

# Whitepaper Quark ID

Identidad Auto-Soberana: Fundamentos de un Nuevo Marco de  
Confianza Digital Descentralizado

*Buenos Aires, Argentina*

V. 2.0  
1/08/2023

<b>1. Resumen.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Introducción.....</b>	<b>6</b>
2.1. ¿Por qué? La motivación.....	6
2.2. ¿Para qué? El propósito / Los beneficios esperados.....	8
2.3. ¿Cómo? El enfoque propuesto.....	8
2.4. ¿Qué? Lo que proponemos hacer.....	9
2.5. ¿Para quién? Audiencia.....	10
<b>3. Trabajos preexistentes.....</b>	<b>11</b>
3.1. W3C.....	11
3.2. Decentralized Identity Foundation.....	12
3.3. Sovrin Foundation.....	13
3.4. Trust Over IP (ToIP).....	13
3.5. Estado de Colorado.....	14
3.6. Unión Europea (eIDAS 2.0).....	15
3.7. DIACC.....	16
3.8. DID Alliance.....	17
3.9. SingPass.....	18
3.10. UKAS GOV.UK.....	19
3.11. IDunion.....	20
3.12. TADIF Australia.....	20
<b>4. Conceptos de Identidad Auto-Soberana.....</b>	<b>22</b>
4.1. Definición de Identidad Auto-Soberana.....	22
4.2. Terminología.....	22
Identificador descentralizado o DID (por sus siglas en inglés).....	22
Esquema DID (DID scheme).....	22
Sujeto de un DID (DID Subject).....	23
Controlador de DID (DID Controller).....	23
Documentos DID.....	23
Métodos DID (DID Methods).....	23
DID resolvers y resolución de un DID.....	24
DID Manager.....	24
Registros de datos verificables.....	24
<b>5. Introducción a QuarkID.....</b>	<b>25</b>
5.1. Contexto de SSI.....	25
5.2. Protocolos vs Arquitectura vs Especificaciones.....	26
5.3. QuarkID principios y enfoque de diseño.....	27
<b>6. El modelo Trust over IP (ToIP).....</b>	<b>28</b>
6.1. Nivel 1: Servicios públicos de DIDs.....	30
6.2. Nivel 2: Billeteras y agentes digitales.....	31
6.3. Nivel 3: Credenciales Verificables.....	31
6.4. Nivel 4: Ecosistemas de confianza digital.....	31

<b>7. Stack Tecnológico de QuarkID.....</b>	<b>32</b>
7.1. QuarkID Nivel 1: Servicios Públicos de DIDs.....	32
Identificadores descentralizados (DIDs).....	32
Método DID QuarkID (did:quarkid).....	33
Esquema DID de QuarkID (DID scheme).....	33
Identificadores Auto-Certificables (SCID).....	34
URI de DID en Forma Larga (Long-Form DID URIs).....	35
QuarkID Universal DID Resolver.....	36
DID Manager.....	37
7.2. Nivel 2: billeteras y agentes digitales.....	37
Tipos de billeteras en la Web 3.0.....	38
Billeteras y Agentes - terminología relacionada.....	38
Billeteras de Identidad - Arquitectura conceptual.....	39
Key Management Service (KMS).....	39
Confidential Storage.....	40
DIDComm Messaging.....	41
Nodo web descentralizado (DWN).....	42
7.3. Nivel 3: intercambio y verificación de credenciales.....	42
Credenciales Verificables - Modelo de Datos.....	43
A continuación se enumeran los actores y las principales entidades dentro del modelo de Credenciales Verificables, tal como las define la especificación “Verifiable Credentials Data Model v1.1” del W3C.....	43
Tipos de Credenciales Verificables.....	45
JSON-LD.....	45
JWT.....	46
ZKP-CL.....	46
Intercambio de Credenciales.....	46
Intercambio de Presentaciones.....	47
Wallet and Credential Interactions (WACI).....	48
Implementación QuarkID del Nivel 3.....	48
7.4. Nivel 4: aplicaciones.....	49
Implementación QuarkID del Nivel 4.....	51
<b>8. Gestión y recupero de identidad.....</b>	<b>52</b>
DID Document.....	53
Controller.....	53
Delegate.....	53
Administración de claves.....	54
Rotación de Claves.....	54
Pérdida y Recuperación del control sobre la Identidad.....	54
Custodial vs Non-Custodial.....	54
Guardianship.....	55

<b>9. Stack de Gobernanza de QuarkID.....</b>	<b>56</b>
9.1. Introducción.....	56
9.2. Ecosistemas de Confianza Digital.....	57
9.3. Marcos de Gobernanza por nivel.....	58
Nivel 1 - Servicios Públicos de DIDs.....	58
Nivel 2 – Wallets y Agentes.....	59
Nivel 4 – Ecosistemas.....	60
9.4. Implementación en GCBA.....	60
<b>10. Estrategia de Adopción.....</b>	<b>61</b>
<b>Anexo I.....</b>	<b>62</b>
<b>Anexo II.....</b>	<b>65</b>
<b>Anexo III.....</b>	<b>66</b>
Billeteras Cripto vs Billeteras de Identidad.....	66
Aspectos generales.....	66
Claves Privadas y Firma Digital.....	66
Almacenamiento.....	67

# **Whitepaper QuarkID**

## **Identidad Auto-Soberana: Fundamentos de un Nuevo Marco de Confianza Digital Descentralizado**

### **1. Resumen**

En el mundo digital es frecuente escuchar que la tenencia de datos otorga poder a quien los controla. La información identitaria, en especial, es quizás el registro de datos más trascendental relativo a un individuo u organización que existe. Sin embargo, hoy el acceso y uso de estos registros está fuera del control de los individuos a los que identifican. El poder y control está del lado de los entes que guardan la información, no sobre quienes refieren. El verdadero portador de la identidad queda relegado, sin noción de dónde se encuentra su información, quiénes tienen acceso a ella ni para qué es utilizada. Es por esto que, desde el gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA), invitamos a la comunidad tecnológica a co-crear un nuevo protocolo de identidad digital y auto-soberana con el usuario en el centro y al mando de su información.

El objetivo es construir un ecosistema de interacciones digitales sobre la base del protocolo de identidad digital auto-soberana.

Buscamos facilitar la utilización del protocolo por parte de una masa crítica de usuarios para que luego el ecosistema tome vida propia de manera descentralizada. Nos imaginamos un nuevo paradigma que permita transacciones ágiles, simplificando procesos burocráticos, tanto entre actores privados como con actores gubernamentales.

Hacerlo empoderará a los individuos, les dará control sobre su información y quién accede a ella. Los beneficios esperados incluyen una mayor soberanía de las personas sobre su información, una devolución del tiempo hoy gastado en trámites y burocracias a las personas y una reducción de costos transaccionales para las organizaciones.

## 2. Introducción

Las siguientes secciones describirán la motivación y el objetivo del proyecto. Utilizando lenguaje llano (no-técnico) buscando captar la mayor audiencia posible, dando un panorama claro de la dirección y alcance del mismo.

### 2.1. ¿Por qué? La motivación

*Nota: esta sección explicará en términos motivacionales el impulso del proyecto, poniendo foco en responder por qué es necesaria esta iniciativa, por qué orientarla al dominio de las identidades digitales, por qué es oportuno hacerla en este momento y por qué debe ser impulsada desde GCBA.*

- Motivación: dar lugar a un nuevo paradigma en el cual las transacciones seguras sean ágiles; donde la verificación de documentación necesaria se realice de manera rápida, confiable y privada. Este paradigma se monta sobre el principio de que las personas son quienes controlan su identidad, y son ellas quienes deciden dónde está alojada su información y quién puede acceder a ella.
- Hoy en día, la información identitaria se gestiona según el paradigma de datos centralizados. Los registros y documentos son manejados por grandes organizaciones, gubernamentales y privadas, y son éstas quienes poseen la potestad absoluta para emitir, leer, modificar o eliminar información. Las personas no tienen control sobre su propia identidad ni pueden elegir quién tiene acceso a su información, y dependen directamente de un tercero que, como todos, siempre puede fallar. La situación actual lleva a que individuos incluso acepten condiciones sin conocer sus detalles o incluso mejores alternativas. La dependencia excesiva de unos pocos entes centralizados junto a la ampliamente conocida relevancia y poder de los datos en el siglo XXI vuelven al paradigma actual uno anticuado y riesgoso.
- En una interacción entre dos partes, conocer y verificar las identidades de las partes involucradas es condición necesaria para la construcción de un vínculo de confianza. Este vínculo es un aspecto fundamental de las relaciones sociales, comerciales y público-privadas. El primer paso de toda interacción es siempre verificar la identidad de las partes involucradas. Ya sea para registrar una nueva compañía, abrir una cuenta bancaria, anotarse en un club o contratar un servicio. Cuanto menos confianza tienen las partes, más riesgosa y menos deseable será la interacción.
- Estas transacciones también suelen requerir la presentación de documentación adicional, proceso que suele ser ineficiente y hoy ocupa mucho tiempo de las personas. ¿Podemos cambiar esta realidad?

Hoy existe la tecnología para hacerlo. Proponemos cambiar el proceso actual de presentar documentación por otro dónde los individuos únicamente autorizan a un interesado a verificar automáticamente el cumplimiento de condiciones a través de un canal seguro. Este cambio llevaría a una enorme reducción de tiempo en las transacciones, a la vez que elevaría su confiabilidad y seguridad. En un mundo hiperconectado donde lo digital ocupa cada vez más espacio en nuestras vidas, es fundamental que se generen mecanismos confiables, seguros, abiertos y ágiles para interactuar digitalmente con lo que nos rodea sin correr riesgos.

- La existencia de una identidad digital gobernada por las personas y respaldada por un estado posibilitará nuevos escenarios de uso y, entre otras cosas, elevará la confiabilidad y la sustentabilidad en el tiempo. Los mayores beneficios se darán cuando el ecosistema se expanda con la creación de identidades digitales por parte de organizaciones privadas, gane volumen por el incremento de interacciones entre privados y se nutra de la creación de nuevas aplicaciones para canalizar transacciones. Con este protocolo se abren infinitas puertas a terceros para que desarrollen nuevas tecnologías sostenidas en la identidad, ahora de forma segura, ágil y abierta.
- Si bien existen numerosos intentos de implementar sistemas de identidad digital y auto-soberana, el componente intrínsecamente comunitario de este concepto implica la necesidad de una masa crítica de usuarios para su real y efectivo funcionamiento. Es por esto que un estado, dada sus facultades institucionales, es probablemente el mejor organismo para dar un puntapié inicial a este nuevo paradigma, garantizando una adopción masiva a través de la implementación oficial del sistema. Una vez logrado esto, la sociedad en su conjunto se beneficiará, ya que será considerablemente más simple construir nuevos protocolos sobre, o en paralelo a este.
- Por primera vez en la historia de la humanidad es posible crear marcos de confianza por medios puramente tecnológicos, gracias a los avances en el campo de la criptografía que aportan tecnologías como blockchain y zero-knowledge proofs, que permiten evolucionar hacia un paradigma dónde son los mismos individuos y la sociedad los garantes sociales y no unos pocos entes centralizados.
- Existe una comunidad de emprendedores y programadores argentinos que son reconocidos mundialmente por encontrarse a la vanguardia en el desarrollo de estas nuevas tecnologías, que si se complementará con un marco institucional y un accionar coordinado con los organismos del Estado, permitiría crear riqueza, empleos de alta calidad y un posicionamiento de liderazgo para nuestro país en un tema estratégico a nivel mundial.

## 2.2. ¿Para qué? El propósito / Los beneficios esperados

*Nota: esta sección explicará cuál es el propósito del proyecto, poniendo foco en explicar sus impactos y los beneficios que generará en distintas dimensiones.*

- Empoderar a los individuos y evolucionar hacia un paradigma dónde los individuos y la sociedad son los garantes sociales y no unos pocos entes centralizados. Esto se logra con la creación de un Marco de Confianza Digital, formado por un ecosistema abierto, confiable, seguro y transparente, montado sobre una arquitectura descentralizada, de código abierto, donde la confianza está respaldada por la red y no por entes centralizados.
- Potenciar las relaciones entre individuos y las instituciones (públicas y privadas) basadas en la confianza, con un resguardo tecnológico respaldado por los mismos usuarios. Al hacerlo se reemplaza un paradigma regido por fronteras y estructuras de control, por uno descentralizado y fluido.
- Agilizar los tiempos de transacción al simplificar el proceso de verificación de identidad y cumplimiento de requerimientos, devolviendo así tiempo a las personas y reduciendo costos para las empresas. Eliminar la necesidad de presentar documentación, reemplazandola por una sencilla autorización a un interesado de verificar automáticamente la tenencia de una credencial que acredite el cumplimiento de una condición o acceder a información.
- Habilitar nuevas formas de hacer negocios, compartir información y brindar acceso a servicios y recursos gubernamentales. Quién quiera podrá desarrollar y construir sobre la base ofrecida por este protocolo, abriendo innumerables puertas a nuevos proyectos y metodologías que involucren a la identidad como un factor fundamental.

## 2.3. ¿Cómo? El enfoque propuesto

*Esta sección explica cómo se desarrollará y ejecutará el proyecto. El foco no estará puesto en las herramientas específicas a utilizar sino en las metodologías, protocolos y estándares a implementar.*

- Un enfoque de co-creación abierta a todo aquel que quiera colaborar.
- Siguiendo los paradigmas de la identidad auto-soberana.
- Aprovechando las posibilidades que abren nuevos avances en el campo de la criptografía (Ej.: blockchain, ZKP, etc.).



- Aprovechando las capacidades del ecosistema de emprendedores y desarrolladores que existe en Argentina, tanto en el campo de la identidad auto-soberana, como en el campo de las tecnologías utilizadas en redes públicas, descentralizadas y no permissionadas.
- Aprovechando la capacidad de GCBA para impulsar la adopción masiva y lograr rápidamente una masa crítica de usuarios.

## 2.4. ¿Qué? Lo que proponemos hacer

*Nota: esta sección se enfocará en describir el objeto, los elementos que serán construidos o desarrollados como parte del alcance de esta iniciativa.*

*Debe dejar en claro que el objetivo no es desarrollar identidades digitales exclusivamente para su uso en la Ciudad de Buenos Aires ni para ningún otro contexto específico, sino sentar las bases de un protocolo que pueda ser utilizado o incluso replicado por quién sea, dónde sea.*

*El documento no hará énfasis en los stacks tecnológicos a utilizar, sino que planteará una solución, en la mayor medida posible, agnóstica a las herramientas empleadas para su implementación.*

A priori, se identifican los elementos claves que son necesarios para cumplir con el propósito de la iniciativa:

- Un protocolo de identidad digital que permita facilitar y efficientizar la realización de trámites y todo tipo de acciones asociadas a la identidad, y a la vez de habilitar nuevas formas de compartir información y brindar acceso a servicios provistos por todo tipo de instituciones, públicas y privadas. Que sea descentralizado, público, no permissionado, abierto, extensible y capaz de interoperar con otros protocolos similares.
- Una masa crítica de identidades digitales que sirva como “bootstrapping” del ecosistema digital y le de suficiente relevancia como para atraer tanto a nuevos usuarios, como a nuevas instituciones y empresas, logrando de esta forma una dinámica que le permita sostenerse y crecer de manera autónoma.
- Una primera aplicación, patrocinada por el GCBA, que permita el acceso y la interoperabilidad entre todos los servicios que provee el gobierno a través de estándares comunes, de forma que los usuarios perciban beneficios concretos desde una etapa muy temprana.

- Un ecosistema pujante que extienda los servicios inicialmente brindados por el gobierno, para crear nuevas experiencias y mayores beneficios para las personas y organizaciones que residan, transiten u operen en la Ciudad de Buenos Aires, que luego puedan replicarse en otras jurisdicciones o entornos a nivel local, regional y global.

## 2.5. ¿Para quién? Audiencia

Este documento apunta a servir como marco de referencia para agentes gubernamentales, proveedores de software, agentes comerciales, futuros emisores de credenciales privadas, legisladores, reguladores y público en general.

### 3. Trabajos preexistentes

*El tratamiento de la Identidad Digital Descentralizada, es un tema en desarrollo a nivel mundial. Son varios los proyectos existentes en esta temática en diferentes países del mundo. Se han tomado en cuenta estos para el desarrollo de nuestra plataforma.*

#### 3.1. [W3C](#)

El Consorcio World Wide Web (W3C) es una organización internacional que desarrolla estándares abiertos para la World Wide Web. Si bien el W3C está involucrado en muchos aspectos de la web, incluyendo tecnologías como HTML, CSS y estándares de accesibilidad, también ha estado trabajando en temas relacionados con la descentralización e identidad autosoberana en el contexto digital.

##### **Características principales en relación con estos conceptos:**

**Descentralización en el Contexto de W3C, Web Descentralizada:** El W3C promueve la idea de una "web descentralizada", donde las aplicaciones y servicios no dependen de una única entidad central para operar. Esto fomenta la autonomía y la diversidad al permitir que los usuarios sean dueños de sus datos y elijan cómo interactúan en línea.

**Interoperabilidad:** Los estándares desarrollados por el W3C buscan asegurar la interoperabilidad entre sistemas y aplicaciones descentralizadas. Esto permite que diferentes plataformas puedan comunicarse y colaborar de manera eficiente, sin estar sujetas a una autoridad central.

