlace, plantean que cada vez que las organizaciones pequeñas y medianas van creciendo, van contando con proyectos de mayor envergadura o venden más proyectos con aplicaciones específicas que productos, creando la necesidad de profesionalizar su gestión de proyectos y así la implementación de una metodología, para solucionar los problemas actuales de la empresa y los nuevos proyectos.

También concretan cinco pasos para establecer una metodología, el primero es mapear, después hacer un benchmark, definir los procesos, documentar y finalmente re-evaluar y refinar; estos pasos son explicados de manera precisa. La metodología permite guiar al equipo de trabajo,

a partir de una colección de las mejores prácticas y procesos repetibles con piezas claves de información para ayudar al éxito del proyecto (Pérez, 2021).

Diseño de una metodología para la construcción de estudio de casos en situaciones de soporte logístico para la atención de desastres

Este artículo describe sobre la logística humanitaria para la atención de desastres y plantea que hay estudios de casos elaborados a criterios de los autores pero que no existe una metodología unificada en esta temática. Con el anterior propósito, se propone una metodología adecuada para la logística humanitaria que pueda ser aplicada, sirva como guía para las áreas a fines a la atención de desastres y sirva para la comunidad académica. Un propósito es facilitar la toma de decisiones con un soporte basado en la documentación de experiencias acontecidas y también poder crear mecanismos de prevención para eventos futuros.

Estos autores realizan una revisión en la literatura, identificando conceptos relacionados con catástrofes naturales, después realizan una revisión de teorías y documentos publicados por organizaciones reconocidas a nivel internacional, para así comparar las diferentes metodologías propuestas teóricamente con el análisis y la evaluación de metodologías encontradas para diseñar una metodología como herramienta que facilite y estandarice el desarrollo de los estudios de casos en situaciones de soporte logístico para la atención de desastres, suministrando información precisa, completa y ordenada (González, 2013).

1.3.5 Brechas existentes.

Blockchain es una tecnología que brinda confianza, escalabilidad y seguridad a las soluciones que la implementan. Actualmente, la demanda de esta tecnología se ha incrementado en los proyectos empresariales, facilitando el intercambio de información y evitando involucrar a terceros. Blockchain tiene la capacidad de ser aplicada a una gran variedad de áreas de trabajo, lo que implica diversas implementaciones de los componentes de la arquitectura de solución, a partir de los objetivos y proyectos de la empresa o de la misión y visión empresarial.

También, con el avance de la tecnología Blockchain todo el tiempo surgen nuevos componentes posibles para una arquitectura de solución y en el momento de tomar decisiones para elegir los más adecuados, no existen unos lineamientos de un proceso específicos en este caso, por lo que se dificulta establecer lo más conveniente a partir de las necesidades de una empresa o los objetivos de un proyecto.

En el caso de Namtrik Development como empresa de desarrollo de sistemas informáticos y la cual utiliza Blockchain como tendencia tecnológica para proponer soluciones innovadoras en sus proyectos, tiene la necesidad de contar con lineamientos de un proceso que permitan establecer los componentes de una arquitectura de solución basada en Blockchain necesarios, que sean acordes con los procesos y procedimientos de la empresa.

1.3.6 Aportes

- Acercamiento con la empresa Namtrik Development, reforzando la interacción estudiantil con el sector empresarial de la región y fortalecimiento de relaciones para futuras visitas, pasantías o trabajos de grado en modalidad de práctica profesional.
- Fortalecimiento y aplicación de las competencias adquiridas y las capacidades desarrolladas durante el proceso de formación del estudiante, para proporcionar soluciones de carácter ingenieril en el sector empresarial.
- Aportar una solución de innovación tecnológica, que permita a la empresa Namtrik Development determinar los componentes adecuados para la construcción de arquitecturas de soluciones basadas en Blockchain para aplicar en sus proyectos.
- Creación de una base de conocimiento alrededor de la construcción de arquitecturas de soluciones basadas en Blockchain, que contribuyan en la transformación digital de las empresas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Construir unos lineamientos de un procedimiento para la selección de componentes que brinden soporte en la construcción de una arquitectura de soluciones empresariales basadas en Blockchain ofertadas por Namtrik Development.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar los procedimientos y actividades necesarios para explorar y seleccionar cada uno de los componentes de una arquitectura de soluciones basada en Blockchain.
- Elaborar los instrumentos necesarios para la implementación de los lineamientos de un procedimiento propuesto. Estos instrumentos pueden ser mapas de procesos, mapas conceptuales, listas de chequeo u otras herramientas útiles para la toma de decisiones.
- Desarrollar un caso de estudio con un proyecto basado en Blockchain en Namtrik Development.
- Construcción de un documento con la sistematización de la experiencia, que permita la recomendación de buenas prácticas para la selección de componentes en la construcción de arquitecturas de solución basadas en Blockchain, sin perjuicio de los derechos intelectuales protegidos por el convenio celebrado entre la universidad y la empresa Namtrik Development.

1.5 Metodología en la investigación

Para el desarrollo del presente trabajo de grado en modalidad de práctica profesional es necesario establecer un diseño metodológico como base para planificar todas las actividades que demanda el proyecto. La metodología de trabajo escogida es el “Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería” (Serrano, 2004), el cual está basado en dos componentes:

● ***Modelo de Investigación Documental****:*

Este modelo proporciona un soporte metodológico y tiene como propósito obtener una base inicial del conocimiento que permite el desarrollo del proyecto, realizando una síntesis de información.

● ***Modelo para la Construcción de Soluciones****:*

Este modelo tiene como propósito desarrollar criterios para la obtención de resultados, proponiendo soluciones adecuadas a la necesidad del proyecto, incrementando el área del conocimiento y brindando la posibilidad de realizar trabajos futuros.

Actividades

Para lograr el cumplimiento de cada uno de los objetivos del trabajo de grado, es necesario realizar las actividades descritas a continuación:

● ***Fase de Preparación*****:**

En esta fase se procederá a una búsqueda de información para recopilar una base conceptual, realizando un estudio de la temática a trabajar, para identificar los conceptos básicos con los que se va a trabajar el proyecto. Las actividades de esta fase son:

- **Actividad 1**: Recopilación de información sobre la aplicación de Blockchain en empresas.
- **Actividad 2**: Recopilación de información sobre arquitecturas de sistemas informáticos.
- **Actividad 3:** Recopilación de información sobre arquitecturas de Blockchain.
- **Actividad 4:** Recopilación de información sobre metodologías de selección de componentes.

● ***Fase de Requerimientos****:*

Después de obtener la información base del proyecto, se procede a analizar esos datos y se identificarán factores y características importantes, las actividades de esta fase son:

- **Actividad 5:** establecimiento de los requerimientos del proyecto, con base a las necesidades y los objetivos de la empresa.
- **Actividad 6**: Definición de una guía o norma de componentes de arquitecturas de soluciones de software.
- **Actividad 7:** Definición de los criterios necesarios para la selección de los componentes de la arquitectura de soluciones basada en Blockchain.

● ***Fase de Diseño e Implementación:***

En esta fase se establece el diseño y la implementación de los lineamientos de un procedimiento para la selección de los componentes y se implementará, las actividades de esta fase son:

- **Actividad 8:** establecimiento del diseño de los lineamientos de un procedimiento de selección de componentes.

- **Actividad 9**: especificación de lineamientos de un procedimiento de selección de componentes.
- **Actividad 10:** Ejecución de la implementación de los lineamientos de un procedimiento.

- ***Fase de Análisis de resultados****:*

Después de realizar y ejecutar la metodología, en esta fase se analizarán los resultados obtenidos en su implementación, las actividades de esta fase son:

- **Actividad 11:** análisis de resultados obtenidos al aplicar los lineamientos a un proyecto basado en Blockchain de Namtrik Development.

- ***Fase de documentación****:*

En esta fase se realiza toda la documentación de los procesos del proyecto y los resultados obtenidos.

- **Actividad 12:** realización de la monografía del proyecto.
- **Actividad 13:** realización del documento final de los lineamientos realizados.
- **Actividad 14:** preparación para la sustentación del proyecto.

Capítulo 2

EJECUCIÓN, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE LINEAMIENTOS

En el presente capítulo se explica el desarrollo del proyecto y la construcción de la arquitectura, los aspectos puntuales que se desarrollaran en este capítulo son:

- Normalización del procedimiento.
- Aplicación de la norma 42010 y descripción de la arquitectura.
- Diseño de los lineamientos de selección de componentes

2. EJECUCIÓN, DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE LINEAMIENTOS

2.1 Normalización del procedimiento

En el momento de construir una arquitectura basada en Blockchain y definir los lineamientos de aplicación de la misma es indispensable precisar los criterios o normas que se tienen en cuenta para desarrollar dicho proceso; en el desarrollo y búsqueda de una base normativa no se encuentra un estándar definido para arquitecturas de soluciones Blockchain. El campo de Blockchain o libro mayor distribuido está creciendo rápidamente. La falta de consenso sobre las definiciones, la implementación, la gestión y los atributos centrales está impulsando la necesidad de estandarización (Lima, 2018).

Pero, incluso reconociendo la importancia de Blockchain para impulsar un nuevo nivel de descentralización de TI (tecnologías de la información) y la introducción de nuevos servicios y aplicaciones, todavía faltan estándares para la adopción global de Blockchain en masa. Por lo tanto, los estándares y la interoperabilidad se están convirtiendo en temas importantes que deben abordarse para que el ecosistema de la industria DLT sobreviva. En este sentido, varias organizaciones impulsadas por la industria y organizaciones de desarrollo de estándares (SDO) están trabajando actualmente para abordar la necesidad de estándares DLT / Blockchain de alcance global. Requiere que los nuevos estándares sean flexibles para evitar sofocar la innovación y, al mismo tiempo, adaptables, ya que la innovación DLT / Blockchain es un objetivo en movimiento, con nuevas tecnologías que se introducen casi a diario (Lima, 2018).

Por lo tanto, para acelerar el desarrollo de estándares de Blockchain, se necesitan algunos avances fundamentales. Primero, Blockchain, como tecnología habilitadora, debe ser desmitificada y disociada de la criptomoneda. Es necesario abordar esta desmitificación, junto con la educación continua sobre qué es Blockchain y las diferencias entre las soluciones públicas (sin permiso) y privadas (con permiso). El siguiente paso es diseñar un marco genérico, puntos de vista de la arquitectura y modelos de referencia para mapear, clasificar y crear la ontología necesaria para definir dónde deben desarrollarse primero los estándares (Lima, 2018).

Los estándares de Blockchain comenzaron a surgir a finales de 2017. Actualmente, varias organizaciones han intensificado sus esfuerzos para derivar un conjunto de estándares para la industria DLT / Blockchain para 2019. Sin embargo, los principales desafíos hoy en día son comprender qué es Blockchain, cómo funciona y cómo impacta a las empresas y los gobiernos al crear terminologías genéricas iniciales e identificar los problemas críticos que deben abordarse. Por lo tanto, se recomienda un enfoque de desarrollo de arriba hacia abajo, donde los marcos genéricos pueden crear una vista panorámica de 360 grados de lo que debe abordarse. Se recomienda un alcance amplio y genérico durante esta primera fase del desarrollo de estándares. También es esencial que los grupos de interés, foros y asociaciones, junto con expertos en la materia, trabajen para crear una masa crítica y proporcionar fuertes contribuciones y participación en un proceso de desarrollo colaborativo. Hacerlo requiere una gran cantidad de comunicación e interacción porque no todos los involucrados en este desarrollo conocen la tecnología (Lima, 2018).

Para poder realizar esta estandarización y conocer la arquitectura basada en Blockchain se tendrá presente la norma 42010 que permitirá abordar la creación, el análisis y el mantenimiento de arquitectura de sistemas mediante el uso de descripciones de arquitectura.

2.2 Aplicación de la norma y descripción de la arquitectura

La construcción de la arquitectura toma como base la norma 42010, en este sentido, se describirá paso a paso cada ítem establecido en la norma con el fin de determinar la información para el desarrollo de la solución requerida.

2.2.1 Información de la descripción de arquitectura

La empresa Namtrik Development tiene como propósito la implementación y aplicación de la tecnología Blockchain en sus proyectos empresariales, frente a esto surge la necesidad de identificar los componentes de una arquitectura de solución; esta base para la selección de componentes será esta descripción de arquitectura basada en la Norma IEEE 42010, esto, se da porque actualmente la tecnología Blockchain no cuenta con la normatividad suficiente para ello.

Es importante resaltar que, la fecha de emisión se da a partir de junio de 2020 y el estado actual está en desarrollo, el autor es Juan Pablo Murillo Alvarez con el apoyo del Ingeniero Ricardo Antonio Zambrano; el revisor del proceso es Cristhiam Gabriel Fernández Ruales, la autorización final la dará la empresa Namtrik Development; su Departamento de desarrollo y tecnológico es la organización emisora.

Finalmente, la descripción de arquitectura pretende plasmar la información necesaria para aplicar la tecnología Blockchain en la solución empresarial de Namtrik, este también es su contexto con la aplicación en diferentes áreas de trabajo que será documentado y referenciado con el formato IEEE.

2.2.2 Identificación de los interesados del sistema y sus preocupaciones

El paso a seguir y los datos que se usarán están apoyados en los datos arrojados por la Norma, en el marco de Arquitectura DLT/ Blockchain IoT y el articulo Cloud Customer Architecture for Blockchain que asegura sobre los interesados:

Los interesados son las partes de una cadena de bloques que crean y distribuyen aplicaciones de cadena de bloques y realizan operaciones utilizando la cadena de bloques. Estos actores son consistentes con los actores y roles de la computación en nube de ISO / IEC ISO / IEC 17788. Los usuarios pueden incluir lo siguiente:

Desarrolladores - Los desarrolladores de Blockchain crean aplicaciones para usuarios finales (lado del cliente) y desarrollan contratos inteligentes (lado del servidor) que interactúan con Blockchain y son utilizados por los usuarios de Blockchain para iniciar transacciones. También escriben código para permitir que Blockchain interactúe con aplicaciones heredadas.

Administradores - Los administradores de Blockchain realizan actividades administrativas relacionadas con la red y la aplicación de Blockchain, como el despliegue y la configuración de la red o aplicación de Blockchain.

Operadores - Los operadores de Blockchain son responsables de definir, crear, administrar y monitorear la red y la aplicación de Blockchain.

Auditores - Los auditores de Blockchain son parte de la red empresarial y son responsables de revisar las transacciones de Blockchain o las listas de control de acceso y validar la integridad de esas transacciones desde una perspectiva comercial, legal, de auditoría y de cumplimiento.

Usuarios comerciales - Los usuarios comerciales operan en una red comercial e interactúan con la cadena de bloques mediante una aplicación. A menudo ocurre que los usuarios comerciales no conocen la cadena de bloques. China Scholarship Council (C.S.C., 2017).

Para establecer y definir los interesados en el trabajo realizado, en consenso con el director del trabajo y la empresa Namtrik Development se han escogido un grupo de interesados del sistema basados en los datos arrojados sobre estos; en la Norma 42010, en los propuestos por el modelo de Arquitectura Blockchain IoT y el artículo Cloud Customer Architecture for Blockchain quedando como se propone en la siguiente tabla:

Tabla 1.
Compendio de interesados consultados y los propuestos en el trabajo.

Norma 42010	***Arquitectura base IoT***	***Artículo sobre Blockchain***	***Usuarios práctica.***
Usuarios del sistema.	Usuario finales.	Usuarios de negocios.	Usuarios finales
Desarrolladores del sistema.	Desarrollador.	Desarrolladores.	Desarrolladores
Adquirentes del sistema.	Regulador.	Auditores	Regulador o auditor
Propietarios del sistema.	Propietario del negocio.		Propietario del sistema
Constructores del sistema.	Minero.		
Mantenedores del sistema.	Inversionista.		
Operadores del sistema.	Administrador/operador.	Administradores	Operadores
		Operadores	Administradores

Proveedores del sistema.	Proveedor.

(Fuente propia, 2020)

Usuarios del sistema, usuarios finales: Son los que a partir de las diferentes necesidades interactúan con la red a través de una aplicación, no tienen ninguna relación interna con la red, ni su funcionamiento.

Desarrolladores: Cumplen la función de crear el código fuente que la red usa para relacionarse con otras aplicaciones y también crean las aplicaciones necesarias para la interacción con los usuarios finales.

Regulador o auditor: es el encargado de validar el funcionamiento de la red, teniendo en cuenta aspectos legales, operativos y de auditoría, es también el encargado de hacer el seguimiento a las transacciones realizadas, el control de acceso o los informes de la red.

Propietario del sistema: Es el encargado de las relaciones con el usuario final y se encarga también de hacer todo el levantamiento de requisitos para la solución Blockchain, también se ocupa del diálogo entre los proveedores, los desarrolladores y usuarios de la red.

Operadores: Son los encargados de manejar, definir, monitorear el funcionamiento de la red.

Administradores: Es el encargado de la configuración de la red y de tomar decisiones que impliquen la administración de la red, como el despliegue de aplicaciones.

Otros: son usuarios que a partir de los requisitos específicos del proyecto son involucrados en la solución.

Identificación de las preocupaciones.

Basado en la investigación que se ha realizado, en las diferentes preocupaciones que pone como ejemplo la Norma Internacional 42010 mencionadas anteriormente y en común acuerdo con el director y los asesores del trabajo se ha decidido a la hora de definir las preocupaciones referenciar la norma ISO 25010; los asesores han manifestado su interés de manejo y aplicación en los procesos y proyectos de la empresa fundados en el grupo de normas 25000.

La Norma ISO 25010 pertenece a la familia de Normas ISO/IEC 25000 que tienen como objetivo principal crear un marco común para evaluar la calidad de producto software; la Norma 25010, presenta los estándares y modelos de calidad sobre la cual se establecerá la arquitectura de sistema y su misma evaluación; este modelo de calidad, presentado por la Norma, es el que se utilizará para identificar las preocupaciones a mencionar:

- Completitud funcional: Grado en el cual el conjunto de funcionalidades cubre todas las tareas y los objetivos del usuario especificados.

- Corrección funcional: Capacidad del producto o sistema para proveer resultados correctos con el nivel de precisión requerido.

- Pertinencia funcional: Capacidad del producto software para proporcionar un conjunto apropiado de funciones para tareas y objetivos de usuario especificados.

- Comportamiento temporal: Los tiempos de respuesta y procesamiento y los ratios de throughput de un sistema cuando lleva a cabo sus funciones bajo condiciones determinadas en relación con un banco de pruebas (benchmark) establecido.

- Utilización de recursos: Las cantidades y tipos de recursos utilizados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones determinadas.

- Capacidad: Grado en que los límites máximos de un parámetro de un producto o sistema software cumplen con los requisitos.

- Coexistencia: Capacidad del producto para coexistir con otro software independiente, en un entorno común, compartiendo recursos comunes sin detrimento.

- Interoperabilidad: Capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.

- Capacidad para reconocer su adecuación: Capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.

- Capacidad de aprendizaje: Capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación.

- Capacidad para ser usado: Capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.

- Protección contra errores de usuario: Capacidad del sistema para proteger a los usuarios de errores.

- Estética de la interfaz de usuario: Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.

- Madurez: Capacidad del sistema para satisfacer las necesidades de fiabilidad en condiciones normales.

- Disponibilidad: Capacidad del sistema o componente de estar operativo y accesible para su uso cuando se requiere.

- Tolerancia a fallos: Capacidad del sistema o componente para operar según lo previsto en presencia de fallos hardware o software.

- Capacidad de recuperación: Capacidad del producto software para recuperar los datos directamente afectados y restablecer el estado deseado del sistema en caso de interrupción o fallo.

- Accesibilidad: Capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.

- Confidencialidad: Capacidad de protección contra el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente.

- Integridad: Capacidad del sistema o componente para prevenir accesos o modificaciones no autorizados a datos o programas de ordenador.

- No repudio: Capacidad de demostrar las acciones o eventos que han tenido lugar, de manera que dichas acciones o eventos no puedan ser repudiados posteriormente.

- Responsabilidad: Capacidad de rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad.

- Autenticidad: Capacidad de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso.

- Modularidad: Capacidad de un sistema o programa de ordenador (compuesto de componentes discretos) que permite que un cambio en un componente tenga un impacto mínimo en los demás.

- Reusabilidad: Capacidad de un activo que permite que sea utilizado en más de un sistema software o en la construcción de otros activos.

- Analizabilidad: Facilidad con la que se puede evaluar el impacto de un determinado cambio sobre el resto del software, diagnosticar las deficiencias o causas de fallos en el software, o identificar las partes a modificar.

- Capacidad para ser modificado: Capacidad del producto que permite que sea modificado de forma efectiva y eficiente sin introducir defectos o degradar el desempeño.

- Capacidad para ser probado: Facilidad con la que se pueden establecer criterios de prueba para un sistema o componente y con la que se pueden llevar a cabo las pruebas para determinar si se cumplen dichos criterios.

- Adaptabilidad: Capacidad del producto que le permite ser adaptado de forma efectiva y eficiente a diferentes entornos determinados de hardware, software, operacionales o de uso.

- Capacidad para ser instalado: Facilidad con la que el producto se puede instalar y/o desinstalar de forma exitosa en un determinado entorno.

- Capacidad para ser reemplazado: Capacidad del producto para ser utilizado en lugar de otro producto software determinado con el mismo propósito y en el mismo entorno.

2.2.3 Definición de puntos de vista de la arquitectura utilizados

- **Adecuación funcional:**

Representa la capacidad del producto software para proporcionar funciones que satisfacen las necesidades declaradas e implícitas, cuando el producto se usa en las condiciones especificadas. (ISO y IEC, 2011), este punto de vista tiene como interesados a los usuarios finales, propietarios del sistema, desarrolladores y administradores; las preocupaciones que establecen son sobre la completitud funcional**:** que se interroga si el conjunto de funcionalidades cubre todas las tareas y los objetivos que el usuario específica, también se encuentra la preocupación sobre la corrección funcional, que pretende buscar si el producto cuenta con la capacidad de proveer resultados correctos con el nivel de precisión requerido; por otra parte la preocupación sobre la pertinencia funcional: que busca si el producto software tiene la capacidad para proporcionar un conjunto apropiado de funciones para tareas y objetivos de usuario especificados.

- **Eficiencia de desempeño:**

Desde el punto de vista de la eficiencia de desempeño relativo a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones (ISO y IEC, 2011); los principales interesados desde este punto de vista son los desarrolladores, administradores, propietarios del sistema y regulador; las siguientes preocupaciones que aborda se preocupan sobre el comportamiento temporal, esta se interroga sobre los tiempos de respuesta y procesamiento y los ratios de throughput de un sistema cuando lleva a cabo sus funciones bajo condiciones determinadas en relación con un banco de pruebas (benchmark) establecido. Otra cuestión abordada es sobre la utilización de recursos, examinando las cantidades y tipos de recursos utilizados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones determinadas y por último se plantea la capacidad en la que el interrogante principal es mirar el grado en que los límites máximos de un parámetro de un producto o sistema software cumplen con los requisitos.

- **Compatibilidad**:

Comprende la capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y/o llevar a cabo sus funciones requeridas cuando comparten el mismo entorno hardware o software (ISO y IEC, 2011); los usuarios interesados desde este punto de vista son desarrolladores, propietarios del sistema y administradores y aborda dos preocupaciones sobre la coexistencia, preguntándose si el producto tiene capacidad para coexistir con otro software independiente, en un entorno común, compartiendo recursos comunes sin detrimento y también sobre la interoperabilidad cuestionando sobre la Capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.

- **Usabilidad:**

Desde otro punto de vista está la capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones (ISO y IEC, 2011). Los interesados desde este punto son los usuarios finales, desarrolladores, operadores y propietarios de sistema quienes han presentado algunas de las preocupaciones, tales

como la capacidad para reconocer su adecuación que se preocupa por la capacidad del producto si este, permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades; por otro lado sobre la capacidad de aprendizaje que interroga si el producto permite al usuario aprender su aplicación; también sobre la capacidad para ser usado, es decir interrogarse si el producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad; sobre la protección contra errores de usuario se debe preguntar si tiene la capacidad para proteger a los usuarios de hacer errores; por otro lado mira la estética de la interfaz de usuario, evaluando la capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario y en por último en este punto se pregunta sobre la accesibilidad, interrogando si el producto permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.

- **Fiabilidad:**

Es la capacidad de un sistema o componente para desempeñar las funciones especificadas, cuando se usa bajo unas condiciones y periodo de tiempo determinados (ISO y IEC, 2011); en este punto son interesados los operadores, administradores y los reguladores; sus preocupaciones se basan en la madurez que pregunta por la capacidad del sistema para satisfacer las necesidades de fiabilidad en condiciones normales; sobre la disponibilidad, que se preocupa por la capacidad del sistema o componente para estar operativo y accesible para su uso cuando se requiere; por otra parte la tolerancia a fallos que considera si el sistema tiene la capacidad o componente para operar según lo previsto en presencia de fallos hardware o software; sobre la capacidad de recuperación, se interroga si cuenta con la capacidad del producto software para recuperar los datos directamente afectados y restablecer el estado deseado del sistema en caso de interrupción o fallo.

- **Seguridad:**

Determina la capacidad de protección de la información y los datos de manera que personas o sistemas no autorizados no puedan leerlos o modificarlos (ISO y IEC, 2011); en este punto de vista los interesados son los usuarios finales, propietarios de sistema, administradores y reguladores, a estos interesados se le adjunta algunas preocupaciones como la confidencialidad que se pregunta sobre la capacidad de protección contra el acceso de datos e información no autorizados, ya sea accidental o deliberadamente; se preocupa por la integridad es decir, sobre la capacidad del sistema o componente para prevenir accesos o modificaciones no autorizados a datos o programas de ordenador; en otro aspecto es el no repudio, que estudia la capacidad de demostrar las acciones o eventos que han tenido lugar, de manera que dichas acciones o eventos no puedan ser repudiados posteriormente; otra de las preocupaciones son la responsabilidad que se interroga sobre si el sistema tiene la capacidad de rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad y también estudia la autenticidad es decir busca si se cuenta con la capacidad de demostrar la identidad de un sujeto o un recurso.

- **Mantenibilidad:**

Es la capacidad del producto software para ser modificado efectiva y eficientemente, debido a necesidades evolutivas, correctivas o perfectivas (ISO y IEC, 2011). Los interesados desde este punto de vista son los administradores, operadores, los propietarios del sistema y los desarrolladores; estos se interrogan sobre las siguientes preocupaciones, la modularidad

preguntándose sobre la capacidad de un sistema o programa de ordenador (compuesto de componentes discretos) que permite que un cambio en un componente tenga un impacto mínimo en los demás, sobre la reusabilidad se preocupa si el sistema cuenta con la capacidad de un activo que permite que sea utilizado en más de un sistema software o en la construcción de otros activos; otro aspecto que es preocupante es la analizabilidad que lleva a interrogarse si existe una facilidad con la que se puede evaluar el impacto de un determinado cambio sobre el resto del software, diagnosticar las deficiencias o causas de fallos en el software, o identificar las partes a modificar; también evalúa la capacidad para ser modificado, es decir buscar su el producto tiene la capacidad para ser modificado de forma efectiva y eficiente sin introducir defectos o degradar el desempeño y en este punto de vista también se analiza la capacidad para ser probado, es decir si hay facilidad para establecer criterios de prueba para un sistema o componente y con la que se pueden llevar a cabo las pruebas para determinar si se cumplen dichos criterios.

- **Portabilidad:**

Capacidad del producto o componente de ser transferido de forma efectiva y eficiente de un entorno hardware, software, operacional o de utilización a otro (ISO y IEC, 2011), los interesados en este punto de vista son desarrolladores, propietarios del sistema, los operadores y administradores; la primera cuestión es la adaptabilidad, preguntando por la capacidad del producto para ser adaptado de forma efectiva y eficiente a diferentes entornos determinados de hardware, software, operacionales o de uso; se cuestiona sobre la capacidad para ser instalado es decir si muestra facilidad con la que el producto se puede instalar y/o desinstalar de forma exitosa en un determinado entorno; se preocupa si también tiene la capacidad para ser reemplazado, es decir si el producto para ser utilizado en lugar de otro producto software determinado con el mismo propósito y en el mismo entorno.

2.2.4 Vista de arquitectura y modelos de arquitectura

En este punto, para expresar la vista de arquitectura se hace necesario mirar el sistema de interés que corresponde a la tecnología Blockchain y la arquitectura de la empresa Namtrik, después de establecer la tecnología con sus diferentes capas se expondrá la arquitectura utilizada por la empresa, para así llegar a una articulación del sistema de interés.