**Identidad Autosoberana (Self-Sovereign Identity) en el Contexto de W3C:**  
**Verificabilidad y Control del Usuario:** El W3C trabaja en estándares que permiten a las personas tener un mayor control sobre su identidad digital. Esto incluye la capacidad de poseer, gestionar y compartir de manera segura sus propias credenciales de identidad, como diplomas o certificados, sin depender de una entidad central.

**Datos Basados en Credenciales:** El enfoque de identidad autosoberana se basa en el uso de "credenciales verificables". Estas son declaraciones digitales que pueden ser verificadas por terceros sin la necesidad de acceder a una base de

datos centralizada. Esto aumenta la privacidad y reduce la exposición de datos sensibles.

**Estándares Abiertos:** El W3C está desarrollando estándares abiertos para la identidad autosoberana, como el estándar Verifiable Credentials (Credenciales Verificables) y el Decentralized Identifiers (DIDs, Identificadores Descentralizados). Estos estándares son fundamentales para crear una infraestructura segura y confiable para la identidad autosoberana en la web.

### 3.2. [Decentralized Identity Foundation](#)

La Decentralized Identity Foundation (DIF) es una organización sin fines de lucro que se centra en el desarrollo y la promoción de estándares y tecnologías relacionados con la identidad autosoberana y la descentralización en el ámbito digital. Su objetivo es capacitar a las personas con el control directo sobre su identidad y sus datos personales en línea.

#### **Algunas de las características clave de la DIF**

**Estándares Abiertos:** La DIF se dedica a desarrollar estándares abiertos que permitan la implementación de sistemas de identidad autosoberana. Estos estándares buscan establecer un marco común para la interoperabilidad y la seguridad en la gestión de la identidad descentralizada.

**Identidad Autosoberana:** La DIF promueve la idea de que las personas deben tener el control total sobre su identidad en línea. Esto implica que los individuos pueden poseer, gestionar y compartir sus propias credenciales de identidad de manera segura y selectiva, sin depender de entidades centrales.

**Descentralización:** La DIF aboga por la descentralización en el manejo de la identidad digital. Esto significa que en lugar de depender de una única entidad centralizada para verificar la identidad, las verificaciones pueden realizarse de manera descentralizada y confiable, sin revelar más información de la necesaria.

**Tecnologías Innovadoras:** La DIF se centra en la investigación y el desarrollo de tecnologías como los Identificadores Descentralizados (DIDs) y las Credenciales Verificables. Estas tecnologías permiten a las personas y a las organizaciones crear, gestionar y verificar identidades de manera segura y eficiente.

**Privacidad y Seguridad:** La descentralización y la identidad autosoberana promovidas por la DIF tienen como objetivo mejorar la privacidad y la seguridad de los usuarios al minimizar la exposición de datos y reducir los riesgos asociados con bases de datos centralizadas.

### 3.3. [Sovrin Foundation](#)

Sovrin es una red de identidad digital descentralizada, basada en tecnología blockchain, diseñada para proporcionar a los individuos el control completo de su identidad en línea. Esta plataforma permite a las personas interactuar y autenticarse de manera segura en diversos servicios digitales, sin tener que depender de intermediarios centralizados.

#### **Características Principales**

**Arquitectura Descentralizada:** Sovrin opera en una red distribuida de nodos validadores, que funcionan como un libro mayor descentralizado. Esto garantiza que la identidad de un individuo esté respaldada por una infraestructura segura y resiliente, sin puntos únicos de falla.

**DIDs y Verifiable Credentials:** Sovrin utiliza Identificadores Descentralizados (DIDs) para representar a cada sujeto en la red. Además, implementa Verifiable Credentials (credenciales verificables) para respaldar la emisión y validación de pruebas de identidad y atributos verificables.

**Privacidad y Seguridad:** Sovrin se basa en criptografía de clave pública y algoritmos de firma digital para proteger la privacidad de los datos del usuario. Los usuarios mantienen el control exclusivo sobre sus claves privadas y pueden compartir solo la información relevante para cada interacción sin revelar datos adicionales.

**Interoperabilidad:** Sovrin es compatible con otros estándares de identidad digital, lo que facilita la integración con otras redes y plataformas. Esto permite que diferentes sistemas interactúen y validen identidades a través de las fronteras de las aplicaciones.

**Alcances**  
**Identidad Digital Autosoberana:** Sovrin aborda el problema de la identidad digital autosoberana, permitiendo a los usuarios tener un control total y soberano sobre su identidad y datos personales en línea.

### 3.4. [Trust Over IP](#) (ToIP)

Es una iniciativa busca establecer un marco de identidad digital autosoberana basado en tecnología descentralizada.

#### **Características Principales**

**Autosoberanía:** ToIP se centra en la autosoberanía, lo que permite a los usuarios tener el control exclusivo de sus datos personales y decidir cómo y cuándo compartirlos.

**Interoperabilidad:** El protocolo fomenta la interoperabilidad entre diferentes sistemas de identidad digital, lo que permite una integración fluida y segura con diversas plataformas y aplicaciones.

**Estandarización Abierta:** TolP se basa en estándares abiertos y tecnologías de código abierto, promoviendo la colaboración y el desarrollo conjunto entre múltiples actores.

**Enfoque en la Privacidad y Seguridad:** El protocolo prioriza la protección de la privacidad y la seguridad de los datos del usuario, utilizando técnicas avanzadas de cifrado y autenticación.

**Gobernanza Colaborativa:** TolP se rige por una gobernanza colaborativa que involucra a múltiples partes interesadas, incluidas organizaciones gubernamentales, empresas y la sociedad civil.

**Consentimiento Informado:** Los usuarios deben otorgar su consentimiento informado para compartir su información, asegurando que siempre mantengan el control sobre sus datos.

**Enfoque en la Identidad Verificable:** TolP impulsa la creación y verificación de identidades digitales verificables, lo que garantiza la autenticidad y confiabilidad de la información compartida.

### 3.5. [Estado de Colorado](#)

El sistema implementado en el Estado de Colorado, USA, para la identidad digital autosoberana ofrece a los usuarios un mayor control sobre sus datos personales.

#### **Características Principales**

**Autosoberanía y Control del Usuario:** El sistema permite que los usuarios tengan control total sobre sus datos personales y su identidad en línea. Los usuarios pueden decidir qué información compartir y con qué servicios compartirla, manteniendo un alto grado de autonomía sobre su identidad digital.

**Tecnología Blockchain:** La implementación utiliza tecnología blockchain para garantizar la seguridad, inmutabilidad y descentralización de los datos del usuario. Esto evita la dependencia de una autoridad central y mejora la protección de la privacidad.

**Verificación Descentralizada:** El sistema permite la verificación descentralizada de identidad, lo que elimina la necesidad de confiar en terceros intermediarios. Los usuarios pueden realizar verificaciones directamente con entidades confiables, asegurando una mayor confidencialidad.

**Cumplimiento con Regulaciones:** El sistema cumple con las regulaciones de protección de datos y privacidad aplicables en el Estado de Colorado y en los Estados Unidos, asegurando que los datos del usuario sean tratados de manera adecuada y legal.

**Consentimiento Informado:** Los usuarios deben otorgar su consentimiento informado para compartir sus datos, lo que garantiza la transparencia y el control sobre su información personal.

**Seguridad y Privacidad:** La seguridad y la protección de datos son pilares fundamentales del sistema, asegurando que los datos del usuario estén resguardados de posibles amenazas o brechas de seguridad.

**Facilitar el Acceso a Servicios:** El sistema busca facilitar el acceso a servicios gubernamentales y privados en línea, proporcionando una identidad digital segura y verificable.

### 3.6. [Unión Europea](#) (eIDAS 2.0)

#### **Características Principales**

**Reconocimiento Transfronterizo:** eIDAS tiene como objetivo facilitar el reconocimiento transfronterizo de identidades electrónicas emitidas en los Estados miembros de la UE. Esto permite a los ciudadanos y empresas utilizar su identificación digital en cualquier país miembro, eliminando la necesidad de múltiples identidades para acceder a servicios en línea en diferentes países.

**Niveles de Confianza:** eIDAS establece niveles de confianza para los esquemas de identificación electrónica, que van desde niveles bajos (para servicios con menor riesgo) hasta niveles más altos (para servicios más críticos). Esto permite una clasificación clara de la seguridad y confiabilidad de los esquemas de identificación electrónica.

**Notificación y Reconocimiento:** Los Estados miembros de la UE deben notificar a la Comisión Europea sobre los esquemas de identificación electrónica que establezcan. La Comisión luego evalúa y publica una lista de los esquemas reconocidos, lo que garantiza la armonización y la aceptación transfronteriza de los mismos.

**Sellos de Tiempo y Firmas Electrónicas:** eIDAS también cubre los servicios de confianza, como sellos de tiempo y firmas electrónicas avanzadas, que proporcionan integridad y autenticidad a los documentos y transacciones electrónicas.

**Protección de Datos y Privacidad:** eIDAS incluye disposiciones para proteger los datos personales y garantizar la privacidad de los usuarios en el contexto de la identificación electrónica.

**Autosoberanía:** eIDAS permite que los usuarios tengan control absoluto sobre sus datos personales, lo que significa que ellos deciden qué información compartir y con quién.

**Privacidad y Seguridad:** El protocolo garantiza la privacidad y seguridad de los datos del usuario mediante técnicas avanzadas de cifrado y tecnologías de blockchain.

**Gestión Descentralizada:** eIDAS adopta un enfoque descentralizado, eliminando intermediarios y asegurando los datos de forma segura y resiliente.

**Consentimiento Informado:** Los usuarios deben otorgar su consentimiento informado para compartir sus datos, lo que garantiza que siempre tengan control sobre qué información se comparte.

**Revocación de Acceso:** eIDAS ofrece mecanismos de revocación para que los usuarios puedan retirar su consentimiento en cualquier momento y controlar el acceso a sus datos.

**Interoperabilidad:** El protocolo es compatible con otros sistemas y plataformas, lo que permite una integración fluida con diversas aplicaciones y servicios.

### 3.7. [DIACC](#)

DIACC es una organización sin fines de lucro que busca fomentar la adopción de identidades digitales seguras, confiables e interoperables en Canadá y a nivel internacional.

#### **Características Principales**

**Estandarización e Interoperabilidad:** DIACC trabaja para desarrollar estándares y directrices que permitan la interoperabilidad entre diferentes sistemas de identidad digital. La estandarización es esencial para garantizar que las identidades digitales puedan utilizarse de manera segura y eficiente en diversas plataformas y servicios.

**Participación Multiactor:** DIACC promueve la colaboración entre diferentes actores, incluidos gobiernos, empresas, organizaciones sin fines de lucro y proveedores de tecnología. Esto garantiza que se aborden diversas perspectivas y necesidades, y que las soluciones desarrolladas sean inclusivas y adecuadas para diversos casos de uso.

**Privacidad y Seguridad:** Pone un fuerte énfasis en la privacidad y seguridad de las identidades digitales. Trabaja en la implementación de marcos que protejan los datos personales de los usuarios y aseguren la integridad de las transacciones en línea.

**Pruebas de Concepto y Pilotos:** DIACC impulsa proyectos de prueba de concepto y pilotos para probar la viabilidad y la eficacia de diferentes soluciones de identidad digital. Estas pruebas permiten aprender de la experiencia y ajustar las soluciones antes de una implementación a gran escala.

**Colaboración Internacional:** DIACC participa en iniciativas internacionales para promover la adopción global de la identidad digital autosoberana. Trabaja en



colaboración con otras organizaciones y consorcios para impulsar estándares y prácticas comunes en el campo de la identidad digital.

**Identidad Digital Autosoberana:** DIACC se esfuerza por fomentar la adopción de soluciones de identidad digital autosoberana en Canadá y más allá, con el objetivo de empoderar a los usuarios con el control de sus datos personales.

**Derechos del Usuario:** Al centrarse en la privacidad y seguridad, DIACC busca proteger los derechos y la privacidad de los usuarios en el entorno digital, garantizando que tengan un control adecuado sobre sus datos personales.

### 3.8. [DID Alliance](#)

DID Alliance es una iniciativa colaborativa de Corea del Sur, que busca promover la adopción de Identidad Digital Autosoberana (DID) a nivel global.

#### **Características Principales**

**Estándares Abiertos y Open Source:** La DID Alliance promueve la adopción de estándares abiertos y tecnologías de código abierto. Esto facilita la interoperabilidad y la adopción global de soluciones de identidad digital autosoberana.

**Estándares de Identidad Descentralizados (DID):** La DID Alliance trabaja en el desarrollo de estándares técnicos para la creación, gestión y verificación de Identidades Descentralizadas (DID). Estos estándares garantizan la interoperabilidad y la compatibilidad entre diferentes sistemas y soluciones de identidad digital.

**Métodos de Autenticación y Firma Digital:** La alianza promueve el desarrollo de métodos seguros de autenticación y firma digital para validar la identidad del usuario de manera confiable y asegurar la integridad de las transacciones en línea.

**Criptografía y Seguridad:** Se enfoca en aspectos de seguridad, como la criptografía y la protección de datos, para garantizar que la identidad digital del usuario esté protegida contra posibles ataques y brechas de seguridad.

**Interoperabilidad de Sistemas:** Trabaja en la definición de estándares y prácticas que permitan la interoperabilidad entre diferentes sistemas de identidad digital, lo que facilita la integración de soluciones de distintos proveedores.

**Gobernanza de Identidades:** La DID Alliance considera aspectos relacionados con la gobernanza de identidades, como la gestión de consentimiento y

revocación de datos, para asegurar que los usuarios tengan el control total sobre su identidad y datos personales.

**Infraestructura Técnica Descentralizada:** La alianza promueve el uso de infraestructuras técnicas descentralizadas, como la tecnología blockchain, para garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos del usuario sin depender de una entidad centralizada.

**Identidades Verificables:** La DID Alliance trabaja en el desarrollo de identidades verificables, que permiten que terceros confiables validen la autenticidad y precisión de los atributos de identidad compartidos por el usuario.

### 3.9. [SingPass](#)

SingPass es un innovador sistema de autenticación en línea utilizado en Singapur, que se destaca por sus características claves de descentralización e identidad autosoberana.

#### **Características Principales**

**Descentralización:** SingPass se basa en un enfoque descentralizado que permite a los usuarios tener un mayor control sobre sus datos personales. A través de la descentralización, los usuarios pueden almacenar y gestionar su información de identidad de manera más segura, evitando la concentración de datos en un solo lugar y minimizando los riesgos de seguridad y privacidad.

**Identidad Autosoberana:** SingPass promueve la idea de una identidad autosoberana, lo que significa que los usuarios tienen la capacidad de poseer y gestionar su propia identidad en línea de manera independiente. Esto les otorga el poder de compartir selectivamente la información necesaria para acceder a servicios sin revelar más datos personales de los necesarios.

**Autenticación Segura:** Además de la descentralización y la identidad autosoberana, SingPass mantiene altos estándares de autenticación segura. Combina métodos de autenticación tradicionales, como nombre de usuario y contraseña, con elementos de autenticación de dos factores, como códigos de un solo uso y autenticación biométrica, garantizando un acceso sólido y confiable.

**Amplia Gama de Servicios:** SingPass permite a los usuarios acceder a una amplia variedad de servicios gubernamentales y privados en línea, como presentación de impuestos, solicitud de permisos, acceso a registros médicos y más, brindando una solución integral y conveniente.

**Facilita la Interacción con el Gobierno:** SingPass simplifica la relación con el gobierno y otros proveedores de servicios al permitir a los usuarios autenticarse de manera segura y acceder a servicios en línea desde cualquier lugar y en cualquier momento.

### 3.10. [UKAS GOV.UK](https://www.gov.uk)

Desarrollado por una serie de departamentos gubernamentales y agencias, incluyendo: Gobierno Digital, Departamento de Trabajo y Pensiones, Departamento de Justicia, Departamento de Salud y Cuidado Social, Ministerio del Interior, Ministerio de Educación, Oficina de Estadísticas Nacionales y Oficina de Auditoría Nacional. Estos departamentos y agencias trabajan en conjunto para crear y mantener el sitio web, y para asegurarse que proporciona la información y los servicios que los ciudadanos necesitan.

GOV.UK también permite a los ciudadanos controlar su propia información y privacidad. El sitio web ofrece una serie de características para ayudar a los ciudadanos a crear y gestionar sus propias cuentas, y la capacidad de elegir quién tiene acceso a su información.

#### **Características Principales**

**Blockchain:** utiliza tecnología blockchain para almacenar y gestionar datos de identidad. Esto permite a los ciudadanos controlar su propia identidad y compartirla con las organizaciones gubernamentales de forma segura y privada.

**Wallets:** utiliza wallets para almacenar claves criptográficas que los ciudadanos utilizan para acceder a sus datos de identidad. Las wallets están protegidas por medidas de seguridad avanzadas, como la autenticación de dos factores.

**Identidad autosoberana:** GOV.UK está comprometido con la identidad autosoberana. Esto significa que permite a los ciudadanos controlar su propia identidad y compartirla con las organizaciones gubernamentales de forma segura y privada. GOV.UK ofrece una serie de funcionalidades para ayudar a los ciudadanos a lograr esto, como la capacidad de crear y gestionar sus propias cuentas, y la capacidad de elegir quién tiene acceso a su información.