Tecnología Blockchain

En el proceso de investigación sobre la tecnología se ha decidido trabajar con las capas de Blockchain que después de la búsqueda literaria se han descubierto las siguientes propuestas:

En un artículo titulado “Hacia libros contables distribuidos confiables, escalables y generalizados con Block Chains” (Towards Dependable, Scalable, and Pervasive Distributed Ledgers with Blockchains) de Kaiwen Zhang, Hans-Arno Jacobsen y un Grupo de Investigación de Sistemas de Middleware Escuela de Tecnología Superior de la Universidad de Toronto, Canadá y la Universidad técnica de Munich, Alemania; en el que se pretende presentar la tecnología Blockchain o mejor los libros de contabilidad distribuidos con lo cual se está impactando en un gran número de industrias y aplicaciones, se presentan las cadenas de bloques para mantener la confiabilidad y la inmutabilidad de la tecnología brindando transparencia, eficacia, confianza y seguridad, dentro de los elementos presentados por el artículo se proporciona la estructura general

de la plataforma Blockchain que descompone el libro mayor distribuido en seis capas: Aplicación, Modelado, Contrato, Sistema, Datos y Red (Zhang y Jacobsen, (s.f.)).

Un segundo artículo presentado por Hong-Ning Dai de la Facultad de Tecnología de la Información, Universidad de Ciencia y Tecnología de Macao, Macao, China, Zibin Zheng de la Escuela de Datos e Informática, Universidad Sun Yat-sen, Guangzhou, China y Yan Zhang del Centro Metropolitano Simula de Ingeniería Digital, Lysaker, Noruega; explica los beneficios de la tecnología respecto a IoT, se presenta un estudio en profundidad de Blockchain de las cosas (Blockchain of things, BCoT) y analiza los conocimientos de este nuevo paradigma. En particular, primero se expone brevemente IoT y se discute los desafíos de IoT. Luego, se da una descripción general de la tecnología. A continuación, se introduce la convergencia de Blockchain e IoT y se presenta la propuesta de arquitectura BCoT, respecto a las capas en el artículo se proponen cinco, capa de datos, red, consenso, incentivos y de servicio (Dai. et al, 2019).

En otro artículo se presenta el siguiente modelo de capas que incluye capa de aplicación, capa de servicios y componentes opcionales, capa de protocolo, capa de transporte y red y capa de infraestructura, este documento titulado "Tecnología Blockchain Explicada: Un Ecosistema Descentralizado" busca explicar de forma sencilla la tecnología y pone algunos ejemplos sobre la aplicabilidad de la misma en el avance de la internet actualmente.

Por otra parte,el artículo *Blockchain 2.0: ¿Qué les espera a los dos extremos: semiconductores (proveedores) e industriales (consumidores)?* expresa, como desde 2010 la tecnología Blockchain ha ido evolucionando pasando incluso a dar soluciones empresariales, así mismo, muestra el avance de la tecnología desde Blockchain 1.0 hasta 2.0 y expone el tema de las capas, para las cuales explica cinco fundamentales: Capa de aplicación, Libro digital de software y servicios, Capa de datos, Libro digital de plataforma y Plataforma e infraestructura de desarrollo (Batra. et al, 2019).

El artículo "*Estructura en capas de la arquitectura Blockchain*", expone de manera clara y adecuada diversas funciones y requisitos de cada capa, sustentando los beneficios de la tecnología; así mismo presentan cinco capas que incluyen: aplicación y presentación, Consenso, Capa de Red, (capa P2P) (capa de propagación), capa de datos y Capa de infraestructura y hardware (Acharya. et al, 2019).

Por último, un artículo del IEEE que busca exponer las cadenas de bloques, que son sistemas en capas donde la seguridad es un factor crítico para su éxito. El enfoque principal de este trabajo es sistematizar el conocimiento sobre temas de seguridad y privacidad de Blockchain. Con este fin, proponemos una arquitectura de referencia de seguridad basada en modelos que demuestran la jerarquía apilada de varias amenazas, así como la evaluación de riesgo-amenaza utilizando ISO / IEC 15408. El trabajo presenta un grupo de cuatro capas de la siguiente manera: capa de aplicación, capa de máquina de estado reclinado, capa de consenso y capa de red (Homoliak.et al, 2019).

Después de consultados este grupo de artículos, en consenso con el director de la tesis y la empresa se estableció el siguiente grupo de capas de la tecnología para aplicarlo en el trabajo de grado, reuniendo en ellas los aspectos principales de la tecnología Blockchain, las capas elegidas

son: Capa de aplicación, Capa de servicio, Capa de consenso, Capa de datos y Capa de red. En la tabla 2, se observa el compendio de la información de los artículos y el consenso final de las capas por trabajar:

Tabla 2.

Consenso de artículos y propuesta final de las capas.

Número. de capas	**Opción 1**	**Opción 2**	**Opción 3**	**Opción 4**	**Opción 5**	**Opción 6**	**Propuesta**
1	Capa de aplicación	Capa de datos	Capa de aplicación	Capa de aplicación	Capa de aplicación y presentación Capa de ejecución	Capa de aplicación	Capa de aplicación
2	Capa de modelado	Capa de red	Capa de servicios y componentes opcionales	Libro digital de software y servicios	Capa de consenso	Capa de máquina de estado replicado	Capa de servicio
3	Capa de contrato	Capa de consenso	Capa de protocolo	Capa de datos	Capa de red o propagación	Capa de consenso	Capa de consenso
4	Capa de sistema	Capa de incentivos	Capa de transporte y red	Libro digital de plataforma	Capa de datos	Capa de red (aquí también se manejan los datos)	Capa de datos
5	Capa de datos	Capa de servicio	Capa de infraestructura	Plataforma e infraestructura de desarrollo	Capa de infraestructura y hardware		Capa de red
6	Capa de red						

(Fuente propia,2020)

2.2.5 Descripción de las capas de Blockchain

Capa de aplicación

En esta capa, se realizan el planteamiento de las soluciones Blockchain, teniendo en cuenta los requerimientos de los interesados y según el proyecto a desarrollar, también se estudia la viabilidad de aplicar la tecnología en el proyecto, donde se debe realizar una búsqueda de casos de "éxito" y "fracaso" y tener en cuenta los posibles retos que los desarrolladores deban afrontar; así mismo, tiene como función establecer la interacción entre el sistema y el usuario que se efectuará a través del desarrollo modelado del proyecto expresado en flujos de trabajo. Además, esta capa está encargada del desarrollo de las dApps o la interfaz con el usuario, donde se necesita definir un lenguaje de programación apropiado, hacer pruebas previas al despliegue, establecer espacio de alojamiento para la aplicación o hosting y definir un navegador dApps, que es un navegador de escritorio con la infraestructura que permite acceder a las aplicaciones descentralizadas como, por ejemplo: MetaMask, Trust Browser y Ciper.

Capa de servicios

En esta capa se proporcionan los servicios a los usuarios, aquí se ejecutan las dApps, el gobierno sobre las funcionalidades de la red, se interpretan las transacciones, actualiza el estado de la Blockchain y se garantiza la interoperabilidad de los sistemas. Para desarrollar esta capa es necesario definir un lenguaje de contrato, debe ser seguro y estar extenso de posibles debilidades para evitar ataques. De este modo, esta capa se encarga de generar los contratos inteligentes que representan un código de programación y las invocaciones de este código; estos contratos se prueban y validan previamente a la implementación y deben ser verificables, fiables y seguros. Además, se puede implementar funciones opcionales dependiendo de los requerimientos del proyecto, como, por ejemplo: oráculos, firmas digitales, recursos digitales, billeteras, identificación digital, entre otros.

Capa de consenso

En una red Blockchain es primordial que los nodos tengan una estrategia para ponerse de acuerdo en la toma de decisiones, esta es la función de esta capa, establecer un mecanismo de consenso donde se validan y se ordenan los bloques para que los nodos lleguen a un mismo convenio sobre la información que entra a la red. En las ocasiones que sea necesario, los nodos también deben tener unas reglas para decidir quién puede o no unirse al sistema, estos requisitos de participación también se determinan en esta capa. Por otra parte, también, se define un protocolo de consenso, se precisan los subsistemas asociados para mantener la Blockchain y se garantiza la privacidad para admitir aplicaciones con información confidencial. En el proceso de selección del protocolo se asegura la confidencialidad, algunas opciones de algoritmos de consenso pueden ser: PoW, PoS, PBFT y DPOS.

Capa de datos

En la capa de datos se realiza la gestión de la información de la red, se definen los algoritmos criptográficos para poder cifrar los datos provenientes de la capa de aplicación y se

conforman los bloques de datos que posteriormente son validados y distribuidos a través de la red. Esta capa también define funciones hash, para el manejo de los datos y contiene el registro de las transacciones ingresadas en la aplicación Blockchain donde, se maneja una estructura de datos que es representada como una lista vinculada de bloques.

Capa de red

La tecnología Blockchain opera bajo una red que está compuesta por nodos conectados, a través de una red peer-to-peer, esta red consta de enlaces virtuales o físicos subyacentes de comunicación. La capa de red asegura la infraestructura para alojar y desarrollar la Blockchain, proporciona la virtualización necesaria como almacenamiento o servidores, asegura que los nodos logren descubrirse entre sí, permitiendo su comunicación, propagación y sincronización asegurando el estado válido de la red Blockchain. También, se encarga de las transacciones y la propagación del estado mundial de la red, presta servicios de direccionamiento, enrutamiento y nombramiento de los nodos. Finalmente, esta capa respalda la comunicación entre las Blockchain para permitir la interoperación y las interacciones entre aplicaciones.

Teniendo en cuenta la definición de cada una de las capas de Blockchain se han establecido las siguientes características y dividido en dos grupos: actividades y artefactos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.
Características de Blockchain

Capas	**Características**	
	Actividades	**Artefactos**
Aplicación	● Realizar la selección de requisitos. ● Viabilidad de la aplicación de la tecnología. ● Modelado del proyecto (flujos de trabajo). ● Selección del lenguaje de programación. ● Definir alojamiento o hosting de la dApp	● Aplicaciones descentralizadas (dApps) ● Navegador dApp
Servicios	● Definir lenguaje de contrato. ● Definir funciones opcionales.	● Código del contrato. ● Pruebas del contrato.

Consenso	● Precisar los subsistemas asociados a la red.	● Protocolo de consenso. ● Reglas de participación.
Datos	● Definir los algoritmos para el procesamiento de los datos.	● Algoritmos criptográficos. ● Funciones hash.
Red	● Definir enlaces virtuales o físicos. ● Gestionar los nodos de la red. (Servicios de direccionamiento, enrutamiento y nombramiento de los nodos).	● Nodos de la red. ● Virtualización como almacenamiento o servidores.

(Fuente propia,2020)

Presentación de la arquitectura de la empresa Namtrik Development

A continuación, se presenta la arquitectura de soluciones software monolíticas producidas por Namtrik Development. Es importante destacar que se realiza la presentación de la arquitectura existente con el fin de hacer un relacionamiento con las características previamente descritas.

La empresa define un conjunto de vistas arquitectónicas para presentar diferentes aspectos de las soluciones. De esta forma, se pretende capturar y transmitir las decisiones arquitectónicas importantes que se han tomado a la hora de diseñar los diferentes productos o servicios de la empresa. También, se presenta en este documento la arquitectura como una serie de vistas: vista de infraestructura TI, vista de componentes de back-end y vista de componentes de front-end (Fernández, 2020).

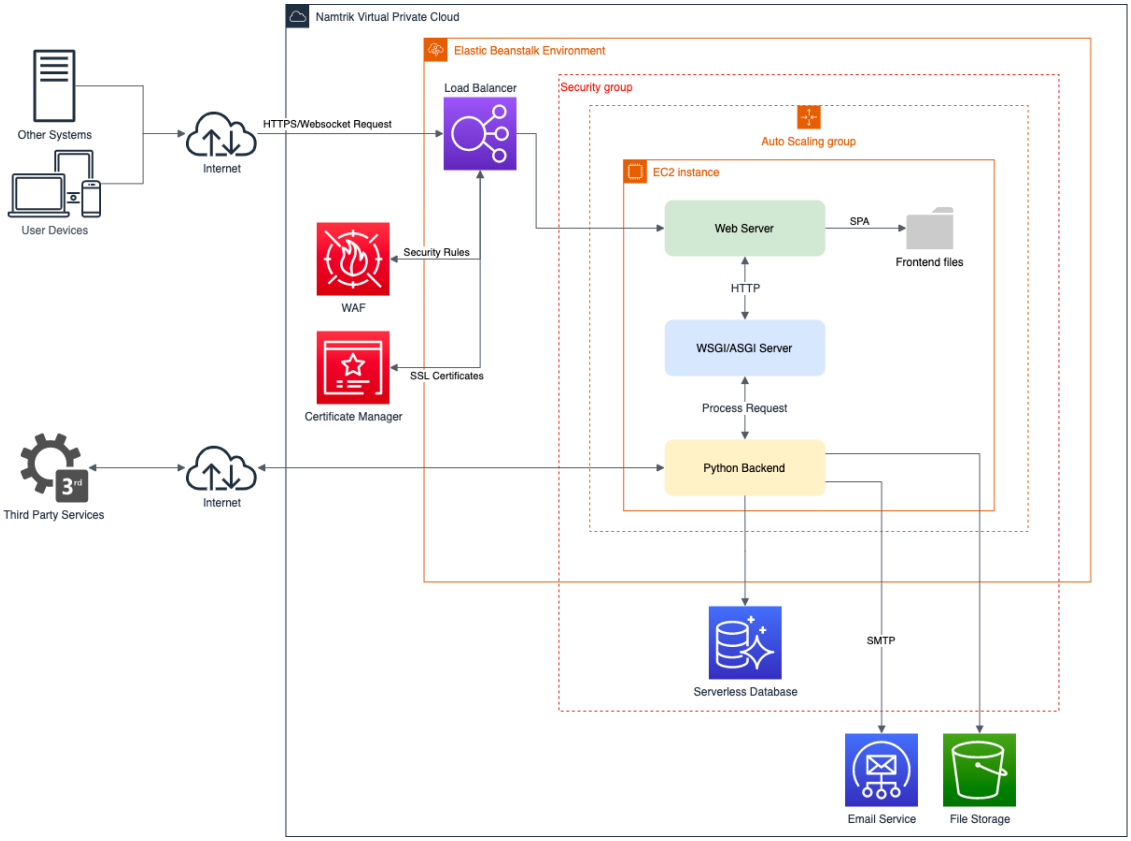
Infraestructura TI

La infraestructura de tecnología de la información (TI) se refiere a todos los elementos, hardware, software y de redes, necesarios para operar y gestionar una solución tecnológica en un entorno empresarial. En esta vista de la solución, se muestra cada uno de los componentes tecnológicos, y sus relaciones, necesarios para poner en servicio una solución desarrollada por Namtrik Development.

Namtrik Development hace parte de la red de socios de Amazon Web Services (AWS), por lo que las soluciones son desplegadas en sus servicios.

Figura 10.

Ilustración Diagrama de Infraestructura TI.



Adaptado de: (Fernández, 2020).

User Devices, Other Systems: Representan los diferentes tipos de clientes de las soluciones. Por un lado, computadores de escritorio o portátiles, celulares, tablets, dispositivos inteligentes consumen un front-end desarrollado en Javascript que se ejecuta directamente en el dispositivo y que se comunica con el backend a través de un API de tipo GraphQL o de un socket web usando el protocolo de transferencia de hipertexto seguro (Hypertext Transfer Protocol Secure, HTTPS).

Otros sistemas que requieran integrarse con la solución podrán hacerlo a través del API definido para ellos.

Namtrik Private Cloud: La solicitud viaja a través de internet hasta llegar a la nube virtual privada (VPC) de servicios de Namtrik Development alojada en AWS, la cual agrupa los componentes de infraestructura que soportan la solución.

Elastic Beanstalk Environment: Para dar soporte al escalamiento automático de la solución, se usan los entornos de Amazon Elastic Beanstalk, los cuales gestionan los principales recursos TI y los escalan según el volumen de usuarios o necesidades de funcionamiento.

Load Balancer: Balanceador de carga de aplicación que gestionará todas las instancias de servidores que se ejecutan en el entorno de Elastic Beanstalk en el proceso de escalamiento automático, éste redirecciona las solicitudes de los usuarios a un servidor con menos carga para garantizar un tiempo de respuesta bajo.

WAF: El balanceador de carga es configurado con un Web Application Firewall (WAF) para filtrar las solicitudes maliciosas que puedan comprometer la seguridad de la solución. En el diagrama se muestra el uso del servicio de Amazon WAF y las reglas gestionadas por AWS.

Certificate Manager: La infraestructura usa el servicio de Amazon Certificate Manager para la gestión de certificados digitales que se usarán para asegurar el cifrado del protocolo de transferencia de hipertexto (Hypertext Transfer Protocol, HTTP). Estos certificados son provisionados de forma automática.

Security Group: Los servidores se agrupan en un Security Group dentro del entorno de Elastic Beanstalk. Un grupo de seguridad cumple la función de Firewall filtrando las IPs y puertos permitidos para los servidores.

Auto Scaling Group: El grupo de escalamiento automático se encarga de gestionar el escalamiento horizontal de la solución aprovisionando o eliminando instancias de servidores en función del nivel de carga en la solución.

EC2 Instance: Instancia de un servidor de aplicación que ejecutará el código fuente del back-end. El tamaño de las instancias y el evento que dispara el escalamiento son definidos junto a la solución tomando en cuenta el número promedio de usuarios en un instante de tiempo, el tipo de operaciones que ejecuta el back-end y el nivel de servicio estimado.

Web Server: El servidor web es el encargado de recibir la solicitud del usuario y direccionarla al servicio requerido front-end o back-end. El servidor web usado es NGINX.

Front-end Files: El front-end está construido como una aplicación de página única (Single Page Application, SPA), usando un framework Javascript reactive (React JS, Vue JS o React Native en dispositivos móviles). Una SPA está compuesta por archivos estáticos que se descargan al dispositivo del usuario y se ejecutan en él.

WSGI/ASGI Server: Los servidores WSGI o ASGI se encargan de recibir las solicitudes que se dirigen al back-end y direccionarlas adecuadamente. Si la aplicación no requiere de funcionalidades asíncronas o web sockets use un servidor WSGI como Gunicorn, de lo contrario use un servidor ASGI como Daphne.

Python Back-end: El back-end está escrito en lenguaje Python y usando un framework web como Django. El código fuente del backend se encarga de ejecutar la consulta o procedimiento remoto. Solicitado por el usuario desde el front-end. El back-end define una interfaz de

programación de aplicaciones (application programming interface, API) Gateway de tipo GraphQL para recibir las solicitudes y responder usando JSON.

Serverless Database: Como medio de almacenamiento de información se usa una base de datos serverless (sin servidor) a través del servicio de Amazon Aurora de AWS. La base de datos serverless le permitirá a la solución escalar automáticamente en función a la carga y cantidad de operaciones en base de datos. La base de datos debe configurarse en el mismo grupo de seguridad que los servidores y no tener acceso público desde internet.

Email Service: El servicio de mensajería de correo electrónico se configura con el servicio de Amazon Simple Email Service (SES). Para mejorar la portabilidad a otros entornos, el servicio de mensajería de correo electrónico debe usar el protocolo SMTP.

File Storage: El almacenamiento de archivos debe hacerse fuera del entorno de Elastic Beanstalk y con acceso restringido. Bajo ninguna circunstancia se deben almacenar archivos directamente en base de datos. El servicio utilizado para este fin es Amazon Simple Storage Service (S3).

Third Party Services: Servicios de terceros con los que la solución se puede integrar (por ejemplo, centrales de riesgo, pasarelas de pago, etc.).

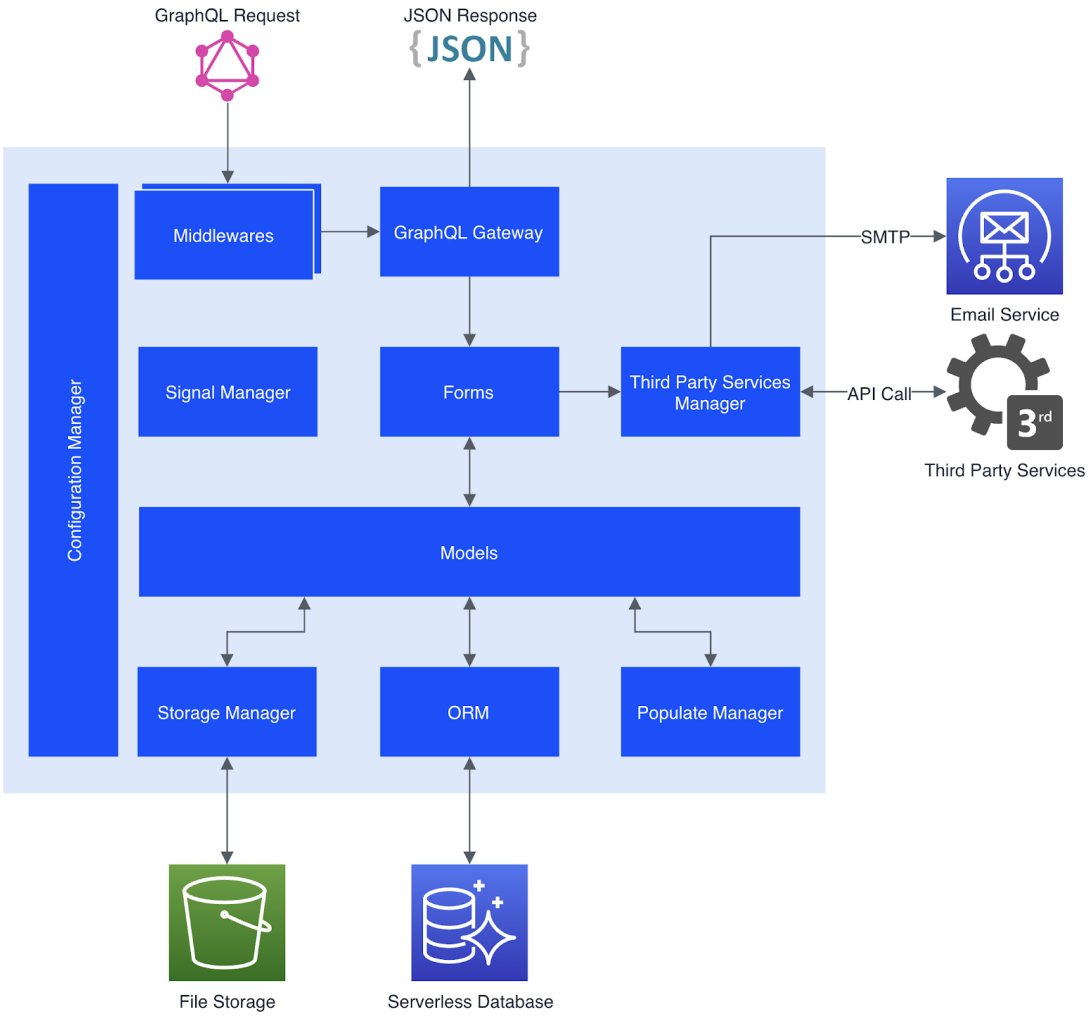
Arquitectura de Backend

Back-end, es la parte de una solución software web/móvil que se encarga de procesar la información enviada por los clientes, contiene toda la lógica de negocio de la solución.

Las soluciones producidas por Namtrik Development son desarrolladas en lenguaje Python usando el framework Django, este último les proporciona a las soluciones un nivel alto de seguridad y también soporte para sockets web para aquellas soluciones que lo requieran.

El back-end funciona como un API Gateway, recibiendo solicitudes de consulta y llamadas a procedimientos remotos en lenguaje GraphQL y retornando las respuestas en formato JSON.

Figura 11.
Ilustración Arquitectura back-end.



Adaptado de: (Fernández, 2020).

Middlewares: Las solicitudes de los usuarios son recibidas y procesadas por un conjunto de middlewares que se encargan de diferentes comprobaciones de seguridad, autenticación y autorización. Los middlewares son extensibles y se pueden agregar los que requieran las soluciones.

GraphQL Gateway: Toda solicitud válida es recibida por el Gateway de GraphQL que verifica la sintaxis y la solicitud con las solicitudes que corresponden con el esquema de consultas y llamados a procedimientos remotos definidos en la solución.

Forms: Los formularios representan las entidades encargadas de validar la información enviada por los usuarios y ejecutar los procesos de la lógica específica de la solución, en estos procesos se puede hacer uso de servicios de terceros.

Third Party Services Manager: El gestor de servicios de terceros gestiona la integración y comunicación con otros servicios que se usen en la solución; por ejemplo, servicio de mensajería de correo electrónico, servicios de validación de identidad, etc.

Models: Los modelos hacen referencia a los objetos del sistema que representan un registro en los medios de almacenamiento como base de datos.

Storage Manager: Gestiona el almacenamiento de archivos de los usuarios. El almacenamiento de archivos se debe manejar en un medio diferente a la base de datos y a los volúmenes de los servidores.

ORM: El Mapeador Objecto-Relacional es el encargado de gestionar las operaciones con las bases de datos; almacenar, consultar, editar o eliminar. El ORM facilita la simplifica la gestión de base de datos y permite la portabilidad a otros Sistemas Gestores de Bases de Datos si el proyecto tiene alguna restricción sobre este componente.

Populate Manager: Ayuda a gestionar la migración de información entre bases de datos.

Signals: Los signals reemplazan los procedimientos almacenados en la base de datos y convierten estas rutinas en lógica de negocio, eliminando la dependencia con determinados motores de bases de datos.

Configuration Manager: Gestor de la configuración de la solución, almacena y maneja las variables importantes para el funcionamiento de la solución; por ejemplo, conexiones de bases de datos, datos de conexión a servicios de terceros, etc.

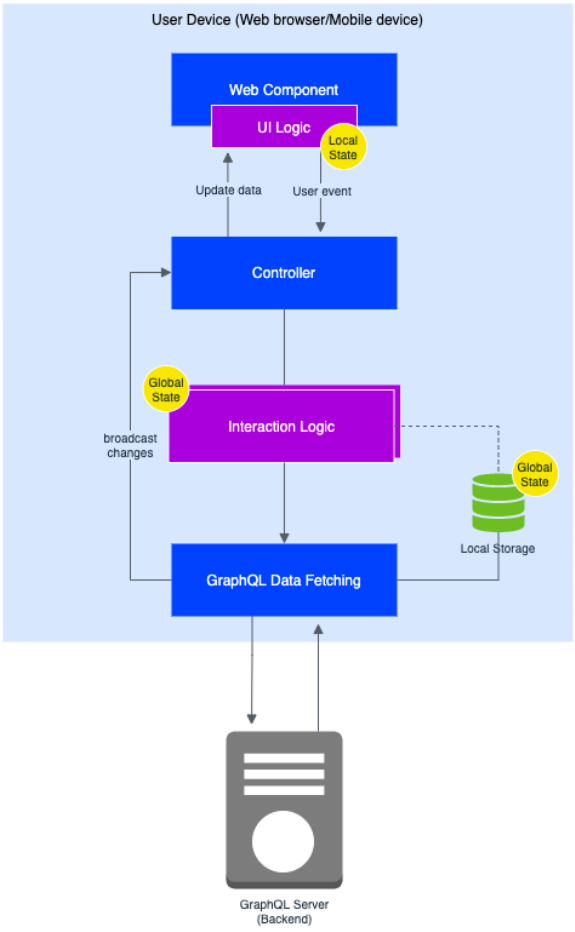
Arquitectura de Front-end

Front-end es la parte de una solución software web/móvil que se encarga de presentar la información al usuario a través de la interfaz gráfica de usuario.

La interfaz de usuario de la solución es definida en este documento como una aplicación almacenada y que se ejecuta desde el lado del cliente, mientras que las comunicaciones con el back-end se realizan a través del API GraphQL. El front-end debe definir también una arquitectura de software simplificada.

En la actualidad la tecnología de front-end permite crear con un mismo código fuente y usando la misma arquitectura aplicaciones que se ejecutan en los navegadores web de los dispositivos o de forma nativa en dispositivos móviles, la arquitectura de soluciones de Namtrik Development usa esta capacidad para potencializar y optimizar las tareas de programación.

Figura 12.
Arquitectura de aplicación front-end.



Adaptado de: (Fernández, 2020).

Web Component: Los componentes web se encargan de mostrar los datos en la interfaz gráfica de usuario y administrar los eventos de usuario (clics sobre botones, presión de teclas, etc.).

UI Logic: Los componentes web mantienen una lógica de interfaz de usuario que determina su comportamiento, estas condiciones determinan qué mostrar al usuario o cuándo se deben ejecutar determinados eventos de usuario sobre otros.

Local State: El estado local hace referencia a los datos que se mantienen en el componente y que le ayudan a ejecutar su tarea.

Controller: El controlador es el componente encargado de consumir los eventos ejecutados por el usuario en el componente y transmitirlo al modelo de datos local o remoto, también tiene la

responsabilidad de suscribir los componentes a los cambios en los datos y mantener la interfaz de usuario actualizada.

Interaction Logic: La lógica de la interacción representa todas las rutinas que se deben ejecutar como parte del proceso de los eventos lanzados por el usuario desde la interfaz gráfica; se puede hacer una analogía con la lógica de negocio del sistema back-end.