### 3.11. [IDunion](#)

Es un proyecto de identidad digital descentralizada que se está desarrollando en Alemania. El objetivo del proyecto de investigación es construir una infraestructura segura e innovadora que permita la verificación de datos de identidad y se base en una base de datos descentralizada operada conjuntamente.

#### **Características principales**

**Descentralización:** La identidad de cada usuario se almacenará en un nodo de la blockchain, lo que significa que no estará controlada por ninguna entidad central. Se basa en la tecnología blockchain para almacenar y gestionar los datos de identidad.

**Privacidad y Seguridad:** Los usuarios podrán controlar su propia identidad y compartirla con los servicios que necesiten.

**Identidad Autosoberana:** Los usuarios podrán controlar sus propios datos personales y decidir quién tiene acceso a ellos.

**Wallet:** IDunion utiliza una billetera digital para almacenar los datos de identidad del usuario. La billetera digital está protegida por una clave privada que solo conoce el usuario.

**DID:** utiliza identificadores descentralizados (DID) para representar la identidad del usuario. Los DID son únicos, seguros y no están asociados con ninguna entidad central.

**Autosoberanía de los datos:** IDunion permite a los usuarios controlar sus datos de identidad. Los usuarios pueden decidir quién tiene acceso a sus datos y cómo se utilizan.

### 3.12. [TADIF Australia](#)

TADif Australia es un proyecto de identidad digital descentralizada (DID) que se está desarrollando en Australia. El proyecto está financiado por el gobierno australiano y está liderado por la Universidad de Sídney. Los usuarios pueden crear sus propias identidades digitales y compartirlas con los servicios que necesitan. Los servicios pueden verificar la identidad de los usuarios sin tener que almacenar sus datos personales.

## **Características principales**

**Descentralización:** La identidad de cada usuario se almacenará en un nodo de la blockchain, lo que significa que no estará controlada por ninguna entidad central.

**Identidad Autosoberana:** Los usuarios podrán controlar sus propios datos personales y decidir quién tiene acceso a ellos.

**Wallet:** utiliza una billetera digital para almacenar los datos de identidad del usuario. La billetera digital está protegida por una clave privada que solo conoce el usuario.

**DID:** Utiliza identificadores descentralizados (DID) para representar la identidad del usuario. Los DID son únicos, seguros y no están asociados con ninguna entidad central.

## 4. Conceptos de Identidad Auto-Soberana

Este capítulo contiene las definiciones de términos relevantes en el ámbito de la Identidad Auto-Soberana que se utilizarán a lo largo del documento.

### 4.1. Definición de Identidad Auto-Soberana

Según Sovrin, “identidad auto-soberana (Self-sovereign identity o SSI por sus siglas en inglés) es un término utilizado para describir el movimiento digital que reconoce que un individuo debe poseer y controlar su identidad sin la intervención de autoridades administrativas. La SSI permite a las personas interactuar en el mundo digital con la misma libertad y capacidad de confianza que en el mundo físico”<sup>1</sup>. En 2016, Christopher Allen estableció los 10 principios para la identidad auto-gestionada que se han convertido en una referencia en el campo (ver [Anexo I](#)).

### 4.2. Terminología

#### Identificador descentralizado o DID (por sus siglas en inglés)

Un identificador persistente y globalmente único que no requiere una autoridad de registro centralizada porque se genera y/o registra utilizando una arquitectura descentralizada (Ej.: blockchain).

#### Esquema DID (DID scheme)

El esquema DID genérico es un esquema URI conforme con [\[RFC3986\]](#).



Mientras el formato genérico de un DID se define en la especificación [DID-CORE](#) del W3C, cada [Método DID](#) en particular define sus esquemas DID específicos, que cumplen con la especificación [DID-CORE](#) pero a la vez incluyen sus particularidades en el segmento “DID Method-Specific Identifier” mostrado en la figura anterior.

<sup>1</sup> [Sovrin - Self-sovereign identity \(SSI\)](#)

## Sujeto de un DID (DID Subject)

Según la especificación [DID-CORE](#) del W3C, el “sujeto de un DID” es, por definición, la entidad identificada por el DID. Tanto las personas, como las organizaciones, pero también las cosas, o incluso los conceptos, podrían ser el sujeto de un DID.

## Controlador de DID (DID Controller)

Un controlador de DID es una entidad autorizada para realizar cambios en un [documento DID](#). El proceso de autorización de un controlador de DID está definido por el [método DID](#).

## Documentos DID

Los “documentos DID” contienen información asociada con un DID. Por lo general, expresan métodos de verificación, como claves públicas de criptografía asimétrica y “end-points” a servicios relevantes para las interacciones con el sujeto DID. Las propiedades genéricas admitidas en un documento DID se especifican en la sección “[Core Properties](#)” de la especificación [DID-CORE](#) del W3C.

## Métodos DID (DID Methods)

Un método DID es una implementación específica de la especificación [DID-CORE](#) del W3C, adaptada a requerimientos particulares. Define e implementa la forma de llevar a cabo las características descritas en dicha especificación. Usualmente, estos métodos están vinculados a un [registro de datos verificable](#) específico.

Cada método DID establece su propio “[esquema de DID](#)”, así como la manera de crear, resolver, actualizar y desactivar un DID bajo su dominio. Aunque cada método DID tiene autonomía para detallar su implementación, como la forma de establecer su propio “[registro de datos verificable](#)”, deben adherirse a las directrices estipuladas en la sección “[Methods](#)” de la especificación [DID-CORE](#) del W3C.

Por lo general, un método DID requiere implementar un “[DID Resolver](#)” para administrar las operaciones de lectura o resolución de un DID, y un “[DID Manager](#)” para manejar el registro, actualización y desactivación de los DIDs bajo ese método.

## DID resolvers y resolución de un DID

Un "DID resolver" es un componente que sigue una interfaz web estándar proporcionada por cada Método DID. Su función es tomar un DID y un conjunto de opciones de resolución como entrada, y producir como salida un documento DID que cumple con el estándar [DID-CORE](#). Este proceso se conoce como la resolución del DID. Aunque los pasos para resolver un tipo específico de DID están definidos por la especificación de cada Método DID en particular, las entradas y salidas de este proceso se encuentran descritas en la sección [7.1 de Resolución de DID](#) de dicha especificación.

## DID Manager

Un "DID manager" es un componente que sigue una interfaz web estándar proporcionada por cada [Método DID](#), que permite gestionar las operaciones de registro, actualización y desactivación de los DIDs siguiendo las especificaciones de [DID-CORE](#) del W3C, así como también las del Método DID en particular.

Toda especificación de un [método DID](#) debe establecer claramente qué se considera una actualización en un documento DID y cómo un [controlador](#) de DID puede llevar a cabo dicha actualización o indicar que no es posible realizar cambios. Esto implica la definición del proceso de autorización necesario para ejecutar las operaciones de registro o actualización de un [DID Document](#), incluyendo cualquier proceso criptográfico necesario.

## Registros de datos verificables

Un sistema que permite registrar los DIDs y la información necesaria para producir sus "documentos DID" asociados. Estos registros típicamente utilizan algún tipo de almacenamiento descentralizado que permite la verificación de los datos sin necesidad de tener una autoridad de registro (Ej.: blockchain).



## 5. Introducción a QuarkID

QuarkID define un **protocolo** y una **arquitectura**, basados íntegramente en un **conjunto de especificaciones** públicas y abiertas desarrolladas por diversas organizaciones dedicadas al desarrollo de estándares, fundaciones y consorcios de la industria relacionados con la “[identidad digital auto-soberana](#)” (**SSI**, por sus siglas en inglés).

Las siguientes secciones de este capítulo introducen conceptos fundamentales que contextualizan las definiciones adoptadas en el diseño de QuarkID. Estas definiciones delinean aspectos clave en términos de arquitectura y protocolo y se detallarán en los capítulos “[Stack Tecnológico de QuarkID](#)” y “[Stack de Gobernanza de QuarkID](#)”.

### 5.1. Contexto de SSI

Dentro del ámbito de [SSI](#), el paisaje tecnológico y normativo es vasto y está en constante evolución. Aunque existen estándares como los del [W3C](#) y especificaciones de organizaciones prestigiosas como la [DIF](#) o [Hyperledger](#), la coexistencia de diferentes visiones y la divergencia de intereses entre estos grupos han generado múltiples interpretaciones y enfoques en aspectos cruciales de una solución de identidad digital.

Esta variedad de enfoques y tecnologías refleja tanto la riqueza como la complejidad de este campo, lo que convierte la implementación de una solución de identidad digital en un conjunto de decisiones tecnológicas, políticas y filosóficas que representan un desafío considerable.

Estas decisiones son críticas en términos de arquitectura y selección de protocolos, dado que diferencias en la elección de protocolos específicos y su implementación en la arquitectura determinarán en gran medida cómo se gestionarán las identidades digitales auto-soberanas en QuarkID.

Para tomar decisiones informadas, en cada punto de decisión es crucial comprender las sutilezas de estas diferencias y contrastarlas con los objetivos, el contexto y las necesidades de QuarkID, para garantizar una solución robusta y adecuada al contexto particular de esta iniciativa.

## 5.2. Protocolos vs Arquitectura vs Especificaciones

En el contexto de QuarkID, la relación entre un protocolo, una arquitectura y un conjunto de especificaciones se define de la siguiente manera:

- Protocolo:

Un protocolo se refiere a un conjunto de reglas y estándares que rigen la comunicación y las interacciones entre diferentes partes en el ecosistema de identidad digital. Los protocolos definen cómo se deben llevar a cabo las operaciones y cómo se deben proteger los datos en el proceso de gestión de identidad, siendo esenciales para garantizar la interoperabilidad y la seguridad en todo el sistema.

Ejemplos de protocolos en [SSI](#) incluyen [DIDComm](#) para la comunicación segura y [Sidetree](#) para gestionar Identificadores Descentralizados (DIDs) de manera eficiente. Cada protocolo tiene un propósito específico y define cómo se deben realizar ciertas tareas dentro del proceso de gestión de identidad digital.

- Arquitectura:

La arquitectura se refiere a la estructura y el diseño general del sistema de identidad digital auto-soberana. Esta arquitectura define cómo se organizan y relacionan los componentes clave del sistema, como los [DIDs](#) (Identificadores Descentralizados), las VC (Credenciales Verificables), los [DID Resolvers](#), las [billeteras digitales](#), las aplicaciones verificadoras, etc.

La arquitectura de QuarkID se basa en principios fundamentales de descentralización, privacidad, seguridad y control del usuario. Define cómo los protocolos se implementan y trabajan juntos para lograr estos objetivos en el contexto de la identidad digital.

- Especificaciones:

Las especificaciones consisten en documentos detallados que proporcionan orientación específica sobre cómo los protocolos deben ser utilizados, cómo los componentes deben ser construidos y cómo se deben realizar ciertas operaciones en el contexto de la identidad digital auto-soberana. Ejemplos de estas especificaciones incluyen [Decentralized Identifiers](#) (DIDs), [Verifiable Credentials](#) (VCs) y [Decentralized Web Nodes](#) (DWNs).

### 5.3. QuarkID principios y enfoque de diseño

QuarkID está inspirado y fundamentado en el modelo desarrollado por la fundación “[Trust Over IP](#)” (ToIP), que se describirá más adelante en este documento. QuarkID utiliza ToIP como herramienta fundamental para guiar sus decisiones en el proceso de diseño, identificando y organizando las diversas bifurcaciones en el camino de su implementación. Los creadores de ToIP han identificado meticulosamente estas bifurcaciones y las han integrado en su modelo, facilitando así la navegación de QuarkID por el vasto y complejo dominio del [SSI](#).

Basándonos en el modelo ToIP, durante la definición de QuarkID se evaluó una amplia gama de estándares, especificaciones, tecnologías y enfoques. A partir de esta evaluación, se seleccionaron e integraron cuidadosamente los elementos más adecuados para su propósito. Estos elementos definen aspectos clave en términos de arquitectura y protocolo, los cuales se detallarán en los capítulos “[Stack Tecnológico de QuarkID](#)” y “[Stack de Gobernanza de QuarkID](#)”.

Es crucial subrayar que el enfoque de diseño de QuarkID apunta a minimizar la incorporación de nuevas especificaciones o componentes propietarios. En lugar de ello, se enfatiza la documentación de las decisiones tomadas durante su concepción. Esta metodología tiene como objetivo proporcionar claridad y coherencia en la implementación, evitando añadir complejidad innecesaria al vasto panorama de [SSI](#).

En consecuencia, QuarkID se fundamenta íntegramente en un conjunto de especificaciones públicas y abiertas, formuladas por organizaciones como el [W3C](#) y la [Decentralized Identity Foundation](#), entre otros prestigiosos grupos de trabajo vinculados a [SSI](#).

El objetivo final es permitir que cualquier entidad familiarizada con las especificaciones públicas y abiertas que sustentan QuarkID pueda comprender a fondo su implementación. Esta transparencia, a su vez, promoverá la aparición de diversas implementaciones de QuarkID, adaptadas a distintas necesidades, pero todas capaces de interoperar armoniosamente dentro del ecosistema QuarkID.

## 6. El modelo Trust over IP (ToIP)

Como se ha mencionado, QuarkID se inspira y fundamenta en el enfoque de la Fundación “[Trust Over IP](#)”<sup>2</sup>, que propone un marco para establecer y gestionar la confianza en las interacciones digitales, asegurando la identidad, la privacidad y la verificabilidad de las transacciones en línea. Este enfoque no solo atiende al aspecto tecnológico del [Self-Sovereign Identity](#) (SSI), sino que también incorpora una dimensión de gobernanza, permitiendo a QuarkID presentar una visión holística en la que tecnología y gobernanza se complementan para una implementación efectiva del [SSI](#).

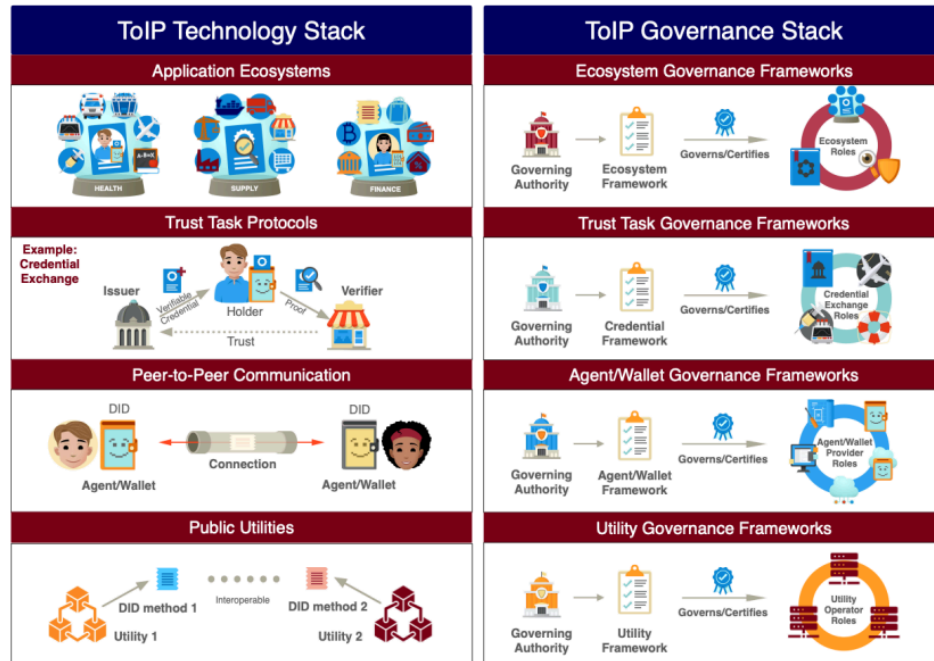
La Fundación ToIP enfatiza que la integración de gobernanza y tecnología es crucial para avanzar hacia un sistema de identidad descentralizado, universal, confiable e interoperable. Este sistema es la base de un nuevo **"marco de confianza digital"**, que responde a los requisitos legales, comerciales y sociales de las interacciones entre individuos, organizaciones y cosas en un contexto global y digital, característico del siglo XXI.

Este modelo destaca especialmente la gobernanza, argumentando que la tecnología, por sí sola, no es suficiente para generar confianza, dado que la confianza es, en esencia, una creencia psicológica de los seres humanos (o grupos de ellos). Por lo tanto, es fundamental diseñar tecnologías que tengan en cuenta el comportamiento humano para construir confianza de manera integral.

Basándose en estos principios, el modelo ToIP propone un "stack" completo para establecer **"confianza digital"** a escala de Internet y facilitar la creación de **"ecosistemas de confianza digital"** interoperables de cualquier tipo y tamaño. La siguiente figura muestra el diseño en dos dimensiones – tecnología y gobernanza – del stack de ToIP.

---

<sup>2</sup> [Trust Over IP model](#)



Para facilitar la comprensión de cómo se gestiona el **"flujo de confianza"** en el modelo ToIP, habitualmente se hace una analogía con el tránsito de paquetes de datos en Internet a través del Protocolo de Internet (IP), enfatizando la **descentralización**, la **estandarización** y la **interoperabilidad**.