Global State: El estado global hace referencia a los datos que son compartidos por diferentes componentes al tiempo; por ejemplo, los permisos de usuario.

Local Storage: Almacenamiento local de datos, estos datos pueden ser usados para la sesión del usuario o como almacenamiento persistente de datos para el trabajo sin conexión. El almacenamiento local puede ser WebSQL, Session Storage o IndexedDB.

GraphQL Data Fetching: Tiene la responsabilidad de saber la localización de los servicios ofrecidos por el back-end, gestionar la comunicación de red hacia él, e informar del estado de las solicitudes.

Sistema de interés: Articulación arquitectura Namtrik y tecnología Blockchain

Tabla 4.
Articulación arquitectura Namtrik y tecnología Blockchain.

Capas Namtrik	*Capas Blockchain*	*Sistema de interés*
Arquitectura Frontend	**Capa de aplicación**	**Arquitectura Frontend Namtrik y Capa de Aplicación Blockchain.**
Arquitectura Backend	**Capa de servicio**	**Arquitectura backend Namtrik y capa de servicio, capa de consenso, capa de datos Blockchain.**
	Capa de consenso	
	Capa de datos	
Infraestructura TI	**Capa de red**	**Infraestructura TI Namtrik y capa de red Blockchain.**

(Fuente propia,2020)

A continuación, se plantean las vistas de arquitectura, expresando la arquitectura del sistema de interés de acuerdo a los puntos de vista. Teniendo en cuenta que la norma 25010 tiene como finalidad la evaluación de la calidad del producto, se toman las características técnicas del sistema de interés para definir las vistas de arquitectura. También, se han clasificado las preocupaciones de los interesados según las capas del sistema de interés, teniendo presente la percepción de manera directa o indirecta del usuario final al momento de usar el software según la definición de cada una de las preocupaciones, se clasifican entre la capa del frontend y el backend. Además, se han clasificado en la capa de infraestructura de TI, teniendo en cuenta la vinculación de las preocupaciones con los nodos de la red y basados en las definiciones de las mismas. Existen algunas preocupaciones que se pueden satisfacer en más de una capa de la arquitectura y se propone las siguientes clasificaciones:

BB Responsabilidad total del backend.
FF Responsabilidad total del frontend.
BF Responsabilidad compartida entre el backend y el frontend.
BT Responsabilidad compartida entre el backend y la infraestructura TI.

Tabla 5.
Clasificación de puntos de vista, preocupaciones y sus respectivas capas.

Punto de vista	***Preocupación***	***Capa del sistema de interés***
Adecuación funcional	Completitud funcional	BF
	Corrección funcional	BB
	Pertinencia funcional	BB
Eficiencia de desempeño	Comportamiento temporal	BT
	Utilización de recursos	BT
	Capacidad	BT
Compatibilidad	Coexistencia	BB

	Interoperabilidad	BT
Usabilidad	Inteligibilidad	FF
	Aprendizaje	FF
	Operabilidad	FF
	Protección frente a errores de usuario	BF
	Estética	FF
	Accesibilidad	FF
Fiabilidad	Madurez	BB
	Disponibilidad	BT
	Tolerancia a fallos	BF
	Capacidad de recuperación	BB
Seguridad	Confidencialidad	BF
	Integridad	BB
	No repudio	BB
	Autenticidad	BF

	Responsabilidad	BF
Mantenibilidad	Modularidad	BB
	Reusabilidad	BB
	Analizabilidad	BB
	Capacidad de ser modificado	BB
	Capacidad de ser probado	BB
Portabilidad	Adaptabilidad	BB
	Capacidad de ser instalado	FF
	Capacidad de ser reemplazado	BB

(Fuente propia,2020)

Después de haber clasificado las preocupaciones en las capas del sistema de interés, se procede a asignarlas al sistema de interés, según la característica del sistema de interés que satisfaga la preocupación y ubicadas en la capa correspondiente, como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 6.
Asignación de capas al sistema de interés.

Sistema de interés			**Puntos de Vistas**	**Preocupaciones**
Capas	**Artefactos Blockchain**	**Arquitectura Namtrik**		
Aplicación	Aplicaciones descentralizadas (dApps)	**Frontend**	Adecuación funcional	Completitud funcional
			Usabilidad	Inteligibilidad

				Aprendizaje
				Operabilidad
				Protección contra errores de usuario
				Estética
				Accesibilidad
			Seguridad	Confidencialidad
				Responsabilidad
				Autenticidad
			Portabilidad	Capacidad de ser instalado
	Navegador dApp		Portabilidad	Capacidad de ser instalado
Servicios	Código del contrato	**Bakcend**	Adecuación funcional	Pertinencia funcional
			Compatibilidad	Coexistencia
				Interoperabilidad
			Usabilidad	Protección contra errores de usuario
			Fiabilidad	Tolerancia a fallos
				Madurez
			Seguridad	Responsabilidad
			Portabilidad	Adaptabilidad
				Capacidad de ser reemplazado
			Mantenibilidad	Modularidad
				Capacidad de ser modificado
				Reusabilidad
	Pruebas del contrato.		Adecuación funcional	Completitud funcional
				Corrección funcional
			Eficiencia de desempeño	Comportamiento temporal
				Utilización de recursos
			Mantenibilidad	Analizabilidad

				Capacidad para ser probado
Consenso	Protocolo de consenso.		Eficiencia de desempeño	Comportamiento temporal
				Utilización de recursos
				Capacidad
			Fiabilidad	Madurez
				Capacidad de recuperación
				Disponibilidad
			Seguridad	No repudio
				Responsabilidad
				Autenticidad
	Reglas de participación.		Seguridad	Integridad
				Confidencialidad
Datos	Algoritmos criptográficos.		Seguridad	No repudio
				Responsabilidad
				Autenticidad
	Funciones hash.		Seguridad	Integridad
				No repudio
Red	Nodos de la red.	**Infraestructura TI**	Eficiencia de desempeño	Comportamiento temporal
				Capacidad
				Utilización de recursos
			Compatibilidad	Interoperabilidad
			Fiabilidad	Disponibilidad
				Tolerancia a fallos
	Virtualización como almacenamiento o servidores.		Eficiencia de desempeño	Utilización de recursos
			Compatibilidad	Interoperabilidad
			Fiabilidad	Disponibilidad

(Fuente propia, 2020)

Finalmente, las vistas de la arquitectura quedan expresadas con base a las capas del sistema de interés (Aplicación, Servicios, consenso, datos y red) conformando así la descripción de la arquitectura.

2.2.6 Descripción de arquitectura expresada con un ADL

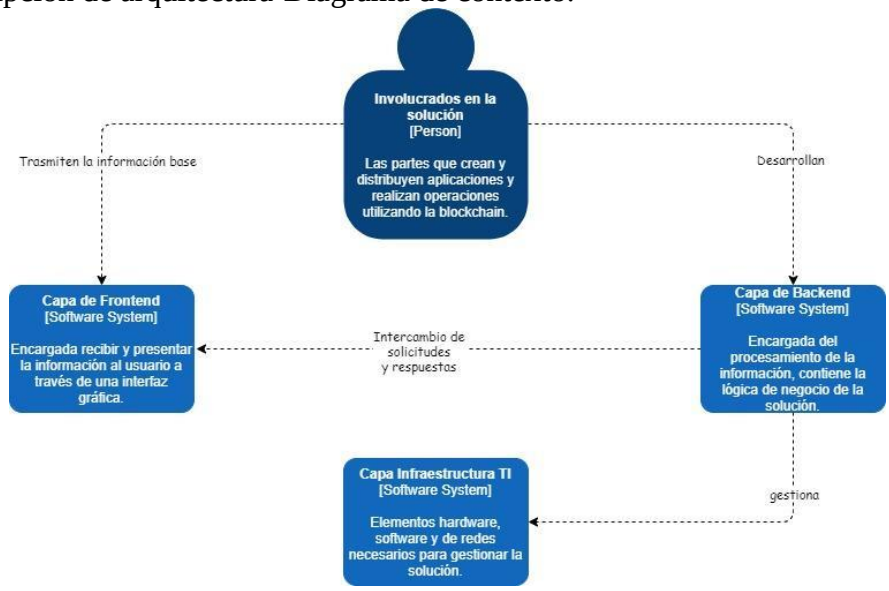
Para exponer la descripción de la arquitectura se ha determinado usar el modelo C4 como ADL debido a que es usado por la empresa. Este modelo permite visualizar la arquitectura de software en cuatro dimensiones: contexto, contenedores, componentes y código.

El modelo C4 fue creado entre 2006 y 2011 por el arquitecto de software Simón Brown basado en el lenguaje de modelado unificado (Unified Modelling Language, UML) y el modelo de vista arquitectónica 4+1 (Richards y Ford, 2020).

. Así, el modelo es una técnica notación gráfica usada para modelar arquitecturas de sistemas software y se creó como una forma de ayudar a los equipos de desarrollo a describir y comunicar la arquitectura de software, tanto durante las sesiones de diseño iniciales como al documentar retrospectivamente una base de código existente. Es una forma de crear mapas de su código, en varios niveles de detalle, de la misma manera que usaría algo como Google Maps para acercar y alejar un área que le interesa (Brown, (s.f.)).

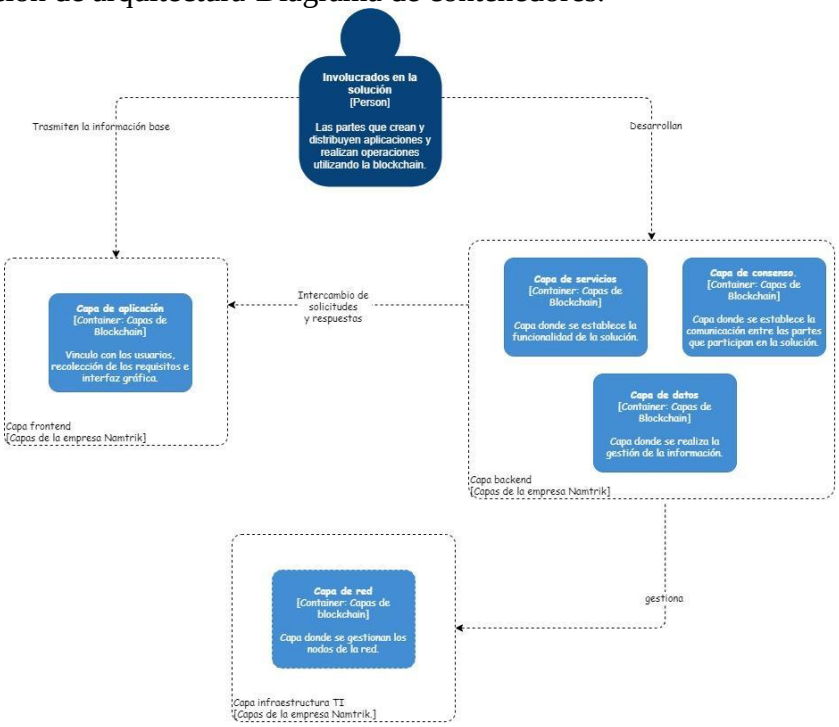
Para aplicar este modelo se utilizó driagrams.net que es una herramienta de código abierto y funciona como una aplicación de ventana acoplable auto hospedada o como una aplicación de diagramación privada independiente integrada en una gran variedad de plataformas, en este caso se usó en Google Drive

Figura 13.
Descripción de arquitectura-Diagrama de contexto.



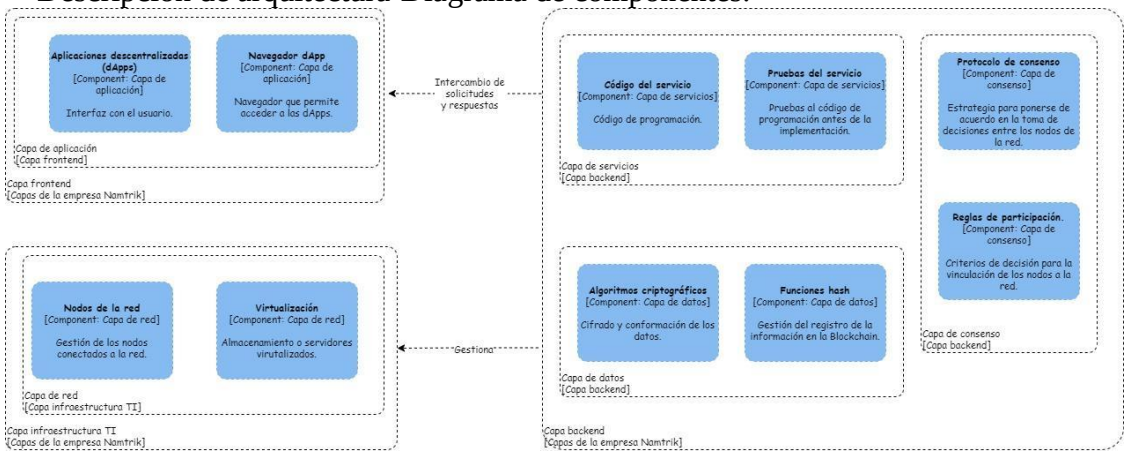
(Fuente Propia,2021)

Figura 14.
Descripción de arquitectura-Diagrama de contenedores.



(Fuente Propia,2021)

Figura 15.
Descripción de arquitectura-Diagrama de componentes.



(Fuente Propia,2021)

2.3 Diseño de los lineamientos de un procedimiento de selección de componentes.

Teniendo en cuenta la descripción de la arquitectura presentada anteriormente y las características de gestión de Blockchain; se establecen los siguientes lineamientos de un procedimiento de selección de componentes. Estos lineamientos tienen como objetivo proporcionar una guía que oriente a un procedimiento llevado a cabo para desarrollar un proyecto con Blockchain en la empresa Namtrik, garantizando la aplicación de la norma de calidad 25010 según los requerimientos del proyecto:

Tabla 7.
Base de lineamientos para la selección de componentes.

LINEAMIENTOS					
Sistema de interés				***Puntos de Vistas***	***Preocupaciones***
Capas	***Características Blockchain***		***Arquitectura Namtrik***		
	Actividades	***Artefactos***			
Aplicación	Realizar la selección de requisitos.	Aplicaciones descentralizadas (dApps)	**Frontend**	Adecuación funcional	Completitud funcional
				Usabilidad	Inteligibilidad
					Aprendizaje
	Viabilidad de la aplicación de la tecnología.				Operabilidad
					Protección contra errores de usuario
	Modelado del proyecto (flujos de trabajo).				Estética
					Accesibilidad
	Selección del lenguaje de programación.			Seguridad	Confidencialidad
					Responsabilidad
					Autenticidad
	Definir alojamiento o hosting de la App			Portabilidad	Capacidad de ser instalado
		Navegador dApp		Portabilidad	Capacidad de ser instalado
Servicios	Definir el lenguaje del servicio.	Código del servicio.	**Backend**	Adecuación funcional	Pertinencia funcional
				Compatibilidad	Coexistencia
					Interoperabilidad
				Usabilidad	Protección contra errores de usuario
				Fiabilidad	Tolerancia a fallos
					Madurez

				Seguridad	Responsabilidad
				Portabilidad	Adaptabilidad
					Capacidad de ser reemplazado
				Mantenibilidad	Modularidad
					Capacidad de ser modificado
					Reusabilidad
	Definir funciones opcionales.	Pruebas del contrato.		Adecuación funcional	Completitud funcional
					Corrección funcional
				Eficiencia de desempeño	Comportamiento temporal
					Utilización de recursos
				Mantenibilidad	Analizabilidad
					Capacidad para ser probado
Consenso	Precisar los subsistemas asociados a la red.	Protocolo de consenso.		Eficiencia de desempeño	Comportamiento temporal
					Utilización de recursos
					Capacidad
				Fiabilidad	Madurez
					Capacidad de recuperación
					Disponibilidad
				Seguridad	No repudio
					Responsabilidad
					Autenticidad
		Reglas de participación.		Seguridad	Integridad
					Confidencialidad
Datos	Definir los algoritmos para el procesamiento de los datos.	Algoritmos criptográficos.		Seguridad	No repudio
					Responsabilidad
					Autenticidad
		Funciones hash.		Seguridad	Integridad
					No repudio
Red	Definir enlaces virtuales o físicos.	Nodos de la red.	**Infraestructura TI**	Eficiencia de desempeño	Comportamiento temporal

					Capacidad
					Utilización de recursos
				Compatibilidad	Interoperabilidad
				Fiabilidad	Disponibilidad
	Gestionar los nodos de la red. (Servicios de direccionamiento, enrutamiento y nombramiento de los nodos).	Virtualización como almacenamiento o servidores.			Tolerancia a fallos
				Eficiencia de desempeño	Utilización de recursos
				Compatibilidad	Interoperabilidad
				Fiabilidad	Disponibilidad

(Fuente propia,2020)

Los siguientes son los pasos a seguir a la hora de usar los lineamientos propuestos:
Inicialmente, se deben establecer cinco capas de trabajo, que son la siguientes:

1. Capa de aplicación.
2. Capa de servicios.
3. Capa de consenso.
4. Capa de datos.
5. Capa de red.

Se hace necesario conocer cada una de las capas propuestas, su definición e implicación en el proceso de desarrollo del proyecto así:

1. Capa de aplicación

En esta capa se encuentra toda la vinculación directa del usuario final como proyecto, llevando a cabo toda lo relacionado con el front-end, en esta se deben realizar las siguientes actividades:

- Realizar la selección de los requisitos del proyecto, aplicando una metodología de ingeniería de requisitos dependiendo del proyecto, esto lo debe realizar el analista de requisitos junto al líder técnico; como fruto de esta actividad se obtiene un documento especificación de requisitos del proyecto.

- Después de esto, se debe hacer una evaluación de la viabilidad de la aplicación de la tecnología, donde se debe realizar una búsqueda de casos de éxito y fracaso con respecto al objetivo del proyecto, teniendo en cuenta los posibles riesgos que se deben afrontar durante el desarrollo.

- Otra actividad a realizar es el modelado del proyecto, donde se debe obtener un flujo de trabajo definido, especificando la interacción de los diferentes tipos de usuario y el sistema, una

metodología que se puede usar es BPMN o la elección del líder técnico, dependiendo de las necesidades del proyecto.

- Por otra parte, se debe realizar la selección del lenguaje de programación, según las preferencias de la empresa, o las necesidades del proyecto y teniendo presente la selección de la plataforma para trabajar.

- Finalmente, otra actividad para esta capa es escoger el alojamiento o costo donde se soporten las Dapps con sus diferentes propiedades.

Estas son el grupo de actividades básicas que se deben realizar, pueden ser más dependiendo del criterio de la empresa o los requisitos del proyecto.

La capa consta de dos artefactos que se deben realizar; el primero de ellos son las aplicaciones descentralizadas en las cuales se puede garantizar las siguientes subcaracterísticas: Completitud funcional, Inteligibilidad, Aprendizaje, Operabilidad, Protección contra errores de usuario, Estética, Accesibilidad, Confidencialidad, Responsabilidad, Autenticidad y Capacidad de ser instalado basados en la norma 25010 y que se priorizan según las necesidades del proyecto involucrando los siguientes interesados, el líder técnico, analista de requisitos, gerente del proyecto y cliente (todos roles del proceso de Namtrik basado en la norma ISO/IEC 29110).

El segundo artefacto de esta capa es el navegador dApp el cual garantiza la subcaracteristica que sigue: la capacidad de ser instalado e involucra a los siguientes interesados: líder técnico, analista de requisitos y cliente. Con esto concluye la capa de aplicación dando paso a la siguiente.

2. Capa de servicios

Esta capa hace parte del back-end del proyecto y aquí se deben realizar las siguientes actividades:

- Definir el lenguaje de contrato según la preferencia de la empresa, teniendo en cuenta la elección de la plataforma para trabajar y las necesidades del proyecto.

- Finalmente se realiza la definición de las funciones opcionales donde se debe especificar el servicio que se debe proporcionar al usuario y la funcionalidad de la red, dependiendo de los requerimientos del proyecto como por ejemplo contratos inteligentes, oráculos, firmas digitales, recursos digitales, billeteras, identificación digital, entre otros, esta actividad es realizada por el líder técnico, analista de requisitos y cliente.

En esta capa se deben generar los siguientes artefactos

- Código del servicio en el cual se puede garantizar las siguientes subcaracterísticas: Pertinencia funcional, Coexistencia, Interoperabilidad, Protección contra errores de usuario, Tolerancia a fallos, Madurez, Responsabilidad, Adaptabilidad, Capacidad de ser reemplazado, Modularidad, Capacidad de ser modificado y Reusabilidad; basados en la norma 25010 y que se

priorizan según las necesidades del proyecto involucrando los siguientes interesados el líder técnico y equipo de trabajo.

- El segundo artefacto son las pruebas del servicio, en las cuales se puede garantizar las siguientes subcaracterísticas: Completitud funcional, Corrección funcional, Comportamiento temporal, Utilización de recursos, Analizabilidad y Capacidad para ser probado basados en la norma 25010 y que se priorizan según las necesidades del proyecto involucrando los siguientes interesados el líder técnico y analista de requisitos. aquí concluye la capa de servicios.

Capa de consenso.

Esta capa pertenece al backend del proyecto y se debe realizar la siguiente actividad:

- Precisar los subsistemas asociados a la red, que intervienen en el desarrollo de la Blockchain, de tal manera que se describen las partes involucradas y los detalles del intercambio de la información para mantener la privacidad y admitir información confidencial.

Esta capa consta de dos artefactos que son los siguientes:

- El protocolo de consenso: es un código de programación donde garantiza que los nodos tengan una estrategia para ponerse de acuerdo en la toma de decisiones, para realizar dicho protocolo se debe elegir un algoritmo de consenso dependiendo de los requisitos del proyecto, algunos de estos pueden ser PoW, PoS, PBFT y DPOS. En este artefacto se puede garantizar las siguientes subcaracterísticas: comportamiento temporal, utilización de recursos, capacidad, madurez, capacidad de recuperación, disponibilidad, no repudio, responsabilidad y autenticidad, basados en la norma 25010 y que se priorizan según las necesidades del proyecto involucrando el siguiente interesado, el líder técnico.

- Reglas de participación: son requisitos de participación que dependiendo del proyecto y de tipo de red (redes públicas, privadas o de consorcio) ayudan a decidir quién puede unirse al sistema y quien no, las subcaracterísticas que se pueden garantizar aquí son: integridad y confidencialidad que son basados en la norma 25010 y que se priorizan según las necesidades del proyecto involucrando los siguientes interesados el gerente del proyecto, líder técnico y el cliente. con esto concluye la capa de consenso.

3. Capa de Datos.

La capa de Datos hace parte al backend del proyecto y presenta la siguiente actividad y consta de dos artefactos:

- Aquí se definen los algoritmos para el procesamiento de los datos, estos son criptográficos para poder cifrar los datos y también se definen las funciones hash para el manejo de los datos, dependiendo de las necesidades del proyecto.

Los artefactos de esta capa son:

- Los algoritmos criptográficos son definidos en el proceso de codificación de la Blockchain las subcaracterísticas que se pueden garantizar en este artefacto son: no repudio, responsabilidad y autenticidad; basados en la norma 25010 y que se priorizan según las necesidades del proyecto involucrando los siguientes interesados el líder técnico y el equipo de trabajo.

- Funciones hash: se definen en el proceso de codificación de la Blockchain; las subcaracterísticas que se pueden garantizar en este artefacto son: integridad y no repudio, también basados en la norma 25010 y que se priorizan según las necesidades del proyecto involucrando los siguientes interesados el líder técnico y el equipo de trabajo. con esto concluye la capa de datos.

4. Capa de Red.

La capa pertenece a la Infraestructura TI y presenta dos actividades y dos artefactos así:

- Definir los enlaces virtuales o físicos, ya que la Blockchain conecta los nodos a través de una red peer-to-peer; se deben establecer una estructura donde se evidencien los enlaces en los nodos y exponer la conexión entre estos, si se da de forma física o virtual.

- Gestionar los nodos de la red: aquí, se define los servicios de direccionamiento, enrutamiento y nombramiento de los nodos.

Los artefactos de esta capa son:

- Nodos de la red, se debe garantizar la configuración y la operación de estos, las subcaracterísticas que se pueden garantizar en este artefacto son: comportamiento temporal, capacidad, utilización de recursos, Interoperabilidad, disponibilidad y tolerancia a fallos, también basados en la norma 25010 y que se priorizan según las necesidades del proyecto involucrando los siguientes interesados al líder técnico, equipo de trabajo y al arquitecto de TI.

- Virtualización como almacenamiento o servidores, estos son opcionales si los requisitos del proyecto lo implican, las subcaracterísticas que se pueden garantizar en este artefacto son: utilización de recursos, Interoperabilidad y disponibilidad: también basados en la norma 25010 y que se priorizan según las necesidades del proyecto involucrando los siguientes interesados al líder técnico, equipo de trabajo y al arquitecto de TI. con esto concluye la capa de red.

Para facilitar la aplicación de los lineamientos de procedimiento se tiene la siguiente herramienta, donde se ordena cada capa con sus respectivas actividades en una tabla, con una columna de resultado que indica el punto hasta el que se ha ejecutado la actividad o el producto obtenido, otra columna que permite asignar la actividad a un responsable, permitiendo un control de las tareas asignadas en el equipo de trabajo, finalmente una columna que expone es estado de la actividad, de tal manera que es posible saber qué actividades aún no se han finalizado. La herramienta también consta de una sección para los artefactos de cada capa, donde se puede tener control del estado del proceso de desarrollo del artefacto, a través de anotaciones o si ya se ha

finalizado, y una columna para priorizar las subcaracterísticas de calidad en cada artefacto según los requisitos del proyecto.

Tabla 8:
Herramienta de aplicación de los lineamientos.

HERRAMIENTA PARA LA APLICACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:					
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:					
1. CAPA DE APLICACIÓN					
Actividades		**Resultado**	**Realizada por:**	**Actividad terminada**	
1	Selección de los requisitos del proyecto.			Si	No
2	Evaluación de la viabilidad de la aplicación de la tecnología.			Si	No
3	Modelado del proyecto			Si	No
4	Selección del lenguaje de programación.			Si	No
5	Definición de un alojamiento o hosting de la App			Si	No

Artefactos		**En proceso**	**Hecho**	**Subcaracteristica a priorizar:**	
1	Aplicaciones descentralizadas.			Completitud Funcional	
				Inteligibilidad	

				Aprendizaje	
				Operabilidad	
				Protección contra errores de usuario	
				Estética	
				Accesibilidad	
				Confidencialidad	
				Responsabilidad	
				Autenticidad	
				Capacidad de ser instalado.	
2	Navegador dApp.			Capacidad de ser instalado	

CAPA DE SERVICIOS					
Actividades		**Resultado**	**Realizada por**	**Actividad terminada**	
1	Definición del lenguaje de contrato.			Si	No

2	Definición de las funciones opcionales: especificar el servicio a proporcionar al usuario y la funcionalidad de la red.			Si	No

Artefactos		**En proceso**	**Hecho**	**Subcaracteristica a priorizar:**	
1	Código del servicio.			Pertinencia funcional	
				Coexistencia	
				Interoperabilidad	
				Protección contra errores de usuario	
				Tolerancia a fallos	
				Madurez	
				Responsabilidad	
				Adaptabilidad	
				Capacidad de ser reemplazado	
				Modularidad	
				Capacidad de ser modificado	

				Reusabilidad	
2	Pruebas del servicio.			Completitud funcional	
				Corrección funcional	
				Comportamiento temporal	
				Utilización de recursos	
				Analizabilidad	
				Capacidad para ser do	

CAPA DE CONSENSO					
Actividades		**Resultado**	**Realizada por**	**Actividad terminada**	
1	Precisar los subsistemas asociados a la red.			Si	No
Artefactos		**En proceso**	**Hecho**	**Subcaracteristica a priorizar:**	
1	Protocolo de consenso.			Comportamiento temporal	
				utilización de recursos	
				Capacidad	
				Madurez	

				capacidad de recuperación	
				Disponibilidad	
				no repudio	
				Responsabilidad	
				Autenticidad	
2	Reglas de participación.			Integridad	
				Confidencialidad	

CAPA DE CONSENSO					
Actividades		**Resultado**	**Realizada por**	**Actividad terminada**	
1	Definición de los algoritmos para el procesamiento de los datos.			Si	No
Artefactos		**En proceso**	**Hecho**	**Sub Característica a priorizar:**	
1	Los algoritmos criptográficos.			No repudio	
				Responsabilidad	
				Autenticidad	

2	Funciones hash.			Integridad	
				No repudio	

CAPA DE RED					
Actividades		**Resultado**	**Realizada por**	**Actividad terminada**	
1	Definir los enlaces virtuales o físicos.			Si	No
2	Gestionar los nodos de la red.			Si	No
Artefactos		**En proceso**	**Hecho**	**Subcaracteristica a priorizar:**	
1	Nodos de la red			Comportamiento temporal	
				Capacidad	
				Utilización de recursos	
				Interoperabilidad	
				Disponibilidad	
				Tolerancia a fallos	
2	Virtualización como almacenamiento o servidores.			Utilización de recursos	
				Interoperabilidad	

				Disponibilidad	

(Fuente propia, 2020)

Capítulo 3
CASO DE ESTUDIO

En el presente capítulo se estudiará la implementación de los lineamientos propuestos para un procedimiento de selección de componentes:

- Aplicación de la herramienta
- Evaluación de la práctica

3. CASO DE ESTUDIO

3.1. Aplicación de la herramienta

Para realizar el caso de estudio se aplicó la herramienta desarrollada a un proyecto de Namtrik Development, del cual se adjunta la declaración del trabajo en el anexo 1 del documento. La herramienta fue aplicada por el Ingeniero Cristiam Gabriel Fernandez como se observa en el anexo 2. Cabe resaltar que el proyecto aún se encuentra en desarrollo, motivo por el cual varias actividades no se han realizado, pero se logró aplicar la herramienta hasta el punto actual de desarrollo y posteriormente se evaluó la misma.