En Internet, los paquetes de datos se trasladan de un punto a otro a través de una serie de nodos, usando direcciones IP para encontrar la ruta más eficiente. Este proceso, descentralizado y basado en reglas y protocolos estandarizados, permite la interoperabilidad entre distintas redes y dispositivos.

De forma similar, el Modelo ToIP propone una arquitectura de múltiples capas que abarca desde la tecnología de infraestructura subyacente hasta las aplicaciones para usuarios finales. Las capas inferiores se centran en la conexión segura y la transmisión de datos, mientras que las superiores abordan la creación y gestión de relaciones de confianza digitales. La confianza "fluye" de una capa a otra, y de un ecosistema a otro, asegurando que las identidades digitales y transacciones sean verificables y seguras a través de distintos dominios y plataformas.

De esta forma y en última instancia, ToIP facilita la evolución de Internet **desde una red de redes a un ecosistema de ecosistemas de confianza digital**, donde la identidad, la privacidad y la verificabilidad de las transacciones están aseguradas por diseño, en esta nueva capa global de confianza digital.

Este avance significativo hacia una infraestructura más segura y confiable no surge de manera aislada; es el resultado de un esfuerzo colaborativo y multidisciplinario que integra diversas perspectivas y conocimientos.

Para el desarrollo del modelo [ToIP](#), fue esencial armonizar e integrar una vasta diversidad de conocimientos, visiones, estándares, especificaciones y componentes tecnológicos generados en [trabajos preexistentes](#) en el ámbito de la identidad digital auto-soberana. Todos estos elementos se liberaron de forma pública y abierta, facilitando su adaptación a diferentes contextos sin perder la interoperabilidad entre implementaciones. La Fundación ToIP trabaja en estrecha colaboración con otras organizaciones, fundaciones y consorcios de la industria dedicados al desarrollo de estándares. Su misión es fusionar estándares abiertos, arquitecturas y protocolos en un conjunto unificado y coherente, con el fin de erigir una “infraestructura de confianza digital” a escala de Internet.

Como se muestra en la figura anterior, el modelo [ToIP](#) se organiza en cuatro niveles. Cada uno de ellos presenta una dimensión de gobernanza y otra de tecnología, y se centra en abordar problemáticas concretas:

- Nivel 1: [Servicios Públicos de DIDs](#)
- Nivel 2: [Billeteras y agentes digitales](#)
- Nivel 3: [Credenciales verificables](#)
- Nivel 4: [Ecosistemas de confianza digital](#)

Cada nivel del modelo [ToIP](#) propone una **arquitectura de referencia**, acompañada de **protocolos**, **especificaciones** y **componentes tecnológicos** pertinentes. Todos los elementos presentados por ToIP son públicos y abiertos, ofrecidos bajo una licencia que favorece su uso, modificación y redistribución. Esto alienta su reutilización en diversas implementaciones, simplificando así el proceso y reduciendo la complejidad inherente.

El modelo también identifica y organiza las diversas variantes o bifurcaciones que pueden existir para cada aspecto de cada nivel, lo que facilita la toma de decisiones críticas en cada uno de los niveles.

Los capítulos “[Stack Tecnológico de QuarkID](#)” y “[Stack de Gobernanza de QuarkID](#)”, que se incluyen más adelante en este documento, presentan las definiciones realizadas para adaptar el modelo [ToIP](#) a las necesidades específicas de QuarkID.

## 6.1. Nivel 1: Servicios públicos de DIDs

Este nivel implementa un conjunto de servicios públicos y abiertos necesarios para crear, administrar, resolver y verificar [identificadores descentralizados](#) o [DIDs](#), que constituyen las raíces criptográficas sobre las cuales se basa la construcción de la identidad digital “auto-soberana”.

## 6.2. Nivel 2: Billeteras y agentes digitales

Este nivel implementa las wallets y los agentes que necesitan las personas, las organizaciones y las "cosas" digitales (o los gemelos digitales de cosas no digitales) para aceptar, almacenar e intercambiar credenciales digitales utilizando protocolos estándares de comunicación peer-to-peer tales como [DIDComm](#).

## 6.3. Nivel 3: Credenciales Verificables

Este nivel implementa el “**triángulo de confianza de credenciales verificables**” que permite establecer relaciones de confianza transitivas entre tres partes – emisores, titulares y verificadores – utilizando formatos y protocolos de intercambio de datos para credenciales verificables.

## 6.4. Nivel 4: Ecosistemas de confianza digital

Este nivel facilita el desarrollo de "**ecosistemas de confianza digital**", constituidos por familias completas de aplicaciones que comparten un conjunto de credenciales y un "**marco de gobernanza**". Este último especifica el propósito, los principios, las políticas y las autoridades de gobernanza aplicables en cada ecosistema, para cada uno de los cuatro niveles del stack.

## 7. Stack Tecnológico de QuarkID

En este capítulo se presentan definiciones tecnológicas críticas realizadas para cada uno de los cuatro niveles del modelo [ToIP](#) con el fin de lograr un diseño que responda a las necesidades específicas de QuarkID.

### 7.1. QuarkID Nivel 1: Servicios Públicos de DIDs

Este nivel implementa un conjunto de servicios públicos y abiertos necesarios para crear, administrar, resolver y verificar [identificadores descentralizados](#) o [DIDs](#), que constituyen las raíces criptográficas sobre las cuales se basa la construcción de la identidad digital “auto-soberana”.

#### Identificadores descentralizados (DIDs)

En los últimos años, se han desarrollado distintas aproximaciones para abordar la problemática de identificadores únicos y descentralizados aplicados al dominio de la Identidad Descentralizada. Entre ellas, se pueden mencionar las siguientes: W3C Decentralized Identifiers ([DIDs](#)), Key Event Receipt Infrastructure ([KERI](#)) y Ethereum Name Service ([ENS](#)).

Aunque todas estas aproximaciones cubren, en cierta medida, los requerimientos de QuarkID, el Nivel 1 del modelo [ToIP](#) se implementó siguiendo el enfoque de [DIDs](#) propuesto por el W3C y detallado en la especificación [DID-CORE](#). Esta elección se basa en dos factores principales: **mejor cobertura de los requerimientos específicos y adopción y avance tecnológico**.

La especificación [DID-CORE](#) del W3C no solo ofrece una mejor cobertura a los requerimientos específicos de QuarkID, sino que, como estándar formal del W3C, también está siendo ampliamente adoptada por diversos gobiernos, organismos multilaterales y ecosistemas digitales alrededor del mundo.

Además, muchas de las otras aproximaciones están convergiendo hacia la especificación [DID-CORE](#) del W3C, lo que facilitará la interoperabilidad en el futuro cercano. Por ejemplo, en el caso de [KERI](#), ya ha sido incorporado como un grupo de trabajo en la [Decentralized Identity Foundation](#), y se está desarrollando un nuevo Método DID llamado '[did:keri](#)'. Asimismo, en el caso de [ENS](#), [Veramo](#) (anteriormente [uPort](#)) está implementando otro Método DID ('[did:ens](#)') que permite generar dinámicamente un DID y su correspondiente Documento DID para cada nombre publicado en ENS, utilizando los datos almacenados en dicho registro. Este Método DID ha sido registrado como '[did:ens](#)' en el [W3C DID registry](#).



## Método DID QuarkID (did:quarkid)

QuarkID implementa su propio [método DID](#), denominado **did:quarkid**, para administrar los DIDs generados dentro de su dominio. Esta decisión permite adaptar sus características a los objetivos, requerimientos y necesidades específicas de QuarkID, asegurando una solución robusta y adecuada al contexto particular de la iniciativa. Este método se registrará formalmente en el [W3C DID registry](#) para su reconocimiento a nivel global.

La implementación del [método DID](#) en QuarkID se fundamenta en el protocolo [Sidetree](#), aprovechando la [implementación de referencia](#) de código abierto bajo la licencia Apache 2.0 asociada a dicho protocolo. Esta implementación ha sido ampliada para incorporar características específicas de QuarkID, entre las que se incluyen:

- La posibilidad de tener múltiples controladores de DID ([DID controllers](#)).
- El versionado de los documentos DID ([DID Document](#)).
- La capacidad de resolver versiones específicas de un Documento DID.
- Soporte para múltiples blockchains (Multichain).

Este enfoque busca lograr una implementación rápida y confiable, adaptándose específicamente a las necesidades de la iniciativa.

[Sidetree](#) es una iniciativa que surgió dentro de la [Decentralized Identity Foundation](#) que, por tratarse de una iniciativa más moderna, no solo aprovecha los aprendizajes de experiencias previas como [Sovrin](#) y [ETHR](#), sino también los avances que hubo en los últimos años en los protocolos blockchain, particularmente los referidos a protocolos de segundo nivel, para plantear una implementación que es superadora en muchos sentidos respecto de dichas experiencias previas. Entre las ventajas destacan un menor costo de transacción y operación, mayor capacidad de adaptación a cambios, soporte para múltiples cadenas de bloques y un grado de cobertura más amplio del estándar DID-CORE.

## Esquema DID de QuarkID (DID scheme)

El [esquema DID](#) de QuarkID es un esquema URI que cumple tanto con la especificación [\[RFC3986\]](#) de la IETF como con la especificación [DID-CORE](#) del W3C. Este introduce particularidades propias de QuarkID en el segmento “DID Method-Specific Identifier”, también conocido como “sufijo DID” (DID Suffix), ilustrado en la figura de la sección [“Esquema DID”](#) de este documento.

Todos los DIDs basados en el protocolo QuarkID mantienen un formato de identificador uniforme. El “segmento del identificador único” (DID Suffix) de un DID basado en QuarkID deriva del estado inicial del documento DID asociado, vinculando criptográficamente el DID Suffix al estado inicial de la PKI asociada al DID. Esto confiere a los DIDs de QuarkID la capacidad de ser auto-certificables desde el momento de su creación y durante el tiempo que permanezca activa la versión inicial del documento DID asociado. Así, quien genere un DID basado en QuarkID conocerá de inmediato su identificador único, asegurado criptográficamente para su uso inmediato. Para facilitar el uso de estas capacidades, se utiliza el “[URI de DID en Forma Larga](#)” (Long-Form DID URIs), descrito en la siguiente sección de este documento.

Para generar el “DID Suffix”, también llamado “**URI DID de Forma Corta**”, se emplea un proceso de hashing que, de manera determinista, genera un hash a partir del estado inicial del documento DID canonicalizado. A continuación, se muestra un ejemplo de una “**URI DID de Forma Corta**”, compuesta por el esquema URI “did:”, el identificador del método “quarkid:”, y la cadena del identificador único o “DID Suffix”. De este modo, el URI adoptaría la forma “**did:quarkid:<did-suffix>**”, por ejemplo:

**did:quarkid:EiDahaOGH-liLLdDtTxEAdc8i-cfCz-WUcQdRJheMVNn3A.**

Dado que QuarkID puede operar sobre distintas redes blockchain como “ancla de confianza” y puede emplear múltiples instancias de cada red (por ejemplo, mainnet y testnet), es importante mencionar que el formato base mencionado anteriormente (**did:quarkid:<did-suffix>**) se utiliza para referirse a la red mainnet “[zkSync Era](#)”. Para aludir a otras redes o instancias de la red “[zkSync Era](#)” (por ejemplo, su red testnet), QuarkID añade un segmento adicional después de “:quarkid” para denotar diferentes instancias de red, por ejemplo:

- did:quarkid:testnet:<did-suffix>, para referirse a la red testnet de zkSync Era,
- did:quarkid:rsk:<did-suffix>, para referirse a la red mainnet de [RootStock](#), y
- did:quarkid:rsktestnet:<did-suffix>, para referirse a la red testnet de RootStock.

## Identificadores Auto-Certificables (SCID)

Para cumplir con todas las características y funcionalidades definidas en la especificación [DID-CORE](#) del W3C, la mayoría de los métodos DID recurren a algún tipo de ‘Registro de Datos Verificables’, generalmente basado en tecnologías de registro distribuido como, por ejemplo, la blockchain. Estos se conocen como “DIDs basados en registros” (**Registry Based DID Methods**). Aunque utilizan la criptografía para verificar el control sobre el identificador, estos métodos DID requieren documentación adicional, como los Documentos DID y los Registros DID, para llevar a cabo dicha verificación.

Sin embargo, existen casos de uso o situaciones en las que el uso de DIDs no justifica o no permite recurrir a un ‘Registro de Datos Verificables’. Por ejemplo, un DID destinado a una interacción única y efímera no necesitaría ser registrado, actualizado, ni

desactivado. Para estas situaciones, se han desarrollado distintos métodos DID que implementan lo que se conoce como 'Identificadores Auto-Certificables' (Self-Certifying Identifier, o SCID). A diferencia de los métodos basados en registros, estos métodos DID, conocidos como “métodos DIDs no basados en registros” (**non-registry based DID Methods**), establecen una vinculación criptográfica entre un identificador y un par de claves. Esto asegura que la relación entre el identificador y la clave pública sea demostrable, permitiendo que la clave privada confirme el control sobre el identificador sin necesidad de elementos adicionales. Ejemplos de estos métodos DID incluyen [did:key](#) y el método [DID para Personas Naturales](#) de EBSI en la Unión Europea.

Mientras que los SCIDs destacan por su simplicidad y eficiencia, ofreciendo un alcance funcional limitado, los DIDs basados en registros, a pesar de su complejidad y la necesidad de infraestructura más elaborada, brindan capacidades avanzadas como la rotación de claves y el manejo de roles. Como se mencionó anteriormente, aunque los SCID son adecuados para casos de uso específicos, los DIDs basados en registros son preferidos para la mayoría de los escenarios en la Identidad Auto Soberana.

QuarkID implementa ambas modalidades: un '**URI de DID en Forma Corta**' basado en un 'Registro de Datos Verificables' y un '[URI de DID de Forma Larga](#)' que funciona como un SCID, para ser utilizado en situaciones específicas.

## **URI de DID en Forma Larga (Long-Form DID URIs).**

En QuarkID, como en muchos métodos DID, existe un período (potencialmente indefinido) entre la generación de un DID y su registro y propagación en los sistemas de anclaje y almacenamiento subyacentes. Esto implica que un DID no es seguro para su uso hasta que se completa dicho proceso de registro y propagación.

Sin embargo, como se mencionó previamente, el “**URI DID de Forma Corta**” en QuarkID se deriva del estado inicial del documento DID asociado, vinculándose criptográficamente al estado inicial de la PKI asociada al DID. Esto permite que los DIDs de QuarkID sean auto-certificables inmediatamente después de su creación y durante la vigencia de la versión inicial del documento DID asociado.

Para capitalizar estas capacidades de uso inmediato, QuarkID introduce un formato alternativo, el “**URI de DID en Forma Larga**”, que hace resolubles los DIDs justo después de su creación al incluir los datos del estado inicial del Documento DID directamente en el URI.

Los “URIs de DID en Forma Larga” extienden los “URI de DID en Forma Corta” añadiendo un segmento adicional, separado por dos puntos (:), que contiene un conjunto de datos JSON canonizados. Este conjunto incluye tanto los datos del Sufijo de la Operación de Creación como los del Delta de la Operación de Creación, codificados mediante el esquema de codificación de datos (DATA\_ENCODING\_SCHEME) del protocolo [Sidetree](#).

En QuarkID la vigencia de un “[URIs de DID en Forma Larga](#)” se extiende desde su creación hasta que el DID se registra y propaga en la red, por lo que el proceso de resolución de un DID en QuarkID varía según este se encuentre registrado o no, tal como se explica en la siguiente sección: “[QuarkID Universal DID Resolver](#)”.

## QuarkID Universal DID Resolver

El marco de trabajo de QuarkID incluye un componente diseñado para facilitar el despliegue de un servicio público y abierto. Este servicio es similar al propuesto por la [Decentralized Identity Foundation](#) (DIF), conocido como Universal Resolver ([dev.uniresolver.io](#)). Su propósito es ofrecer un punto de acceso único para los “DID Resolvers” asociados a cada método DID que QuarkID soporta.

Inicialmente, el soporte se limitará a los métodos [did:quarkid](#) y [did:web](#). Sin embargo, se planea añadir otros [métodos DID](#) a medida que avance el tiempo, con el objetivo de garantizar compatibilidad e interoperabilidad con marcos de trabajo similares, tales como [did:key](#) y los métodos DID de [EBSI](#) en la Unión Europea.

El “Universal Resolver” de QuarkID soporta las dos modalidades de URI utilizadas por el protocolo: los “URI de DID en Forma Larga” ([Long-Form DID URIs](#)) y el formato principal, que son los “URI de DID de Forma Corta” ([Short-Form DID URIs](#)).

Como se mencionó anteriormente, en QuarkID, la vigencia de un “[URIs de DID en Forma Larga](#)” se mantiene desde su creación hasta que el DID es registrado y se propaga en la red. Por lo tanto, el Universal DID Resolver de QuarkID resolverá los “URI de DID en Forma Larga” basándose en el último segmento del URI cuando este aún no esté registrado, y omitirá dicho segmento para obtener la información directamente de la red si detecta que el DID ya ha sido registrado.

## DID Manager

El marco de trabajo de QuarkID incluye un componente denominado "DID Manager", diseñado para facilitar el despliegue de un servicio público y abierto. Su finalidad es proveer un punto de acceso único para todas las operaciones admitidas por el [Registro de Datos Verificables \(DID Registry\)](#) del protocolo, como crear, actualizar, recuperar y desactivar un DID mediante la manipulación de su correspondiente Documento DID. Este componente es utilizado por los propietarios de un DID que, haciendo uso de Wallets o Agentes en sus dispositivos locales, ejecutan dichas operaciones.