3.2. Evaluación de la práctica

Para realizar la evaluación de la práctica se formuló y respondió el siguiente formulario, se adjunta la plantilla base en el anexo 3:

Tabla 9:
Evaluación de la aplicación de los lineamientos, caso de estudio.

Caso de estudio		
1.	Nombre del evaluador	Cristiam Gabriel Fernandez
2.	Nombre proyecto objetivo	Proyecto Credit Ledger System.
3.	Descripción del proyecto	El propósito de este proyecto es desarrollar una solución propiedad de Namtrik Development con información descentralizada para el registro y consulta de préstamos, adelantos en efectivo, arrendamientos, co-obligaciones, garantías, pasivos crediticios no revocables, transacciones canceladas y otras transacciones que impliquen riesgo crediticio por parte de personas naturales o jurídicas que soliciten créditos u otros servicios que requieran estudios financieros del cliente. Los clientes de la solución, como por ejemplo pequeñas y medianas financieras, fintechs o empresas de telecomunicaciones; podrán consultar las obligaciones de otras personas como si se tratara de una central de riesgos centralizada.
4.	¿Los lineamientos propuestos son acordes con los procesos y procedimientos establecidos en el sistema de calidad de la empresa?	Si, los lineamientos propuestos se ajustan a nuestro proceso, basado en la norma ISO IEC 29110 y a nuestra forma de diseñar soluciones basada en el modelo C4, así mismo nos permite mantener un proceso simple sin tanto exceso de documentación.

5.	¿Los lineamientos logran vincular la tecnología Blockchain al proyecto seleccionado por la empresa?	Si, los lineamientos propuestos facilitaron la incorporación de Blockchain al proyecto al suplir las faltas de conocimiento de la empresa sobre la tecnología y al incorporar artefactos que no habíamos previsto.
6.	¿Los lineamientos propuestos permiten claramente reducir la incertidumbre y los riesgos asociados con una selección equivocada de componentes?	Si, porque guía la selección de componentes necesarios y nos permite evaluarlos de acuerdo a los requerimientos de calidad del proyecto.
7.	¿Los lineamientos propuestos permiten a la empresa (Namtrik) realizar seguimiento de la experiencia en el uso de cada componente y establecer lecciones aprendidas para futuros proyectos?	Si, nos permite llevar la trazabilidad de los componentes seleccionados y mantener registro de las falencias o fortalezas para futuros proyectos.
8.	En relación con los lineamientos, ¿Cuál es el mayor valor generado en los procesos de desarrollo de Namtrik?	Los lineamientos propuestos en la práctica profesional, permiten vincular efectivamente la tecnología Blockchain en las soluciones de la empresa, incrementado la calidad de los productos en desarrollo mediante una selección de componentes que involucra los conceptos definidos por la normatividad de calidad vigente (ISO 25010).
10.	¿Los lineamientos cumplen con las necesidades de la empresa?	Si, porque nos permiten conocer los componentes necesarios de una arquitectura para la implementación de soluciones Blockchain para nuestros clientes.
11.	¿Los lineamientos propuestos permiten la selección de componentes adecuados y pertinentes de una arquitectura de solución asociada con un proyecto?	Si ya que en los lineamientos permiten evaluar los componentes de la arquitectura de acuerdo con los atributos de calidad (requerimientos no funcionales) del proyecto Blockchain con base a la norma ISO 25010.
12.	¿Los lineamientos tienen una base investigativa que les permite ser confiables?	Si, desde el punto de vista empresarial se usaron fuentes académicas y fuentes importantes para la industria que fueron aplicadas a la empresa.
13.	¿Los lineamientos cumplen todos los puntos claves a la hora de desarrollar un proyecto según los requerimientos de la empresa?	Si, porque el principal requerimiento de la empresa es que el desarrollo debe darse basado en el proceso según la norma 29110 para pequeñas organizaciones.
14.	¿Los lineamientos tienen un lenguaje de escritura entendible?	Si, porque la terminología utilizada es sencilla y fácil de comprender para el personal técnico a cargo de los proyectos. Adicionalmente está acorde con el estado del arte y utilización

		en las áreas de dominio como Blockchain y diseño de arquitecturas.
15.	¿Las herramientas propuestas en los lineamientos son de fácil manejo para el usuario?	En general si, generan resultados acordes con lo esperado y ayudan mucho con la trazabilidad de los proyectos. Es posible realizar mejoras sobre las mismas a partir de la experiencia de uso en varios proyectos.
16.	¿La empresa Namtrik está dispuesta a incluir los lineamientos propuestos en su sistema de gestión de proyectos con tecnologías Blockchain vigentes?	Si, los lineamientos serán incorporados al proceso y a los artefactos para los proyectos que requieran tecnología Blockchain permitiéndonos reducir la incertidumbre a la hora de diseñar soluciones con esta tecnología.

(Fuente propia,2021)

En el anexo 4, se encuentra la carta de aceptación de la práctica por parte de la empresa, donde se da por finalizada la evaluación del trabajo realizado y su aprobación por parte de Namtrik Development.

Capítulo 4

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En el presente capítulo se expondrán las conclusiones después de realizar la práctica empresarial y se propondrán posibles trabajos:

- Conclusiones
- Trabajos futuros

4. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

4.1. Conclusiones

Con la realización de este trabajo de grado, la empresa Namtrik Development cuenta con unos lineamientos de un procedimiento para el desarrollo de sus proyectos, que permiten seleccionar con criterios técnicos y propios de la empresa los componentes de una arquitectura de una solución basada en Blockchain, aportando así a la competitividad de la empresa en el sector y fortaleciendo los procesos para la toma de decisiones y reduciendo efectivamente los esfuerzos en tiempo y trabajo.

Aportando al campo del conocimiento se ha generado un progreso investigativo que relaciona los principios de la tecnología Blockchain, implementados en el sector empresarial con la aplicación de principios de la norma ISO/IEC/IEEE 42010 obteniendo una descripción adecuada de la arquitectura de este tipo de soluciones; también se resalta la importancia de usar los criterios de calidad de la norma ISO/IEC 25010 como base para regular la implantación de los atributos de calidad de un proyecto logrando mayor fiabilidad en el desarrollo software.

Los resultados obtenidos en la aplicación de las herramientas creadas en la práctica garantizan que pueden ser incorporadas y ejecutadas en el desarrollo de un proyecto empresarial basado en Blockchain, con principios de la tecnología que sirven de soporte para futuros avances de la misma, además permiten tener una trazabilidad de la ejecución del proyecto, a través del control de las actividades a realizar y la asignación de ellas al personal de trabajo, al igual que permite hacer comentarios acordes al progreso de los artefactos del proceso de desarrollo.

Por otro lado, hay que reconocer que la realización de esta práctica aporta significativamente de forma conceptual y estructural en el desarrollo de los lineamientos de un procedimiento para la selección de los componentes que soporten una arquitectura de soluciones basada en Blockchain; pero que estos, debido a las circunstancias actuales de tiempo, no pudieron ser medidas de forma cualitativa, lo cual deja la brecha para la realización de trabajos futuros donde se puedan llevar a cabo la medición de los diferentes lineamientos que se han realizado.

La evaluación de la práctica garantiza la viabilidad de fomentar la creación de más trabajos de grado en modalidad de práctica profesional, porque favorecen las relaciones entre la academia y el sector empresarial, potenciando al egresado la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones mediante el desarrollo de competencias y habilidades que enriquecen su formación profesional y personal.

4.2. Trabajos futuros

En el desarrollo de la práctica se pudo evidenciar que el campo de aplicación de la tecnología Blockchain es bastante amplio y aún hay un largo camino por recorrer, a la vez se ha evidenciado que la empresa Namtrik Development cuenta con la capacidad para dirigir y producir trabajos futuros basados en la tecnología, siendo este trabajo en ese camino un aporte significativo; así después de analizar con los directores del trabajo y con el equipo de ingenieros de la empresa se han definido como posibles trabajos futuros lo siguiente:

a. Se propone realizar un seguimiento en la aplicación de las herramientas creadas hasta el final del desarrollo de proyectos de Namtrik Development para evaluar posibles modificaciones, incluir nuevos avances de la tecnología, cambiar los criterios de la empresa o disponer de criterios particulares de los proyectos, esto permitirá superar la brecha que produjo la falta de tiempo y que ayudará a medir en estándares de calidad el trabajo realizado.

b. La aplicación del proceso de ejecución realizado en la práctica usando una tecnología emergente similar a Blockchain, manteniendo las bases normativas implementadas, de manera que se logre establecer la selección de los componentes de la arquitectura de la solución para diferentes tecnologías, con los criterios empresariales.

c. Finalmente, se propone la construcción de herramientas tecnológicas automáticas para la búsqueda, monitoreo y selección de componentes disponibles en la industria para arquitecturas de software propias de tecnologías emergentes como Blockchain.

5. REFERENCIAS

Acharya, V., Eswararao Yerrapati E. y Prakash, N. (6 de septiembre de 2019). Oracle Blockchain Quick Start Guide: A practical approach to implementing blockchain in your enterprise, [pdf]. Packt Publishing.

Al-Zaben, N., Onik, M., Yang, J., Lee, N., y Kim, C., (16-17 de agosto de 2018). General Data Protection Regulation Complied Blockchain Architecture for Personally Identifiable Information Management. International Conference on Computing, Electronics Communications Engineering (iCCECE) [Sección de conferencias]. Southend, Reino Unido. https://ieeexplore.ieee.org/abstract /document/8658586.

Batra, G., Olson, R., Pathak, S., Santhanam, N. y Soundararajan, H. (18 de enero de 2019). Blockchain 2.0: What's in store for the two ends—semiconductors (suppliers) and industrials (consumers)? Mckynse and Company. https://www.mckinsey.com/industries/advanced-electronics/our-insights/blockchain-2-0-whats-in-store-for-the-two-ends-semiconductors-suppliers-and-industrials-consumers#.

Brown, S., (s.f.). The C4 model for visualising software architecture. Context, Containers, Components, and Code. https://c4model.com/.

China Scholarship Council (C.S.C.). (2017). Cloud Customer Architecture for Blokchain, Estados Unidos. IEEE.

Dai, H., Zheng, Z. y Zhang, Y., (octubre de 2019). Blockchain for Internet of Things. [Sección de documentos]. IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/ document/8731639.

Diagramas. (s.f.) Creación de diagramas. https://www.diagrams.net/integrations

Fernández, C. y Ordoñez C., (s.f.). Sobre Namtrik. Documento de direccionamiento estratégico. Archivo Namtrik.

Fernández, C., (2020) Arquitectura de soluciones software monolíticas producidas por Namtrik Development [Archivo empresa]. Versión 1.0, Popayán.

Fundación Universia, (16 de febrero de 2018). 10 ejemplos reales de cómo blockchain está cambiando nuestro mundo. Noticias Universia España. http://noticias.universia.es/cienciatecnologia/noticia/2018/02/19/1158014/10-ejemplos-reales-como-blockchain-cambiando-mundo.html.

García C., (7 de julio de 2018). Representante de IBM Latinoamérica: blockchain «tendrá una de las tasas de crecimiento más rápidas hasta el año 2021. Cripto Noticias. https://www.criptonoticias.com/comunidad/adopcion/lider-blockchain-ibm-latinoamerica-tecnologia-tendra-tasas-crecimiento-rapidas-ano-2021/.

Golosova, J. y Romanovs, A., (8-10 de noviembre de 2018). The Advantages and Disadvantages of the Blockchain Technology. 6th Workshop on Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering (AIEEE). [Sección de conferencia], Vilnius, Lituania. IEEE. https://ieeexplore.ieee. org/document/8592253.

González Yazo, O., (2013). Diseño de una metodología para la construcción de estudio de casos en situaciones de soporte logístico para la atención de desastres. [Tesis de maestría, Universidad Católica de Colombia]. http://hdl.handle.net/10983/2187.

Homoliak, I., Venugopalan, S., Hum, Q. y Szalachowski, P., (2019). A Security Reference Architecture for Blockchains. [pdf, Sección de conferencias]. Singapore University of Technology and Design.

ISO y IEC., (2011). ISO 25000, "ISO/IEC 25010 Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE). https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010?limit= 3&start =6.

ISO, IEC y IEEE. (2011). Estandar Internacional ISO/IEC/IEEE 42010- Systems and software engineering- Architecture description. Suiza: Editorial IEEE.

Kouicem, D., Bouabdallah, A., y Lakhlef, H., (19-22 de junio de 2018). An Efficient Architecture for Trust Management in IoE Based Systems of Systems. 13th Annual Conference on System of Systems Engineering (SoSE) [Sección de conferencias]. Paris, Francia. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/ document/8428732.

Kurniawan Y. y Hiererra S., (25-27 de mayo de 2016). Information systems design for sustainability financial services company using enterprise architecture framework: A case study approach. 4th International Conference on Information and

Communication Technology (ICoICT) [Sección de conferencias]. Bandung, Indonesia. https://ieeexplore.ieee.org/document /7571904.

La Rotta, S. (12 de julio de 2018). ¿Para qué sirve blockchain en las empresas? El Espectador. https://www.elespectador.com/economia/para-que-sirve-blockc hain-en-las-empresas-article-799774/

Lima, C., (2018). DLT/ Blockchain, Architectures and Reference Frameworks, a System of System Model, [Sección documentos]. https://ieeexplore. ieee.org/abstract/document/8625908.

Lima, C., (noviembre de 2018). Developing Open and Interoperable DLT\/Blockchain Standards [Standards], [Sección de documentos]. Ed. 11. https://ieeexplore.ieee.org/document/8625908.

Liu, W., Zhu, M., Mundie, D., y Krieger, U., (12-15 de octubre de 2017). Advanced Block-Chain Architecture for e-Health Systems. 19 ° Congreso Internacional de IEEE 2017 sobre redes, aplicaciones y servicios de e-salud (Healthcom) [Sección de conferencias]. Dalian, China. https://ieeexplore. ieee.org/abstract/document/8210847.

Menon R., Li J., Ahmed J., Khan A., Nazir M. y Mangrio M. (14-16 de diciembre de 2018). Modeling of Blockchain Based Systems Using Queuing Theory Simulation. 15th International Computer Conference on Wavelet Active Media Technology and Information Processing (ICCWAMTIP) [Sección de conferencia], Chengdu, China. IEEE. https://ieeexplore. ieee.org/document/8632560.

Nguyen, Q y Van Dang Q. (23-24 de noviembre de 2018). Blockchain Technology for the Advancement of the Future. 4th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD) [Sección de conferencia], Ho Chi Minh, Vietnam. IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/document /8595577/references#references

OMG Cloud Working Group, (2011). Cloud Customer Architecture for Blockchain. https://www.omg.org/cloud/deliverables/cloud-customer-architecture-for-blockchain.htm.

Pérez, A., (29 de abril de 2021). Cinco pasos clave para establecer una metodología de gestión por proyectos. OBS Business School. Recuperado el 2 de mayo de 2019 de

https://www.obs-edu.com/int/blog-investigacion/project-management/cinco-pasos-clave-para-establecer-una-metodologia-de-gestion-por-proyectos.

Pervez, H., Muneeb, M., Irfan, M., y Haq, I., (19-21 de diciembre de 2018). A Comparative Analysis of DAG-Based Blockchain Architectures. 12th International Conference on Open Source Systems and Technologies (ICOSST) [Sección de conferencias], Lahore, Pakistan. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8632193.

Qi, Z., Zhang Y., Wang, Y., Wang J., Y Wu Y. (15-17 de agosto de 2018). A Cascade Structure for Blockchain. 1st IEEE International Conference on Hot Information-Centric Networking (HotICN) [Sección de conferencia], Shenzhen, China. IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/document/8605959.

Real Academia Española y Asociación de Academias de lengua española. Lineamiento. (2014) Diccionario de la lengua española. https://dle.rae.es/?w=lineamiento.

Real Academia Española y Asociación de Academias de lengua española. Procedimiento (2014) Diccionario de la lengua española. https://dle.rae.es/procedimiento.

Richards, M. y Ford, N. (2020). Fundamentals of software architecture: an engineering approach [pdf]. Estados Unidos, o'reilly media.

Riku, M., Setyohadi, D., (8-10 de agosto de 2017). Strategic plan with enterprise architecture planning for applying information system at PT. Bestonindo Central Lestari. 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM) [sección de conferencias]. Denpasar, Indonesia. IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/document/8089274.

Serrano Castaño, E., (2004). Modelo Integral para el Profesional en Ingeniería. Popayán, Colombia: Ediciones Universidad del Cauca.

Szafranko, E. (22-25 de junio de 2017). Methodology of an Assessment of Building Construction Variants with the Use of Expert Systems. Baltic Geodetic Congress (BGC Geomatics) [Sección de conferencias], Gdansk, Poland. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8071482.

Teslya, N. y Ryabchikov, I., (6-10 de noviembre de 2017). Blockchain-based platform architecture for industrial IoT. 21st Conference of Open Innovations Association

(FRUCT) [Sección de conferencias]. Helsinki, Finlandia. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8250199.

Velásquez, K. (4 de enero de 2018). Blockchain y su futuro en las empresas en 2018. Marketing 4 Ecommerce. https://marketing4ecommerce.mx/ blockchain-y-su-futuro-en-las-empresas-en-2018/.

Zhang K. y Jacobsen, H., (s.f.). Towards Dependable, Scalable, and Pervasive Distributed Ledgers with Blockchains. Middleware Systems Research Group, École de technologie supérieure, Canada University of Toronto y Canada Technical University of Munich- Germany https://n9.cl/clrka.

6. ANEXOS

6.1. Anexo 1

En este anexo, se presenta la declaración de trabajo por parte de la empresa Namtrik Development para realizar el caso de estudio de la práctica.

NAMTRIK DEVELOPMENT

NAMTRIK
DEVELOPMENT

Declaración de trabajo del proyecto Credit Ledger System

01/12/2020

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.

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	

6.2. Anexo 2

En este anexo se encuentra el resultado de la aplicación de la herramienta.

LINEAMIENTOS					
Nombre del proyecto: Proyecto Credit Ledger System.					
Descripción del proyecto: El propósito de este proyecto es desarrollar una solución propiedad de Namtrik Development con información descentralizada para el registro y consulta de préstamos, adelantos en efectivo, arrendamientos, co-obligaciones, garantías, pasivos crediticios no revocables, transacciones canceladas y otras transacciones que impliquen riesgo crediticio por parte de personas naturales o jurídicas que soliciten créditos u otros servicios que requieran estudios financieros del cliente. Los clientes de la solución, como por ejemplo pequeñas y medianas financieras, fintechs o empresas de telecomunicaciones; podrán consultar las obligaciones de otras personas como si se tratara de una central de riesgos centralizada.					
1. CAPA DE APLICACIÓN					
Actividades		**Resultado**	**Realizada por:**	**Actividad terminada**	
1	Selección de los requisitos del proyecto.	• ND2021-2 IS.AR.F. Especificación de requerimientos • ND2021-2 IS.AR.F. Historia de usuario.	• Carlos Andrés Ordóñez (Gerente del proyecto) • Janier Alejandro Correa (Líder técnico) • Roberto Carlos Zapata (Cliente)	~~Si~~	No
2	Evaluación de la viabilidad de la aplicación de la tecnología.	Diagrama de flujo para detectar la idoneidad y asequibilidad de la tecnología Blockchain. Monografía práctica de Diana Sofía Quiñones Casas.	• Diana Sofia Quiñonez Casas (practicante Namtrik). • Cristiam Gabriel Fernandez (Arquitecto de software)	~~Si~~	No
3	Modelado del proyecto	ND2021-2 IS.AD.D.F. Arquitectura y diseño detallado de software.	• Carlos Andrés Ordóñez (Gerente del proyecto)	~~Si~~	No

			• Janier Alejandro Correa (Lider técnico) • Juan David Montenegro (Desarrollador)		
4	Selección del lenguaje de programación.	El lenguaje por preferencia de la empresa es python.	• Janier Alejandro Correa (Lider técnico)	~~Si~~	No
5	Definición de un alojamiento o hosting de la Dapp	El alojamiento por elección de la empresa es AWS Amazon Web Service		~~Si~~	No

Artefactos		**En proceso**	**Hecho**	**Subcaracteristica a izar:**	
1	Aplicaciones descentralizadas.	10% de la aplicación. Etapa de desarrollo, arquitectura y diseño detallado.		Completitud Funcional	X
				Inteligibilidad	
				Aprendizaje	
				Operabilidad	X
				Protección contra errores de usuario	X
				Estética	
				Accesibilidad	
				Confidencialidad	
				Responsabilidad	
				Autenticidad	

				Capacidad de ser instalado.	
2	Navegador dApp.	ha establecido.		Capacidad de ser instalado	

CAPA DE SERVICIOS					
Actividades		**Resultado**	**Realizada por**	**Actividad terminada**	
1	Definición del lenguaje de contrato.	(DAML - Lenguaje para contratos inteligentes) por interoperabilidad	Carlos Andres Ordoñez (Gerente del proyecto)	~~Si~~	No
2	Definición de las funciones opcionales: especificar el servicio a proporcionar al usuario y la funcionalidad de la red.	ND2021-2 IS.AR.F.Especificación de requerimientos ND2021-2 IS.AR.F.Historia de usuario. Funciones opcionales, identidad digital, oráculos, contratos inteligentes.	Carlos Andrés Ordóñez (Gerente del proyecto) Janier Alejandro Correa (Líder técnico) Roberto Carlos Zapata (Cliente)	~~Si~~	No

Artefactos		**En proceso**	**Hecho**	**Subcaracteristica a priorizar:**	
1	Código del servicio.	No se ha iniciado el desarrollo	No	Pertinencia funcional	x
				Coexistencia	
				Interoperabilidad	
				Protección contra errores de usuario	x

				Tolerancia a fallos	x
				Madurez	
				Responsabilidad	
				Adaptabilidad	
				Capacidad de ser reemplazado	
				Modularidad	x
				Capacidad de ser modificado	x
				Reusabilidad	x
2	Pruebas del servicio.	No se han desarrollado	No	Completitud funcional	x
				Corrección funcional	
				Comportamiento temporal	
				Utilización de sos	x
				Analizabilidad	
				Capacidad para ser do	

CAPA DE CONSENSO (Backend del proyecto)					
Actividades		**Resultado**	**Realizada por**	**Actividad terminada**	
1	Precisar los subsistemas asociados a la red.	ND2021-2 IS.AD.D.F. Arquitectura y diseño detallado de software	• Carlos Andrés Ordóñez (Gerente del proyecto) • Janier Alejandro Correa (Lider técnico) • Juan David Montenegro (Desarrollador)	~~Si~~	No

Artefactos		**En proceso**	**Hecho**	**Subcaracteristica a priorizar:**	
1	Protocolo de consenso.	No se ha desarrollado.		Comportamiento temporal	
				utilización de recursos	x
				Capacidad	x
				Madurez	x
				capacidad de recuperación	
				disponibilidad	
				no repudio	x
				responsabilidad	

				Autenticidad	
2	Reglas de participación.	No se ha desarrollado.		Integridad	x
				Confidencialidad	x

CAPA DE CONSENSO					
Actividades		**Resultado**	**Realizada por**	**Actividad terminada**	
1	Definición de los algoritmos para el procesamiento de los datos.	ND2021-2 IS.AD.D.F. Arquitectura y diseño detallado de software.	• Carlos Andrés Ordóñez (Gerente del proyecto) • Janier Alejandro Correa (Lider técnico) • Juan David Montenegro (Desarrollador)	~~Si~~	No
Artefactos		**En proceso**	**Hecho**	**Sub Característica a priorizar:**	
1	Los algoritmos criptográficos.	No se ha desarrollado.		No repudio	x
				Responsabilidad	x
				Autenticidad	
2	Funciones h	No se ha desarrollado.		Integridad	x
				No repudio	x

CAPA DE RED							
Actividades		**Resultado**	**Realizada por**	**Actividad terminada**			
1	Definir los enlaces virtuales o físicos.	No se ha realizado.		Si	No		
2	Gestionar los nodos de la red.	No se ha realizado.		Si	No		
Artefactos		**En proceso**	**Hecho**	**Subcaracteristica a priorizar:**			
1	Nodos de la red	No se ha desarrollado.		Comportamiento temporal	x		
				Capacidad	x		
				Utilización de recursos	x		
				Interoperabilidad			
				Disponibilidad	x		
				Tolerancia a fallos	x		
2	Virtualización como almacenamiento o servidores.	No se ha desarrollado		Utilización de recursos	x		
				Interoperabilidad			
				Disponibilidad	x		

6.3. Anexo 3

En este anexo se encuentra la plantilla usada para hacer la evaluación de la práctica.

Caso de estudio		
1.	Nombre del evaluador	
2.	Nombre proyecto objetivo	
3.	Descripción del proyecto	
4.	¿Los lineamientos propuestos son acordes con los procesos y procedimientos establecidos en el sistema de calidad de la empresa?	
5.	¿Los lineamientos logran vincular la tecnología Blockchain al proyecto seleccionado por la empresa?	
6.	¿Los lineamientos propuestos permiten claramente reducir la incertidumbre y los riesgos asociados con una selección equivocada de componentes?	
7.	¿Los lineamientos propuestos permiten a la empresa (Namtrik) realizar seguimiento de la experiencia en el uso de cada componente y establecer lecciones aprendidas para futuros proyectos?	
8.	En relación con los lineamientos, ¿Cuál es el mayor valor generado en los procesos de desarrollo de Namtrik?	
10.	¿Los lineamientos cumplen con las necesidades de la empresa?	
11.	¿Los lineamientos propuestos permiten la selección de componentes adecuados y pertinentes de una arquitectura de solución asociada con un proyecto?	

12.	¿Los lineamientos tienen una base investigativa que les permite ser confiables?	
13.	¿Los lineamientos cumplen todos los puntos claves a la hora de desarrollar un proyecto según los requerimientos de la empresa?	
14.	¿Los lineamientos tienen un lenguaje de escritura entendible?	
15.	¿Las herramientas propuestas en los lineamientos son de fácil manejo para el usuario?	
16.	¿La empresa Namtrik está dispuesta a incluir los lineamientos propuestos en su sistema de gestión de proyectos con tecnologías Blockchain vigentes?	

(Fuente propia,2021)

6.4. Anexo 4

Carta de aceptación de la práctica por parte de la empresa Namtrik Development.

NAMTRIK
DEVELOPMENT

Dirección: Cl. 31N - 14A – 40 Casa 1
Celulares: (+57) 315 803 1000
(+57) 320 296 2997
Correo: contacto@namtrikdev.co

Señores
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Universidad del Cauca

ASUNTO: Recibo a Satisfacción Práctica empresarial

Cordial saludo:

Como es de su conocimiento, el estudiante Juan Pablo Murillo Alvarez ha adelantado en los meses recientes su práctica profesional en nuestra empresa mediante el desarrollo del trabajo: "Construcción de lineamientos de un procedimiento para la selección de componentes que soporten una arquitectura de soluciones basada en blockchain para proyectos desarrollados por Namtrik Development.", práctica con la cual opta al título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de acuerdo con Resolución 8.4.2-90-2/307, 18/12/2019 del consejo de la facultad FIET.

Para nuestra empresa es grato dar nuestro completo aval y aprobación tanto al trabajo como a los resultados obtenidos de la práctica desarrollada por el estudiante, indicando que el mismo se incorporará al conjunto de buenas prácticas que la empresa está implementando en beneficio de sus clientes. El trabajo desarrollado nos permitirá mejorar la toma de decisiones en las arquitecturas de soluciones de los proyectos con blockchain.

Sea la oportunidad para agradecer a la Facultad y sus directivas esta iniciativa real de acercamiento de la academia con la industria, proceso que seguramente redundará en el mejoramiento y mayor pertinencia de los programas ofrecidos.

Atentamente

Carlos Andrés Ordoñez Hernández
Representante Legal – Namtrik Dev S.A.S
gerencia@namtrikdev.co

www.namtrik.dev