Esto implica que, en la mayoría de los casos, las operaciones efectuadas sobre un DID no se generarán directamente desde las Wallets/Agentes hacia el [Registro de Datos Verificables](#) del protocolo. En su lugar, se canalizarán a través del DID Manager hacia nodos externos para su anclaje. Este método es considerado relativamente seguro en QuarkID, ya que todas las operaciones sobre los DIDs exigen que el propietario del DID genere y firme las transacciones, evitando así que un operador de nodo externo pueda alterar o falsificar la información. La única vulnerabilidad ante un operador de nodo malintencionado sería su negativa a anclar las operaciones remitidas por un propietario de DID. No obstante, el propietario del DID puede identificar esta situación mediante el escaneo de bloques subsiguientes y decidir si envía su operación a otro nodo o si realiza el anclaje por sí mismo.

Además, se recomienda que los propietarios de un DID y las Wallets/Agentes mantengan un registro de sus operaciones enviadas al sistema de anclaje. Esta medida es ventajosa en casos donde los usuarios o su Wallet/Agente requieran un acceso rápido a dichas operaciones, o cuando un usuario desee asegurar una mayor disponibilidad independiente de sus operaciones dentro del sistema de anclaje.

Puede encontrarse una descripción detallada de cada una de las operaciones que el DID Manager soporta en el capítulo "[Operaciones DID](#)" de la especificación del protocolo Sidetree.

## 7.2. Nivel 2: billeteras y agentes digitales

Este nivel del [modelo ToIP](#) se centra en la problemática de las billeteras y agentes digitales, los cuales son esenciales para aceptar, almacenar e intercambiar credenciales digitales mediante protocolos estándares de comunicación entre pares (P2P). Su propósito es detallar los protocolos y componentes arquitectónicos requeridos para establecer un entorno seguro y privado destinado a todas las interacciones digitales. Esto incluye interacciones entre individuos, empresas, gobiernos o cualquier entidad que pueda interactuar digitalmente mediante una billetera/agente digital.

## Tipos de billeteras en la Web 3.0

Las billeteras físicas normalmente se utilizan para almacenar una variedad de activos personales, tales como dinero en efectivo, tarjetas de crédito, licencia de conducir, seguro médico y tarjetas de membresía y presentación. En el mundo físico, se ha logrado un considerable nivel de estandarización, portabilidad e interoperabilidad, considerando que, independientemente de quién fabrique la billetera, esta será típicamente compatible con múltiples credenciales, tarjetas y billetes de distintos países.

Actualmente, también contamos con una amplia variedad de billeteras digitales para almacenar y acceder a versiones digitales de estos mismos activos, y cada día surgen más opciones en el mercado. Sin embargo, en el mundo digital, cada billetera representa los datos e implementa sus capacidades de manera diferente, lo cual restringe significativamente la interoperabilidad, la portabilidad y, en muchos casos, genera una dependencia con el proveedor de la wallet.

Incluso dentro del contexto de la Web 3.0, encontramos una amplia diversidad de billeteras, que podemos agrupar en dos tipos relevantes:

- Billeteras para **activos digitales** (p. ej., criptomonedas, NFTs).
- Billeteras para **credenciales verificables** (p. ej., licencias, títulos universitarios).

Si bien ambos tipos de billeteras se utilizan para implementar aplicaciones que hacen uso de arquitecturas descentralizadas, como redes blockchain, sus características son significativamente diferentes, dado el hecho de que han sido diseñadas para satisfacer los requerimientos propios de cada uno de los escenarios de uso en que se enfocan (activos digitales vs. identidad digital).

Dado que QuarkID se centra en la problemática de la Identidad Auto Soberana, en este documento empleamos el término “billetera” para referirnos a aquellas que gestionan aspectos de identidad. Sin embargo, debido a la superposición de audiencias entre Activos Criptográficos e Identidad Auto Soberana, y considerando que ambos tipos de billeteras están convergiendo hacia una funcionalidad unificada, anticipamos que en un futuro cercano surgirán billeteras capaces de manejar ambos escenarios. Por ello, en el ["Anexo III"](#) de este documento, ofrecemos un breve análisis comparativo sobre las características fundamentales de cada uno de estos tipos de billeteras.

## Billeteras y Agentes - terminología relacionada

Dado que no existe total uniformidad respecto de la terminología que es utilizada en las distintas comunidades y proyectos que abordan la problemática de la identidad Auto Soberana, en particular respecto del significado de los términos Billetera y Agente, definiremos en esta sección lo que entendemos por cada uno de esos términos dentro del proyecto Quark.

Dado que no existe total uniformidad respecto de la terminología utilizada en las distintas comunidades y proyectos que abordan la problemática de la identidad Auto Soberana, en particular respecto del significado de los términos Billetera y Agente, definiremos en esta sección lo que entendemos por cada uno de esos términos dentro del proyecto QuarkID:

**Billetera:** es un módulo de software y, opcionalmente, un módulo de hardware asociado, diseñado para almacenar y acceder de forma segura a claves privadas, credenciales y otros secretos o materiales confidenciales pertenecientes a un sujeto. Una billetera a menudo es facilitada o controlada por un agente.

**Agente:** un agente es un módulo de software que actúa como representante de un sujeto (generalmente una persona), controla el acceso a una billetera y otros almacenamientos privados de dicho sujeto y puede facilitar las interacciones con otros sujetos mediante el intercambio de mensajes. Un agente puede estar hospedado en diferentes ubicaciones de una red (nube vs. local).

**Billetera de Identidad:** dentro del contexto de QuarkID, utilizaremos este término para referirnos a la entidad lógica que combina todas las capacidades de las billeteras y los agentes según las definiciones anteriores. Esta entidad es la que utilizan los distintos sujetos – individuos, organizaciones o cosas – para ejecutar las operaciones relacionadas con su identidad Auto Soberana.

## **Billeteras de Identidad - Arquitectura conceptual**

Esta sección detalla los componentes clave de la arquitectura de referencia de QuarkID y su Wallet de Identidad, diseñada para sintetizar y homogeneizar las propuestas, definiciones y terminología empleadas por diversos grupos y proyectos dentro del ámbito de la Identidad Auto Soberana. El objetivo de esta arquitectura es resolver las discrepancias en los componentes y la terminología que se observan en estos colectivos. Para lograr esto, nuestra estructura se fundamenta en las especificaciones desarrolladas por el W3C y la Decentralized Identity Foundation, y se enriquece con aportes de otros grupos o proyectos que consideramos valiosos y complementarios.

### **Key Management Service (KMS)**

El Sistema de Gestión de Claves (KMS) constituye una de las capacidades más básicas y esenciales de una Billetera de Identidad, ya que permite la generación y almacenamiento de pares de claves públicas y privadas, asegura la protección de las claves privadas y facilita la firma digital mediante diversos algoritmos criptográficos.

Esta funcionalidad se implementa de manera muy similar tanto en las Billeteras de Identidad como en las billeteras destinadas al manejo de activos digitales (por ejemplo, criptomonedas), hasta el punto de que muchas implementaciones utilizan las mismas primitivas y bibliotecas criptográficas. Incluso, ciertas "Billeteras Cripto" pueden ser empleadas para satisfacer estas necesidades dentro de una Billetera de Identidad. Por

ejemplo, las billeteras de hardware o billeteras como Metamask, podrían ser utilizadas para implementar esta función en una Billetera de Identidad.

El KMS de una Billetera de Identidad puede implementar su propio almacenamiento seguro, como sucede con las billeteras de hardware, o aprovechar el almacenamiento confidencial proporcionado por las Billeteras de Identidad para guardar otro tipo de información, como las credenciales verificables.

En la versión 1 de la Billetera de Identidad, QuarkID aprovecha el [almacenamiento confidencial](#) ofrecido por los dispositivos móviles, que como veremos más adelante también se utiliza para almacenar otra información privada de los usuarios, como sus credenciales verificables.

En la versión 1 de la Billetera de Identidad, QuarkID utiliza el [almacenamiento confidencial](#) que ofrecen los dispositivos móviles. Como veremos más adelante, este almacenamiento también se emplea para guardar otros tipos de información privada de los usuarios, incluidas sus credenciales verificables.

## Confidential Storage

El Almacenamiento Confidencial, definido en el borrador de la [especificación de confidential storage](#) elaborado por la Decentralized Identity Foundation, es un mecanismo diseñado específicamente para priorizar la privacidad de la información. Permite almacenar, indexar y recuperar datos cifrados en un proveedor de almacenamiento, evitando que este pueda acceder, analizar, agregar o hacer cualquier otro uso de esos datos. Además, asegura la posibilidad de transferir los datos a otro proveedor si fuera necesario y ofrece protección contra violaciones de seguridad (data breaches) que el proveedor de almacenamiento pudiera enfrentar.

Esta especificación establece los requisitos para este componente de manera agnóstica respecto a los detalles de implementación, permitiendo una diversidad de implementaciones en distintos tipos de dispositivos y ubicaciones dentro de una red. Así, un “confidential storage” implementado ya sea en un dispositivo móvil o en un proveedor en la nube, ofrecerá capacidades similares y las mismas interfaces de operación, sin importar la infraestructura subyacente. Esto facilita no solo la portabilidad de datos entre distintas implementaciones, sino también que un sujeto —sea un individuo, organización o entidad— pueda tener su información replicada en varios lugares para prevenir la pérdida de acceso a sus datos en caso de problemas con alguna de las réplicas.

El acceso a un “confidential storage” generalmente se realiza a través de uno o varios “[Nodos Web Descentralizados](#)” (DWN), un componente esencial en la arquitectura de una Billetera de Identidad, que será descrito con más detalle posteriormente en este documento.



QuarkID proporciona una implementación de confidential storage como parte de su arquitectura de referencia, aprovechando las capacidades de almacenamiento seguro que ofrecen los dispositivos móviles modernos. Se ofrece también una versión para su despliegue en servidores, diseñada para funcionar en conjunto con el “[Nodo Web Descentralizado](#)” (DWN), otro componente fundamental incluido en dicha arquitectura de referencia.

## **DIDComm Messaging**

Aunque actualmente existen mecanismos robustos para asegurar comunicaciones, la mayoría se basa en estructuras centralizadas, están vinculados a un medio de transporte específico y fueron desarrollados para satisfacer las necesidades de la web 2.0. Esta última presupone que las interacciones entre las partes son facilitadas por servidores web altamente disponibles, operados por expertos, que imponen términos y condiciones incompatibles con los requerimientos de privacidad, interoperabilidad e independencia característicos de la web 3.0.

En este contexto, DIDComm emerge como una alternativa innovadora que, aunque aprovecha gran parte de la tecnología existente en comunicaciones seguras, supera las limitaciones de los mecanismos actuales. DIDComm busca establecer un nuevo estándar para comunicaciones seguras y privadas, basándose en la arquitectura descentralizada de los DIDs para crear una infraestructura de comunicación verdaderamente peer-to-peer. Este sistema no depende de servicios centralizados, es compatible con una amplia gama de medios de transporte y se adapta a escenarios de disponibilidad intermitente de comunicación, como los enfrentados por usuarios de dispositivos móviles, cumpliendo así con los requisitos de la web 3.0.

Actualmente ya está disponible la [versión 2 de la especificación del protocolo DIDComm](#), existe una buena diversidad de librerías que la implementan y un muy alto nivel de adopción en proyectos de Identidad Auto Soberana alrededor del mundo, lo cual lo ha convertido en un estándar de facto para cubrir los requerimientos de comunicaciones entre pares propios de la WEB 3.0.

La [versión 2 de la especificación del protocolo DIDComm](#) ya está disponible, contando con una amplia diversidad de librerías que la implementan y un alto nivel de adopción en proyectos de Identidad Auto Soberana a nivel mundial. Esto ha consolidado a DIDComm como un estándar de facto para las comunicaciones entre pares en la web 3.0.

QuarkID adopta DIDComm como el protocolo principal de comunicación entre Wallets/Agentes, así como entre éstos y las aplicaciones verificadoras integradas en los diversos escenarios de uso abordados por QuarkID.

## Nodo web descentralizado (DWN)

Un "[Nodo Web Descentralizado](#)" (conocido como "Identity Hub" o DWN, por sus siglas en inglés) es un mecanismo que facilita la comunicación en modalidad peer-to-peer entre sujetos —ya sean individuos, organizaciones o cosas—, así como la gestión del almacenamiento de datos públicos o privados asociados a un identificador descentralizado (DID).

Los nodos web descentralizados operan mediante una arquitectura de malla (mesh) que permite a un sujeto contar con múltiples nodos sincronizados entre sí, manteniendo un estado de información uniforme. Esto permite al sujeto proteger y gestionar sus datos, además de realizar transacciones con otros sujetos sin depender de ubicaciones específicas o infraestructuras, interfaces o mecanismos de enrutamiento propios de un proveedor en particular.

Es crucial entender que el DWN no se encarga directamente de la transmisión de mensajes ni de la gestión del almacenamiento. En su lugar, actúa como un facilitador, proporcionando una interfaz pública accesible desde la web para otorgar presencia en línea a todos los actores involucrados en procesos de intercambio de credenciales. La gestión del almacenamiento se lleva a cabo mediante la capacidad de [Almacenamiento Confidencial](#), y la transmisión de mensajes utiliza el protocolo [DIDComm](#), ambos descritos previamente en este documento.

El DWN adquiere una importancia particular en el caso de individuos o "cosas" que típicamente no disponen de una presencia online constante en la web, lo cual les impide recibir interacciones directas iniciadas por otros DWN, sean propios o de terceros. Por ejemplo, un individuo que utiliza una Billetera de Identidad en un dispositivo móvil no podría ser contactado directamente por otro sujeto que desee iniciar un flujo peer-to-peer para el intercambio de credenciales. Para más detalles sobre este tipo de interacciones, se recomienda consultar la sección "[topology](#)" en el [borrador de la especificación de DWN](#) que está siendo desarrollada por la Decentralized Identity Foundation.

QuarkID ofrece una implementación de DWN como parte de su arquitectura de referencia. Esta se basa en la realizada por [TBD](#), y los [detalles de dicha implementación](#).

## 7.3. Nivel 3: intercambio y verificación de credenciales

El nivel tres del modelo ToIP introduce un marco de "**confianza humana**" que consiste en afirmaciones verificables sobre entidades, atributos y relaciones. Este marco complementa la "**confianza criptográfica**" establecida por los niveles uno y dos. El nivel cuatro, como se detallará más adelante, amplía y enriquece este marco de "**confianza humana**" con modelos y políticas de confianza específicos para cada ecosistema de confianza digital.

Este nivel promueve el intercambio de credenciales verificables y pruebas criptográficas entre emisores, titulares y verificadores. Se basa en formatos de intercambio de datos, protocolos de credenciales verificables y el modelo del [triángulo de confianza de las credenciales verificables](#). Esto facilita el establecimiento de relaciones de confianza transitivas para interacciones digitales, de manera interoperable y a escala global entre los tres actores definidos por el modelo: emisores, titulares y verificadores.

El “modelo de confianza”, según se describe en la especificación “[Verifiable Credentials Data Model v1.1](#)”, detalla los supuestos sobre las relaciones de confianza consideradas válidas entre los distintos actores, sustentando así el modelo en su conjunto. Un ejemplo sería: “el verificador confía en el emisor de una credencial”.

## Credenciales Verificables - Modelo de Datos

El [modelo de datos de VC](#), definido por el W3C, es un formato de datos universal que permite que cualquier entidad realice “afirmaciones verificables” (Verifiable Claims) sobre otra entidad, para describir una cualidad o cualidades, propiedad o propiedades, que establecen la existencia y unicidad de la entidad sobre la cual se realizan dichas afirmaciones.

El objetivo fundamental del estándar de Credenciales Verificables es habilitar el equivalente digital de las credenciales físicas que almacenamos en nuestras billeteras físicas y que utilizamos en el día a día para proporcionar prueba de nuestra identidad y/o de nuestros atributos.

El modelo de datos de VC, proporciona un mecanismo común para la implementación interoperable de credenciales digitales que son criptográficamente seguras, a prueba de manipulaciones, respetuosas de la privacidad y verificables por mecanismos digitales. Este modelo permite empaquetar credenciales, firmarlas criptográficamente y generar pruebas criptográficas asociadas de forma estandarizada. Esto habilita la creación de ecosistemas que comparten juegos de credenciales interoperables que pueden ser procesadas y comprendidas por sistemas dispares dentro del ecosistema.

A continuación se enumeran los actores y las principales entidades dentro del modelo de Credenciales Verificables, tal como las define la especificación “[Verifiable Credentials Data Model v1.1](#)” del W3C.

**Sujeto:** es una entidad sobre la cual se hacen afirmaciones (claims). Los sujetos pueden ser personas u organizaciones, pero también animales, cosas e incluso conceptos. Un individuo, una empresa, un auto o un animal son ejemplos de sujetos. El titular (holder) de una credencial verificable puede o no ser el sujeto de dicha credencial. Por ejemplo: un padre (el titular o holder) puede tener las credenciales verificables de su hijo (el sujeto), o el dueño de una mascota (el titular o holder) puede tener las credenciales verificables de su mascota (el sujeto).

**Titular (holder):** un rol que un sujeto desempeña cuando posee una o más credenciales verificables y genera presentaciones verificables a partir de ellas.

**Emisor (issuer):** un rol que desempeña una entidad que realiza afirmaciones (claims) sobre uno o más sujetos, que crea credenciales verificables a partir de estas afirmaciones y que transmite dichas credenciales a sus titulares. Los emisores, por ejemplo, pueden ser: empresas, organizaciones sin fines de lucro, asociaciones comerciales, gobiernos e incluso individuos.

**Verificador:** un rol que realiza una entidad al recibir una o más credenciales verificables, opcionalmente dentro de una presentación verificable, para su procesamiento. Los verificadores pueden ser, por ejemplo: empleadores, personal de seguridad, sitios web o individuos.

**Afirmación (Claim):** representa una calificación, logro, cualidad o información sobre los antecedentes de un sujeto, como ser, por ejemplo, un nombre, una identificación gubernamental, una dirección particular o un título universitario. Un sujeto puede ser un individuo, una organización o una cosa.

**Credenciales:** es un conjunto de una o más afirmaciones (claims) realizadas por la misma entidad respecto del mismo sujeto. También pueden incluir un identificador y metadatos para describir las propiedades de la credencial en sí misma, como el emisor, la fecha y hora de vencimiento, una imagen representativa, una clave pública para usar con fines de verificación, el mecanismo de revocación, etc.

**Credenciales Verificables:** es una credencial, tal como se definió en el párrafo anterior, pero que incluye material criptográfico que permite detectar la manipulación de sus datos y probar fehacientemente quién la emitió.

**Presentaciones Verificables:** contienen datos de una o más credenciales verificables empaquetados de tal manera que la autoría y la integridad de los datos es verificable. También pueden estar conformados por datos que son derivados de credenciales verificables cuya validez y autoría pueden ser verificadas criptográficamente, generalmente utilizando algoritmos de Zero Knowledge Proofs. Los datos de una presentación a menudo tratan sobre el mismo sujeto, pero pueden haber sido emitidos por varios emisores. Las presentaciones verificables deben incluir una prueba criptográfica, típicamente una firma digital, que permita verificar que quien está realizando la presentación es el titular de la credencial (holder).

**Registro de datos verificables:** un sistema que media en la creación y verificación de identificadores, claves y otros datos relevantes – como esquemas de credenciales verificables, registros de revocación, claves públicas de emisores, etc – que podrían ser necesarios para usar credenciales verificables. Estos registros pueden ser implementados utilizando tecnologías de registros descentralizados (Ej.: blockchain), pero esto no es mandatorio, también podrían ser implementados utilizando tecnologías centralizadas.

## Tipos de Credenciales Verificables

Esta sección presenta las diferentes variantes de Verificables Credentials (VC) que describe la especificación “[Verifiable Credentials Data Model v1.1](#)” del W3C. También explica brevemente sus diferencias y presenta el trilema de interoperabilidad que surge debido a la existencia de tres opciones diferentes de VCs. Finalmente, recomienda la adopción del formato de VC más nuevo dado que este apunta a satisfacer los requerimientos de un mayor número de partes interesadas.

¿Por qué importa esto? Sin la convergencia a un formato de VC estandarizado, no habrá interoperabilidad funcional en todo el ecosistema. Si los creadores de aplicaciones implementan la criptografía relacionada con las VC utilizando bibliotecas y métodos incompatibles, y los datos subyacentes tienen distintas propiedades de legibilidad, no se logrará la interoperabilidad.

Lo que tienen en común los diferentes métodos es que los emisores los usan para empaquetar “claims” sobre un sujeto. La entidad emisora luego usa criptografía para sellar la credencial y este sello proporciona un mecanismo para que otras entidades (los verificadores) verifiquen las firmas criptográficas para ver si la credencial tiene integridad en función de las claves públicas del emisor.

En lo que se diferencian es en los formatos que utilizan para los “claims” dentro de las credenciales y las presentaciones verificables, así como también en tipo de pruebas (proofs) que utilizan para sellar las credenciales y/o las presentaciones verificables.

A continuación se presentan las tres variantes de VC que se describen en la especificación “[Verifiable Credentials Data Model v1.1](#)” del W3C. Todas tienen más de una implementación crítica en varias etapas de producción.

### JSON-LD

Esta variante utiliza un formato basado en JSON-LD asegurado con “Linked Data Signatures” o firmas BBS+ para habilitar Zero Knowledge Proofs (ZKP) y es impulsada mayormente por el ecosistema que impulsa el paradigma de Linked Data y Semantic Web.

La variante que combina JSON-LD ZKP con BBS+ está ganando mucha popularidad, dado que habilita una forma de usar JSON-LD con capacidades de ZKP, cosa que no era posible antes de la aparición de BBS+. El beneficio de usar este enfoque es, ante todo, que cumple totalmente con la especificación de VC tal como existe en la actualidad. Además, debido a que sus firmas y pruebas son autodescriptivas y autocontenidas, no requieren ninguna configuración adicional ni dependencias externas. Este enfoque permite el uso simple y estandarizado de JSON-LD, para aprovechar los vocabularios de datos abiertos, y al mismo tiempo conserva las características de preservación de la privacidad, como Selective Disclosure o ZKP, los que tradicionalmente venían con su propio conjunto de limitaciones y concesiones. Con esta variante ya no es necesario elegir entre la interoperabilidad basada en estándares o la criptografía que preserva la privacidad: se pueden tener ambas.

## **JWT**

Esta variante utiliza un formato JSON asegurado con JSON Web Signatures, específicamente en forma de JSON Web Tokens (JWT) y es impulsada mayormente desde el ecosistema de proveedores de soluciones para Identity and Access Management (IAM).

Este ecosistema tiende a visualizar al “login” como la base del protocolo de intercambio de VC y apunta a realizar una implementación reutilizando el stack de tecnología que usan actualmente: JSON Object Signing and Encryption (JOSE) y OpenID Connect.

Claramente es una opción muy robusta para implementar el caso de uso de Login a sitios web utilizando Self-Sovereign-Identity como proveedor de identidad, pero no es la opción más apropiada para otros escenarios de uso más propios de la Web 3.0.

## **ZKP-CL**

Esta variante utiliza ZKP con firmas del tipo Camenisch-Lysyanskaya (ZKP-CL).

Dado que es un formato que está íntimamente relacionado con Hyper Ledger Indy, no será considerado dentro del proyecto Quark porque este busca ser agnóstico respecto de la red Blockchain que utilice como anclaje.

## **Intercambio de Credenciales**

La forma en que los “agentes” de los emisores, los titulares y los verificadores deben realizar el intercambio de credenciales entre sí es otra de las características que define el modelo ToIP en el nivel tres con el objetivo de habilitar la interoperabilidad funcional a través de todo el ecosistema.

Dado que existen múltiples especificaciones que abordan los distintos aspectos de la problemática del intercambio de credenciales verificables y, en algunos casos, existe más de una aproximación para resolver un mismo aspecto, en esta sección se describen brevemente los distintos aspectos que abordan dichas especificaciones y se propone una alternativa para aquellos casos donde existan divergencias en la comunidad sobre cómo implementar un aspecto en particular.

## Intercambio de Presentaciones

El problema más básico para lograr la interoperabilidad en el intercambio de credenciales es definir un mecanismo estándar para facilitar los dos pasos principales en un intercambio de este estilo: una forma para que los “verificadores” describan los requisitos de prueba y para que los “titulares” (holders) describan las presentaciones de prueba alineadas con dichos requisitos.

Para abordar estas necesidades, la especificación “[Presentation Exchange v1.0.0](#)” define un protocolo de intercambio de datos que consta de dos formatos de datos: “Definición de Presentación” o “Presentation Definition” y “Envío de Presentación” o “Presentation Submission”.

La “Definición de Presentación” es el formato de datos que utilizan los “verificadores” para articular los requisitos de prueba que deben ser cumplidos por los “titulares” (holders). Entre otras cosas, este formato define el tipo de credenciales que son requeridas y las opciones que son aceptadas para cada tipo (Ej.: se requiere presentar un documento de identidad y las opciones válidas son, un pasaporte, un DNI y una licencia de conducir). Adicionalmente, este formato de datos define las características de encoding y el tipo de algoritmos criptográficos que soporta el verificador.

El “Envío de Presentación” es el formato de datos que utilizan los “titulares” (holders) para describir las pruebas que están enviando, las cuales obviamente deben estar alineadas y deben cumplir con los requisitos especificados por los verificadores en la “Definición de la presentación”.

La especificación “[Presentation Exchange v1.0.0](#)” está diseñada para ser agnóstica respecto de los distintos tipos de credenciales verificables y también de los sobres de transporte (transport envelope) que típicamente se asocian con cada tipo de credencial verificable. Esto implica que un implementador puede usar JSON Web Tokens (JWTs), Verifiable Credentials (VCs), JWT-VCs o cualquier otro formato claims, y transmitirlos a través de OpenID Connect, DIDComm, Credential Handler API o cualquier otro sobre de transporte.

Adicionalmente, esta especificación no define protocolos de transporte, end-points específicos u otros medios para transmitir los objetos formateados que define, para que otras especificaciones y proyectos que definen dichos mecanismos puedan utilizar dentro de sus flujos los formatos de datos definidos en esta especificación.

## Wallet and Credential Interactions (WACI)

A diferencia de la especificación “[Presentation Exchange v1.0.0](#)”, descrita en la sección anterior, el borrador de la especificación “[Wallet And Credential Interactions](#)” proporciona una definición completa de un protocolo para cubrir los distintos aspectos necesarios para implementar las dos interacciones principales (emisión y presentación) que son requeridas en el ciclo de vida de las credenciales verificables.

Dicha especificación incorpora los formatos de datos definidos por la especificación “[Presentation Exchange v1.0.0](#)” y los complementa con elementos que incorpora de una serie de otras especificaciones y protocolos existentes, sin asumir ni requerir que un implementador los entienda todos y de esta forma lo abstrae toda esa complejidad. Hereda su estructura general del borrador inicial de [WACI](#), pero utiliza elementos del protocolo de mensajería [DIDComm v2.0](#) junto con formatos de mensaje de “[Aries Present Proof](#)” y los objetos de datos de DIF “[Presentation Exchange v1.0.0](#)”. Esta versión de la especificación también se restringe al tipo de credenciales verificables que utilizan BBS+ y LD-Signatures.

## Implementación QuarkID del Nivel 3

Basándonos en lo discutido en las secciones anteriores de este capítulo y teniendo en cuenta los requerimientos, la implementación del nivel tres del modelo ToIP en el proyecto QuarkID se lleva a cabo inicialmente utilizando el esquema de credenciales JSON-LD, asegurado con firmas BBS+, y un esquema de intercambio de credenciales basado en la especificación WACI. Esta decisión se debe a que este modelo es el que mejor se ajusta a las necesidades actuales y futuras del proyecto, así como a los diversos escenarios de uso, flujos de proceso requeridos y al paradigma de la Web 3.0. Además, es el modelo que más beneficios obtiene de las capacidades implementadas en los niveles uno y dos del modelo.

Esta estrategia nos permitirá implementar funcionalidades avanzadas, como Selective Disclosure y ZKP, con un esfuerzo mínimo, sin comprometer la experiencia del usuario ni imponer requisitos que podrían aumentar la barrera de entrada para los usuarios y otros actores del ecosistema.

En el futuro próximo, para garantizar la compatibilidad con aplicaciones de la Web 2.0 que empleen mecanismos de Identidad Federada —específicamente para escenarios de inicio de sesión con SSI—, y algunas implementaciones de SSI que son relevantes a nivel mundial, también se implementará un esquema basado en el stack de [OpenID for Verifiable Credentials](#) y [JSON Object Signing and Encryption](#) (JOSE)



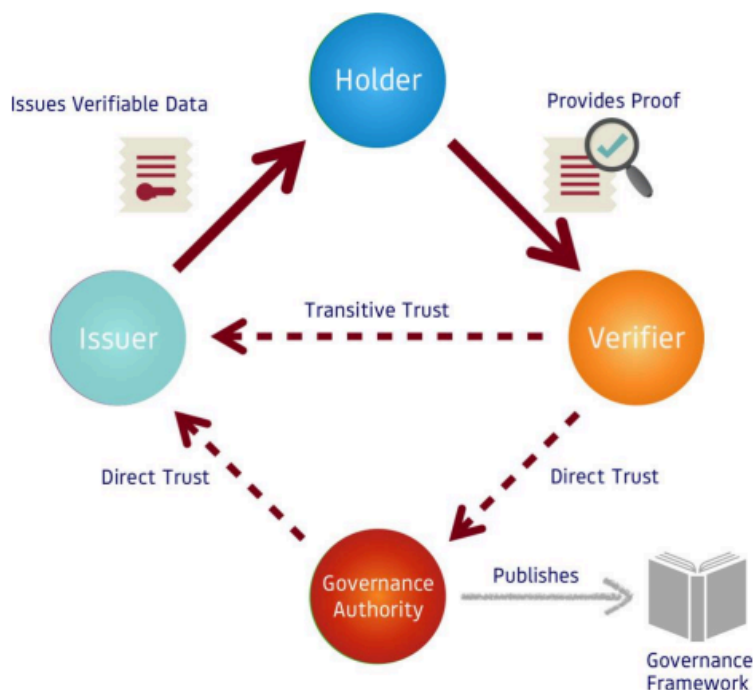
## 7.4. Nivel 4: aplicaciones

El nivel cuatro del modelo de ToIP es el que facilita el desarrollo de “**ecosistemas de confianza digital**”, familias completas de aplicaciones y credenciales que no solo están diseñadas para interoperar técnicamente, sino que además comparten un “**marco común de gobernanza del ecosistema**”, el cual especifica el propósito, los principios y las políticas que se aplican a todas las autoridades de gobernanza y marcos de gobernanza que operen en cada uno de los cuatro niveles del stack de ToIP para cada ecosistema.

La introducción de “marcos de gobernanza” y “autoridades de gobernanza” por ecosistema y nivel, entre otras cosas, permite definir modelos de información estandarizados para el conjunto de credenciales propio de cada ecosistema lo que a su vez habilita la interoperabilidad funcional de extremo-a-extremo dentro de los mismos. Pero además resuelve un problema de escalabilidad de la confianza en los casos donde una credencial pueda ser emitida por múltiples emisores.

Por ejemplo, los pasaportes son emitidos por cientos de países, y las tarjetas de crédito son emitidas por decenas de miles de bancos y uniones de crédito. Para que cualquier credencial sea ampliamente adoptada, no solo debe ser fácil de obtener, fácil de usar y ampliamente interoperable, sino que también debe ser confiada por una gran población de verificadores.

En el mundo real, este problema de escalado ha sido resuelto muy exitosamente al tomar el [triángulo de confianza de las credenciales verificables](#), definido e implementado en el nivel 3, y añadir un segundo triángulo de confianza llamado el “**triángulo de confianza de gobernanza**”. La combinación de estos dos triángulos de confianza, tal como puede verse en la siguiente figura, forman lo que se conoce como el “**diamante de confianza**”, que facilita la escalabilidad y la adopción en el mundo real de las credenciales verificables y el stack de ToIP.



El diamante de confianza y la gobernanza digital  
Fuente: [trustoverip.org](https://trustoverip.org)<sup>3</sup>

El **triángulo de confianza de gobernanza** representa el mismo modelo de gobernanza que existe para muchas de las credenciales físicas más exitosas que usamos todos los días: pasaportes, licencias de conducir, tarjetas de crédito, tarjetas de seguro médico, etc. Estas credenciales están "respaldadas" por reglas y políticas que en muchos casos han tardado décadas en evolucionar. Estas reglas y políticas han sido desarrolladas, publicadas y aplicadas por muchos tipos diferentes de **"autoridades de gobernanza"** existentes: empresas privadas, consorcios industriales, redes financieras y, por supuesto, gobiernos.

El mismo modelo se puede aplicar a las credenciales verificables simplemente haciendo que estas mismas autoridades de gobernanza, u otras nuevas formadas explícitamente para la gobernanza de ToIP, publiquen **"marcos de gobernanza digital"**. Cualquier grupo de emisores que desee estandarizar, fortalecer y escalar las credenciales que ofrecen pueden unirse bajo los auspicios de una autoridad patrocinadora para elaborar un marco de gobernanza. Cualquiera que sea la forma de la organización — gobierno, consorcio, asociación, cooperativa — el propósito es el mismo: definir las reglas comerciales, legales y técnicas bajo las cuales los miembros de un ecosistema acuerdan operar para lograr la confianza a través de dicho ecosistema.

Con el stack de ToIP, esta arquitectura de gobernanza se puede aplicar a cualquier conjunto de roles y/o credenciales, para cualquier ecosistema de confianza digital, de cualquier tamaño y en cualquier jurisdicción.

<sup>3</sup> [Introduction to Trust Over IP](#)

Hoy Internet es una red de redes, donde las interconexiones entre cada red se facilitan a través del stack de TCP/IP. ToIP habilita la evolución hacia **un ecosistema de ecosistemas de confianza digital**, donde las interconexiones entre cada uno de estos ecosistemas se facilita a través del stack de ToIP y los límites de cada ecosistema de confianza digital están determinados por los marcos de gobernanza bajo los cuales operan sus miembros.

Esto permite que Internet conserve la misma diversidad y riqueza que tiene hoy en día, pero con una nueva capacidad que permite formar y mantener relaciones de confianza de cualquier tipo – personal, comercial, social, académica, política – y a cualquier distancia. Estas relaciones de confianza pueden traspasar el flujo de un ecosistema de confianza a otro de la misma manera como los paquetes IP pueden fluir de una red a otra en la actual Internet.

## Implementación QuarkID del Nivel 4

Aunque el stack tecnológico de QuarkID se centra principalmente en los niveles inferiores (1 a 3), en el nivel 4, debe adaptarse para satisfacer los complejos requisitos de gobernanza, privacidad y seguridad a gran escala. En este nivel, QuarkID incorporará sistemas, protocolos y herramientas diseñados específicamente para implementar, operar y gestionar la infraestructura necesaria para respaldar un ecosistema de confianza digital. Entre los ejemplos específicos se incluyen:

- **Registros de Confianza ("Trust Registries"):** Elementos esenciales en los ecosistemas de identidad digital, estos registros funcionan como bases de datos autoritativas que almacenan y facilitan el acceso a información verificada sobre entidades, credenciales y políticas dentro de un ecosistema de confianza.
- **Interoperabilidad de Ecosistemas:** Herramientas y protocolos diseñados para garantizar la interoperabilidad entre distintos sistemas de identidad digital y marcos de confianza, facilitando así la federación y el intercambio seguro de credenciales más allá de los límites de los ecosistemas.
- **Plataformas de Gestión de Consentimiento Avanzado:** Soluciones tecnológicas que permiten a los usuarios otorgar o revocar su consentimiento de forma detallada para el uso de sus datos personales, asegurando además que este consentimiento sea respetado a lo largo de todo el ecosistema.
- **Herramientas de Auditoría y Cumplimiento en Tiempo Real:** Sistemas que monitorean de manera continua las operaciones dentro del ecosistema para asegurar el cumplimiento de las políticas de gobernanza, privacidad y seguridad, proporcionando informes automáticos y alertas en tiempo real.

A mediano plazo, QuarkID planea incorporar todos los artefactos mencionados anteriormente, aunque inicialmente se centrará en el soporte para la creación de "Registros de Confianza". Estos son cruciales para la gestión de la identidad digital, ya que proporcionan un marco seguro y confiable para la interacción entre las entidades.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de los "Trust Registries" que podrían implementarse utilizando las capacidades de QuarkID:

- **Trusted Issuers Registry (TIR):** Almacena información detallada sobre las organizaciones emisoras, incluyendo sus nombres legales, claves públicas y acreditaciones, lo que facilita la verificación de la autenticidad y autoridad de los emisores de credenciales.
- **Trusted Accreditation Organisation Registry (TAOR):** Recopila información sobre organizaciones autorizadas para acreditar a los emisores en campos específicos o regulados, garantizando que solo los emisores debidamente acreditados puedan expedir credenciales en áreas que requieren cierto nivel de validación o cumplimiento normativo.
- **Trusted Schemas Registry (TSR):** Contiene información sobre esquemas de datos, contextos semánticos, vocabularios, políticas y plantillas para credenciales verificables y sus modelos de datos, promoviendo la interoperabilidad semántica entre distintos sistemas y aplicaciones.

Al consolidar y hacer accesible de manera controlada la información de confianza relevante, los "Trust Registries" contribuyen significativamente a mitigar el riesgo de fraude, falsificación y malentendidos en transacciones y verificaciones digitales, promoviendo así un entorno digital más seguro y eficiente.

## 8. Gestión y recupero de identidad

La expresión "not your keys, not your coins" es muy popular y muy importante en el mundo de las criptomonedas y de los crypto activos. Lo que significa es que si alguien no tiene el control exclusivo sobre sus claves privadas no tiene realmente el control y el poder de decisión sobre dichos valores.

Dado que la Identidad Digital Auto Soberana puede ser entendida como un tipo de activo digital, cuya implementación además comparte mucho del stack tecnológico y los paradigmas de descentralización que se usan en el mundo de los crypto activos, esta sección explora el concepto antes mencionado, pero aplicado específicamente al "control de la identidad digital auto soberana".

## DID Document

Para habilitar las funciones avanzadas que se mencionaron en el párrafo anterior, el modelo de DIDs introduce el recurso del “Documento DID” el cual permite especificar la información asociada con un DID que dichas funciones requieren. Entre otras cosas, en estos documentos se pueden incluir múltiples métodos de verificación (Ej.: claves públicas) asociados al DID y los roles en que pueden usarse dichos métodos de verificación.

Existen dos roles principales principales que se pueden incluir en un DID Document: Controllers y Delegates

### Controller

Este rol permite modificar la información del DID Document en sí mismo. En un DID Document se pueden definir uno o múltiples controllers especificando las claves públicas de cada uno de ellos.

El controller, dado que puede modificar el DID Document y esto incluye la facultad de eliminar o incorporar otros controllers, es quien tiene el control del DID Document y en definitiva del DID. Dicho de otra forma: **quien tenga el control sobre la clave privada correspondiente a un controller de un DID Document tiene el control sobre dicho documento y en definitiva sobre el DID.**

Cuando se trata de individuos, típicamente el sujeto del DID es a su vez el controller del DID Document, pero hay situaciones donde el controller puede no ser el sujeto del DID. Por ejemplo: los padres de un menor de edad pueden ser los que tienen asignada la facultad de controllers en el DID Document de su hijo.

Cuando un DID identifica a una organización, un animal o una cosa, el o los controllers siempre son individuos autorizados para cumplir este rol. Ejemplo: el dueño de una mascota típicamente aparecerá como controller en el DID Document de la mascota.

### Delegate

Este rol permite delegar un conjunto específico de funciones a un delegado para que este pueda actuar en representación del sujeto del DID para dichas funciones. Por ejemplo: el sujeto de un DID, a través de su controller, delega en un tercero la facultad de firmar credenciales verificables en su nombre.

Los delegados sólo pueden ejercer las facultades para las cuales han sido autorizados y no tienen autorización para actualizar el DID Document, por lo que no tienen el control del mismo y por lo tanto no controlan el DID.

## Administración de claves

A continuación se detallan algunas situaciones relacionadas con la administración de claves públicas y privadas asociadas a los DIDs que es necesario considerar en la implementación de una plataforma de Identidad Auto Soberana.

### Rotación de Claves

La rotación de claves permite modificar los pares de claves públicas y privadas asociadas a los distintos roles definidos en un DID Document.

La rotación periódica de claves es una buena práctica de seguridad y está orientada a minimizar la posibilidad de que las claves privadas asociadas a alguno de los roles definidos en un DID document se vean comprometidas y puedan ser utilizadas por personas no autorizadas.

### Pérdida y Recuperación del control sobre la Identidad

Tal como se mencionó en párrafos anteriores, en el contexto de Identidad Auto Soberana, tener el control sobre la identidad es sinónimo de tener el control sobre las claves privadas de los controllers que están especificados en el DID document asociado a un DID.

Si bien existen muy variados esquemas de recuperación de identidad, todos en definitiva se resumen a una cosa: recuperar el control y acceso exclusivo a las claves privadas de los controllers que están especificados en el DID Document, típicamente ejecutando una rotación de claves en estos roles, por algún mecanismo predefinido en el DID Method. Distintos DID Methods podrían definir distintas aproximaciones para forzar la rotación de claves como parte del mecanismo de recuperación de identidad.

Un aspecto a destacar es que, dado que la rotación de claves no cambia el valor del DID, la asociación entre el DID y las credenciales verificables que hayan sido emitidas para ese DID no se afecta cuando se ejecuta una rotación de claves. Esto implica que no es necesario emitir nuevamente las credenciales verificables de un sujeto si éste recupera su identidad mediante una rotación de claves.

### Custodial vs Non-Custodial

Tal como se mencionó anteriormente, en el contexto de los cripto activos, el tener o no el control exclusivo de las claves privadas normalmente determina si se tiene o no el control de los cripto activos asociados a las direcciones correspondientes.

Alineado con este concepto aparecen dos tipos diferentes de billeteras “custodial” y “non-custodial” y a la vez un gran debate en el mundo crypto respecto de las ventajas y desventajas de cada uno de estos tipos de billeteras.

En el contexto de Identidad Auto Soberana, tener el control de una identidad implica tener el control de las claves privadas de todos los controllers que están definidos en el DID Document, dado que si se compromete la clave privada de alguno de ellos un actor malicioso podría utilizarla para cambiar o eliminar los controllers y todos los datos del DID Document, ganando de esta forma el control sobre dicha identidad.

Adicionalmente, es importante recordar que un DID también puede tener “delegados” que pueden representarlo en situaciones específicas, lo que implica que si se compromete alguna de estas claves privadas, en alguna medida también se compromete el control sobre algún aspecto de la identidad.

Debido a esto, en el contexto de Identidad Auto Soberana los términos “custodial” y “non-custodial” no se relacionan directamente con tener o no tener el control de la Identidad, dado que mantener el control de la identidad implica controlar todas las claves privadas que controlan alguno de sus aspectos, las cuales podrían estar controladas por distintas personas que a su vez podrían estar usando distintos tipos de billeteras para manejar sus claves privadas.

Aun con estas consideraciones, es importante considerar detenidamente este aspecto en toda implementación de una plataforma de Identidad Auto Soberana, y considerarlo teniendo en cuenta que una implementación de este estilo apunta a ser muy masiva, atraviesa distintos segmentos de usuarios con capacidades y preferencias muy diversas, que deben ser tenidas en cuenta para no generar exclusiones.

Si bien una billetera “custodial” puede considerarse menos segura que una billetera “non-custodial”, entre otras cosas porque involucra confiar en un tercero, la realidad es que esto depende de la habilidad que tenga cada persona para cumplir con todas las normas de seguridad en una wallet non-custodial. En muchos casos una billetera “custodial” puede representar una opción válida para usuarios que prefieran no cargar con tanta responsabilidad y que privilegien aspectos como la facilidad de uso.

Lo ideal es contar con una variedad de billeteras custodial y non-custodial y que cada usuario pueda optar por la que más se ajuste a sus necesidades.

## Guardianship

En la medida que la humanidad avanza hacia un mundo cada vez más digital, existe el riesgo de que se aumente la “exclusión digital” de aquellos que no pueden actuar por sí mismos (o totalmente solos) en este nuevo contexto. Este riesgo es particularmente importante en una implementación de Identidades Digitales, dado que privar de acceso a la identidad tiene un impacto muy severo en términos de exclusión, y además porque existen muchos casos donde los individuos no pueden valerse por sí solos para acceder a este derecho fundamental.

Los sistemas de Identidad Auto Soberana, en los que el control de una identidad digital se demuestra utilizando credenciales digitales almacenadas en una billetera digital, presentan un desafío adicional. Cómo podemos permitir que todos controlen su identidad digital cuando, por definición, experimentamos etapas de la vida (p. ej., la infancia) y condiciones (p. ej., demencia) en las que la ley y las normas sociales dictan que no podemos ser autosuficientes. Este desafío no se puede resolver con una simple delegación, porque un niño, una persona que vive con demencia o un refugiado sin conexión a Internet no puede delegar algo a lo que no tiene acceso. Tampoco es una simple relación de “controller” con una cosa (por ejemplo, un dron) porque, a diferencia de un dron, un niño adquiere derechos progresivamente y eventualmente se vuelve más autosuficiente. De manera similar, la persona que vive con demencia experimentará un cambio de capacidad con el tiempo.

Debido a eso, los sistemas de identidad necesitan un medio para representar a aquellos que no pueden actuar por sí mismos (o totalmente solos) en el mundo digital. Esta capacidad es la capacidad de Guardianship que debe ser cuidadosamente diseñada e implementada en toda plataforma de Identidad Auto Soberana.

Para más detalles sobre esta problemática, puede consultarse el documento [“On Guardianship in Self-Sovereign Identity”](#) publicado por la fundación Sovrin.

## 9. Stack de Gobernanza de QuarkID

### 9.1. Introducción

Como se ha mencionado anteriormente, el [Modelo Trust over IP](#) (ToIP) constituye un marco conceptual diseñado por la [Fundación Trust Over IP](#), con el propósito de establecer una Internet basada en la confianza, que habilite a individuos, instituciones y cosas el intercambio seguro y privado de datos. Este modelo se caracteriza por su estructura dividida en dos dimensiones y en cuatro capas, cada una abordando distintos aspectos de la confianza y la interacción digital. Un elemento clave de este marco es su enfoque en la gobernanza, proporcionando un conjunto coherente de reglas, políticas y estándares que aseguran la fiabilidad, seguridad y respeto por la privacidad en los sistemas de identidad digital.

Esta arquitectura se distingue por integrar una serie de protocolos y herramientas a lo largo de diversas capas tecnológicas, complementadas por **“Marcos de Gobernanza”** (MG), que establecen las “reglas” formales de operación. La estructura bidimensional del modelo, que se enfoca tanto en tecnología como en gobernanza, tiene como objetivo principal promover la creación y la interoperabilidad de **“ecosistemas de confianza digital”** de variados tipos y tamaños. Dentro de este marco, las interconexiones entre los distintos ecosistemas se facilitan mediante el stack de ToIP, y los límites de cada ecosistema están claramente definidos por los marcos de gobernanza que rigen la actuación de sus integrantes.



Este enfoque permite concebir la evolución de Internet no solo como una **red de redes**, sino como un **ecosistema global de ecosistemas de confianza digital**, donde la gobernanza juega un papel fundamental. Este marco de gobernanza establece políticas, reglas y estándares que dictan la interacción entre los actores de un ecosistema y entre ecosistemas, enfocándose en la confiabilidad, transparencia, responsabilidad y sostenibilidad de los sistemas de identidad digital. Aspectos como la protección de la privacidad, la seguridad de los datos, la interoperabilidad entre sistemas y el cumplimiento de las regulaciones son fundamentales para crear un entorno donde las transacciones digitales se realicen de manera segura y eficiente.

En las secciones siguientes, profundizaremos en las características distintivas y más relevantes del modelo de gobernanza propuesto por ToIP. Además, examinaremos su aplicación específica en el contexto de Quark ID y el ecosistema del "Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires" (GCBA).

Para tener una descripción detallada de la arquitectura y el metamodelo de gobernanza propuesto por la Fundación Trust over IP pueden consultarse los siguientes documentos publicados en <https://trustoverip.org/our-work/deliverables/>:

- Governance Architecture Specification V1.0
- Governance Metamodel Specification V1.0
- Governance Metamodel Specification Companion Guide

## 9.2. Ecosistemas de Confianza Digital

Lo expuesto en la sección anterior implica que en QuarkID no existe uno sino múltiples marcos de gobernanza operando simultáneamente. Como puede verse en la siguiente figura, existe el Marco de Gobernanza de QuarkID (MGQ), que provee la base sobre la cual luego se montan los Marcos de Gobernanza para cada uno de los Dominios Específicos (MGDs).

Mientras el Modelo de Gobernanza de QuarkID (MGQ) provee las reglas que aplican a todos los ecosistemas que participan de la red, los Modelos de Gobernanza para Dominios Específicos “extienden” al MGQ con reglas propias de cada ecosistema.



El marco de Gobernanza de Quark (MGQ) provee la base para otros  
Marcos de Gobernanza en Dominios Específicos (MGDs)

Esta estructura permite preservar la diversidad y la riqueza que tenemos en Internet hoy en día, pero con una nueva capacidad que permite formar y mantener relaciones de confianza de cualquier tipo – personal, comercial, social, académica, política – y a cualquier distancia. Estas relaciones de confianza pueden traspasar o fluir de un ecosistema de confianza a otro de la misma manera que los paquetes IP pueden fluir de una red a otra en la actual Internet.

### 9.3. Marcos de Gobernanza por nivel

Otro aspecto importante a considerar al momento de definir un marco de gobernanza que sea compatible con ToIP, es que la gobernanza aplica de forma diferente a cada uno de los cuatro niveles del modelo ToIP y, por lo tanto, se necesitan autoridades de gobernanza (de algún tipo) y marcos de gobernanza (de algún tipo) en cada uno de estos cuatro niveles.

Estas autoridades y marcos de gobernanza, según el caso, pueden ser implementados de manera formal o informal, mediante código informático o código legal, pero su existencia es crucial para crear “confianza digital” y facilitar la aceptación comercial, legal, social y política de estos nuevos paradigmas.

#### Nivel 1 - Servicios Públicos de DIDs

Este nivel implementa los servicios públicos de DID que se requieren, entre otras cosas, para buscar y verificar las claves públicas de los emisores de credenciales digitales, constituyendo las raíces de confianza o anclas de confianza de toda esta infraestructura de clave pública/privada, estos "puntos de partida".

Al diseñar un marco de gobernanza para este nivel es importante tener siempre presente que estos servicios son públicos, abiertos y de uso compartido para todos los ecosistemas que operen con la plataforma.

Los marcos de gobernanza de los **servicios públicos** de DID establecen claramente las políticas y los procedimientos utilizados para:

- Operar estos servicios públicos de manera segura, transparente y confiable, manteniendo su eficiencia y escalabilidad.
- Administrar el ciclo de vida de las claves públicas asociadas a los DIDs de manera segura, eficiente y amigable, considerando las necesidades específicas de diversos tipos de usuarios (Ej.: creación y recuperación de identidad, rotación de claves, etc).
- Evitar abusos o usos indebidos de estos servicios públicos (Ej.: spam) y garantizar su sustentabilidad económica a largo plazo.

## Nivel 2 – Wallets y Agentes

Este nivel incorpora las wallets (billeteras digitales) y los agentes necesarios para que personas, organizaciones y entidades digitales —o sus equivalentes digitales de objetos físicos— puedan aceptar, almacenar e intercambiar credenciales digitales. Esto se realiza mediante el uso de protocolos estándar de comunicación peer-to-peer, como DIDComm.

Los marcos de gobernanza específicos para wallets y agentes definen con precisión los estándares, políticas y procedimientos que los proveedores de estas herramientas deben seguir. Estas directrices buscan asegurar la seguridad, privacidad, protección de datos, interoperabilidad y soberanía sobre la información.

Un aspecto fundamental en los marcos de gobernanza para este nivel es la implementación de programas de certificación para wallets, los cuales suelen estar acompañados por un sello de confianza ("trust mark") que valida dicha certificación. Este enfoque garantiza que los usuarios puedan confiar en que las herramientas que utilizan cumplen con altos estándares de calidad y seguridad.

## Nivel 3 – Credenciales

Este nivel, en el plano técnico, implementa el **triángulo de confianza de credenciales verificables**, que permite el establecimiento de relaciones de confianza transitivas entre tres partes – emisores, titulares y verificadores – utilizando los formatos y protocolos de intercambio de datos para credenciales verificables. Los marcos de gobernanza en este nivel agregan un segundo triángulo de confianza, denominado "**triángulo de confianza de gobernanza**", formado por los emisores, los verificadores y la autoridad de gobernanza. La combinación de ambos triángulos de confianza genera lo que se conoce como el "**diamante de la confianza**" que fue descrito anteriormente en este documento.

Los marcos de gobernanza de credenciales se enfocan en estandarizar las políticas comerciales, legales y técnicas para emitir, mantener y verificar un conjunto de credenciales. Entre otras cosas, estos marcos de gobernanza definen:

- Quienes están autorizados para emitir credenciales de cierto tipo, para que los verificadores tengan toda la información que necesitan para tomar decisiones de confianza basadas en las pruebas derivadas de credenciales verificables que se les presentan
- Qué información puede solicitar un verificador, para evitar que se solicite más información de la necesaria para un propósito dado

## Nivel 4 – Ecosistemas

El nivel cuatro del modelo de ToIP es el que facilita el desarrollo de “**ecosistemas de confianza digital**”, familias completas de aplicaciones y credenciales que no solo están diseñadas para interoperar técnicamente, sino que además comparten un “**marco común de gobernanza del ecosistema**” el cual especifica el propósito, los principios y las políticas que se aplican a todas las autoridades de gobernanza y marcos de gobernanza que operen en cada uno de los cuatro niveles del stack de ToIP para cada ecosistema.

Por lo general, el marco de gobernanza de un ecosistema incluye el reconocimiento de autoridades y marcos de gobernanza independientes que estén autorizados y/o respaldados en los niveles inferiores. Estos marcos de gobernanza también pueden especificar marcas de confianza (trustmarks), registros de confianza, requisitos de usabilidad, programas de certificación y otros mecanismos necesarios para garantizar la integridad y la salud de todo el ecosistema. En este nivel pueden incluirse legislaciones o regulaciones específicas cuando la “autoridad de gobernanza” es un gobierno.

### 9.4. Implementación en GCBA

El primer paso de la hoja de ruta de QuarkID se centra en el desarrollo de un ecosistema inicial y un marco de gobernanza asociado, enfocados en credenciales y aplicaciones específicas para el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. La definición detallada de este marco de gobernanza, que excede el propósito de este documento, será oportunamente desarrollado y divulgado por las autoridades competentes.

Además, este esfuerzo conducirá a la creación de una infraestructura abierta, descentralizada y “no permissionada”, diseñada para su reutilización autónoma por otros ecosistemas de confianza digital. Se pretende instaurar un meta-ecosistema o ecosistema-de-ecosistemas de confianza digital, basado en el stack de ToIP. La masa crítica de usuarios e identidades generada por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en esta fase inicial servirá de catalizador para el surgimiento de nuevos ecosistemas, fomentando un ciclo vital de retroalimentación que permitirá al sistema alcanzar autosuficiencia y operar completamente independiente del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

## 10. Estrategia de Adopción

Aunque la estrategia específica de adopción de QuarkID no se aborda en este documento, a continuación se presentan los pilares fundamentales en los que se basará dicha estrategia para asegurar una adopción extensiva de la plataforma, contando con el apoyo y el impulso del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires:

- **Co-creación** de las definiciones relacionadas con el protocolo y los estándares a utilizar.
- **Desarrollo** de todos los componentes y la infraestructura tecnológica necesaria para la versión 1.
- **Publicación** de los componentes desarrollados en el marco de QuarkID como software de código abierto bajo una licencia permisiva (por ejemplo, Apache 2).
- **Implementación** del GCBA como el primer usuario del framework QuarkID para mejorar la gestión gubernamental, aprovechando los beneficios de QuarkID.
- **Fomento** de la creación de identidades digitales mediante la integración de QuarkID con la aplicación [MiBA](#).
- **Promoción** y apoyo a la adopción de QuarkID tanto en el sector privado como en otras jurisdicciones.
- **Estímulo** a la adopción de sistemas de reputación vinculados a la identidad digital en el ámbito privado.
- **Creación** de un órgano de gobernanza que asuma el liderazgo de la iniciativa para fomentar su adopción y guiar su evolución futura.

# Anexo I

A continuación se presentan los 10 principios para la identidad auto-gestionada definidos por Christopher Allen (2016)<sup>4</sup>:

- **Existencia.** *Los usuarios deben tener una existencia independiente.* Toda identidad auto soberana está, en definitiva, basada en el inefable “yo” presente en el corazón de la identidad. Nunca puede existir en forma enteramente digital. Este debe ser el núcleo del ser que se sostiene y apoya. Una identidad auto-soberana simplemente hace públicos y accesibles algunos limitados aspectos del “yo” ya existente.
- **Control.** *Los usuarios deben controlar su identidad.* Sujeto a algoritmos bien comprendidos y seguros que garanticen la validez continua de una identidad y sus atestaciones (*claims*), el usuario es la máxima autoridad sobre su identidad. Siempre deben ser capaces de referenciarla, actualizarla e incluso ocultarla. Deben poder elegir entre mantenerla privada o hacerla pública. Esto no significa que un usuario controle todas las atestaciones asociadas a su identidad: otros usuarios podrían hacer atestaciones asociadas a él/ella, pero no deben ser fundamentales para la identidad en sí.
- **Acceso.** *Los usuarios deben tener acceso a su propia información.* Un usuario debe siempre ser capaz de acceder fácilmente a todas las atestaciones e información extra asociada a su identidad. No debe haber datos ocultos ni guardianes. Esto no significa necesariamente que un usuario debe poder modificar todas las atestaciones asociadas a su identidad, pero sí que debe conocerlas. Tampoco significa que los usuarios tengan el mismo acceso a la información de los demás, sino sólo a la suya.
- **Transparencia.** *Los sistemas y algoritmos deben ser transparentes.* Los sistemas utilizados para administrar y operar una red de identidades deben ser abiertos, tanto en su funcionamiento como en su gestión y proceso de actualización. Los algoritmos deben ser libres, de código abierto bien comprendidos y lo más independientes posible de cualquier arquitectura en particular; cualquiera debe poder inspeccionar su funcionamiento.

---

<sup>4</sup> La traducción es propia.

- **Persistencia.** *Las identidades deben ser longevas.* Preferiblemente, las identidades deben durar para siempre, o al menos durante el tiempo que el usuario lo desee. Si bien se puede llegar a necesitar rotar las claves privadas y modificar cierta información, la identidad permanece. En el vertiginoso mundo de Internet, este objetivo puede no ser del todo razonable, por lo que las identidades deben durar como mínimo hasta que nuevos sistemas de identidad las vuelvan obsoletas. Esto no debe contradecir el "derecho a ser olvidado"; un usuario debe poder deshacerse de una identidad si lo desea, y las atestaciones deben modificarse o eliminarse con el paso del tiempo según convenga. Realizar esto requiere separar firmemente una identidad de sus atestaciones: no pueden estar vinculadas para siempre.
- **Portabilidad.** *La información y los servicios asociados a la identidad deben ser transportables.* Las identidades no deben estar en manos de un tercero, incluso aunque sea una entidad de confianza de la cual se espera que trabaje en el mejor interés del usuario. El problema es que las entidades pueden desaparecer - y en Internet, la mayoría acaba por hacerlo. Los regímenes pueden cambiar, los usuarios pueden trasladarse a otras jurisdicciones. Las identidades transportables garantizan que el usuario siga teniendo el control de su identidad pase lo que pase, y también pueden mejorar la persistencia de una identidad en el tiempo.
- **Interoperabilidad.** *Las identidades deben ser lo más ampliamente utilizables posible.* Las identidades tienen poco valor si sólo funcionan en nichos. El objetivo de un sistema de identidad digital del siglo XXI es hacer a la información identitaria ampliamente disponible, cruzando las fronteras internacionales para crear identidades globales, sin que el usuario pierda el control. Gracias a la persistencia y la autonomía, estas identidades ampliamente disponibles pueden volverse también continuamente disponibles.
- **Consentimiento.** *Los usuarios deben estar de acuerdo con el uso de su identidad.* Cualquier sistema de identidad se construye en torno a la puesta en común de aquella identidad y sus atestaciones, y un sistema interoperable aumenta el volumen de intercambio producido. Sin embargo, el intercambio de información sólo debe producirse con el consentimiento del usuario. Aunque otros usuarios tales como un empleador, una oficina de crédito o un amigo puedan presentar atestaciones, el usuario debe dar su consentimiento para que estas sean válidas. Tener en cuenta que este consentimiento puede no ser interactivo, pero sí debe ser deliberado y bien comprendido.

- **Minimización.** *La divulgación de las atestaciones debe ser mínima.* Cuando se revela información, esa revelación debe implicar la cantidad mínima de datos necesarios para cumplir la tarea en cuestión. Por ejemplo, si sólo se pide una edad mínima, no debe revelarse la edad exacta, y si sólo se pide una edad, no debe revelarse la fecha precisa de nacimiento. Este principio puede respaldarse en la divulgación selectiva, las pruebas de rango y otras técnicas de zero-knowledge, pero la no correlación sigue siendo una tarea muy difícil (quizás imposible); lo mejor que podemos hacer es emplear la minimalización para respaldar la privacidad lo mejor posible.
- **Protección.** *Los derechos de los usuarios deben ser protegidos.* Cuando existe un conflicto entre las necesidades de la red de identidad y los derechos de los usuarios individuales, la red debe pecar de preservar las libertades y los derechos de los individuos por encima de las necesidades de la red. Para garantizar la autenticación de la identidad debe realizarse mediante algoritmos independientes, resistentes a la censura y a la fuerza, y que se ejecuten de forma descentralizada.



## Anexo II

Mapeo de principios de diseño contra los 10 principios para la identidad auto-gestionada.

PRINCIPIOS PARA LA IDENTIDAD AUTO-GESTIONADA	PRINCIPIOS DE DISEÑO
EXISTENCIA	<i>Proof of Existence</i>
	<i>Proof of Humanity</i>
CONTROL	Custodial vs Non-Custodial
	Recuperación de Identidad
ACCESO	Descentralizado
TRANSPARENCIA	Co-creación
	Código abierto
PERSISTENCIA	
PORTABILIDAD	
INTEROPERABILIDAD	Credenciales vs NFTs
CONSENTIMIENTO	<i>Selective Disclosure</i>
MINIMALIZACIÓN	
PROTECCIÓN	Estándares de seguridad

# Anexo III

## Billeteras Cripto vs Billeteras de Identidad

Como se mencionó anteriormente en este documento, en el contexto de la Web 3.0 existen dos tipos de billeteras que resultan relevantes:

- Billeteras utilizadas para manejar **activos digitales** (Ej.: Criptomonedas, NFTs)
- Billeteras utilizadas para manejar **credenciales verificables** (Ej.: licencias de conducir, títulos universitarios).

A continuación se describen, comparativamente, las características fundamentales de cada uno de estos dos tipos de billeteras y, para facilitar la lectura, en este anexo nos referiremos a cada uno de ellos como “**billeteras cripto**” y “**billeteras de identidad**” respectivamente.

### Aspectos generales

Tanto las billeteras cripto, como las billeteras de identidad pertenecen o están vinculadas a un “sujeto”, el cual puede ser un individuo, una organización o incluso a una cosa (Ej.: un vehículo eléctrico puede tener vinculada una billetera).

Desde el punto de vista de la utilidad, mientras las billeteras cripto se enfocan a manejar valores que el sujeto posee (Ej.: criptomonedas o NFTs), las billeteras de identidad se enfocan a manejar credenciales que describen alguna característica de la identidad del sujeto (Ej.: una licencia de conducir o un título universitario).

### Claves Privadas y Firma Digital

La capacidad más básica y fundamental de ambos tipos de billeteras es la que permite administrar claves privadas y firmas digitales y en ambos casos se implementa de manera similar, de hecho, muchas implementaciones se realizan utilizando las mismas primitivas y librerías criptográficas.

En ambos casos se requiere implementar un “Key Management Service” (KMS) que permita generar y almacenar pares de claves públicas y privadas, proteger las claves privadas y firmar digitalmente utilizando diversidad de algoritmos criptográficos. En algunos casos esta capacidad puede además soportar esquemas de múltiples firmas normalmente conocidos como “multisig”.

Mientras que en las billeteras cripto, las claves privadas se utilizan para demostrar el control sobre activos digitales que están almacenados en una red blockchain, en las billeteras de identidad las claves privadas se utilizan para demostrar el control sobre alguno de los aspectos descritos en un DID document.

## Almacenamiento

Desde el punto de almacenamiento existen diferencias significativas entre las “billeteras cripto” y las “billeteras de identidad”, tanto en “la información que almacenan”, como en los mecanismos de replicación y sincronización que implementan.

Mientras que las “billeteras cripto” sólo almacenan la información relacionada con el KMS, es decir: claves privadas, claves públicas y direcciones blockchain – dado que el resto de la información se encuentra almacenada en las redes blockchain – las “billeteras de identidad”, son responsables de almacenar en forma privada y segura toda la información asociada a la identidad del sujeto, principalmente sus credenciales verificables. Por ejemplo: mientras el saldo de una criptomoneda asociado a una dirección de blockchain no se encuentra almacenado en la “billetera cripto”, sino en la red blockchain correspondiente, las credenciales verificables asociadas a un sujeto si se encuentran almacenadas en la “billetera de identidad” y no se recomienda almacenar esta información a nivel de una red blockchain por cuestiones de compliance y seguridad.

Por otro lado, mientras las “billeteras de identidad”, al menos las más sofisticadas, suelen implementar mecanismos que permitan mantener replicada y sincronizada la información relativa a la identidad del sujeto en los distintos dispositivos que este pueda utilizar, las “billeteras cripto” no requieren este tipo de mecanismos, porque las capacidades de replicación y sincronización de la información datos es provista a nivel de las redes blockchain (Ej.: el saldo de una dirección es almacenado en todos los nodos de una red blockchain).

En ambos casos, la información relacionada con el KMS suele sincronizarse en distintos dispositivos haciendo uso de “frases semilla” (seed phrases), a partir de las cuales se puede reconstruir todas la jerarquía de claves privadas, claves públicas y direcciones asociadas a la billetera.

## Operaciones

Mientras que las billeteras cripto están orientadas a preparar y firmar transacciones que serán procesadas por una red blockchain, las billeteras de identidad están orientadas a preparar y firmar credenciales o pruebas que serán intercambiadas en forma peer-to-peer entre los actores involucrados.

Mientras las operaciones que se ejecutan desde billeteras cripto son típicamente públicas y, por lo tanto, conocidas por todos aquellos que tengan acceso a un

nodo de la red, las operaciones que se ejecutan desde billeteras de identidad siempre son totalmente privadas y solo conocidas por las partes involucradas.

## **Comunicaciones**

Las billeteras cripto típicamente no implementan un esquema de comunicaciones entre las partes involucradas en cada transacción dado que las transacciones se llevan a cabo con la intermediación de la red blockchain que utilicen en cada caso.

En el caso de las “billeteras de identidad”, las operaciones en sí mismas son realizadas de forma peer-to-peer pura, sin intermediación de ningún tipo, lo cual exige la implementación de protocolos de comunicación del tipo peer-to-peer y mecanismos de discovery y ruteo de mensajes entre las partes.

Es importante aclarar que, excepcionalmente, algunas billeteras cripto implementan esquemas de comunicación entre partes, pero estos no se utilizan para procesar la operación en sí misma, sino para intercambiar información que necesaria para preparar una operación que será procesada a través de una red blockchain (Ej.: intercambiar la dirección y el montos a transferir). Adicionalmente, dado que se implementan con mecanismos propietarios, estos mecanismos sólo son aplicables si ambas partes utilizan la misma billetera.