

Universidad Siglo 21



Trabajo Final de Grado. Prototipado Tecnológico
Carrera: Licenciatura en Informática

Sistema de licitaciones públicas implementado sobre Blockchain

Autor: Pablo D'Cristofaro
Legajo: VIN01707

La Plata, febrero de 2022

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Título	6
Introducción	6
<i>Antecedentes</i>	6
<i>Descripción del Área Problemática</i>	6
Justificación	7
Objetivo General del Proyecto	7
Objetivos Específicos del Proyecto	8
Marco Teórico Referencial	8
<i>Dominio del Problema</i>	8
<i>TICs</i>	8
<i>Competencias</i>	10
Diseño Metodológico	12
<i>Herramientas Metodológicas</i>	12
<i>Herramientas de Desarrollo</i>	12
<i>Recolección de Datos</i>	13
<i>Planificación del Proyecto</i>	13
Relevamiento	15
<i>Relevamiento Estructural</i>	15
<i>Relevamiento Funcional</i>	16
<i>Funciones de las Áreas:</i>	17
Proceso de Negocios	18
Diagnóstico y Propuesta	21
<i>Diagnóstico</i>	21
<i>Propuesta</i>	21
Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo	22

<i>Objetivos</i>	22
<i>Límites</i>	22
<i>Alcance</i>	22
<i>No Contempla</i>	22
Descripción del Sistema	23
<i>Product Backlog</i>	23
<i>Historias de Usuario</i>	24
<i>Sprint Backlog</i>	27
<i>Estructuras de Datos</i>	29
<i>Prototipos de Interfaces de Pantallas</i>	30
Seguridad	33
<i>Acceso a la Aplicación</i>	33
<i>Política de Respaldo de Información</i>	34
Análisis de Costos	35
<i>Recursos Humanos</i>	35
<i>Software</i>	36
<i>Hardware</i>	36
<i>Resumen de Costos</i>	37
Análisis de Riesgos	37
Conclusiones	41
Demo	41
Referencias	42

Índice de imágenes

Ilustración 1: Diagrama de Gantt. Definición de tareas y tiempo	14
Ilustración 2: Diagrama de Gantt. Barras de tiempo	15
Ilustración 3: Organigrama - Relaciones	16
Ilustración 4: Organigrama - Subsecretarías	17
Ilustración 5: Procesos de negocio, sobre inteligencia de negocios	20
Ilustración 6: Diagrama de clases	29
Ilustración 7: Diagrama de Arquitectura	31

Índice de tablas

Tabla 1: Costos de Recursos Humanos	35
Tabla 2: Costos de Software	36
Tabla 3: Costos de Hardware.....	36
Tabla 4: Resumen de Costos	37
Tabla 5: Análisis de Riesgos	38
Tabla 6: Matriz de Evaluación de Riesgos	39
Tabla 7: Plan de Contingencia.....	40

Resumen

Cada vez más gobiernos se enfrentan a un reto similar: necesitan entregar servicios públicos, en cantidad y calidad, de manera eficiente y transparente, y a menudo con menos recursos disponibles. La ciudadanía compara los servicios del gobierno con los que recibe del sector privado, y exige más, sobre todo transparencia. Ante esta coyuntura, es fácil pensar que la solución puede provenir de la aplicación de nuevas tecnologías. Después de todo, el gobierno es muchas veces uno de los últimos refugios del trámite basado en papel, los procesos manuales y los sellos.

Se ha publicado mucho sobre el potencial que la tecnología Blockchain podría tener en el sector público, aunque pocas publicaciones ofrecen algún tipo de guía para su implementación. En la práctica, a nivel mundial, son pocos los gobiernos que han implementado algún programa piloto utilizando Blockchain, y menos aún aquellos que brindan servicios públicos utilizando esta tecnología.

El objetivo de este proyecto fue proponer una mejora en el proceso de licitaciones públicas del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires donde los beneficios destacados fueron la automatización del acto de adjudicación sin intervención manual sumado al incremento de transparencia y la eficiencia en la asignación de recursos que se obtiene por el uso de tecnología Blockchain.

Finalmente, sobre el relevamiento de requerimientos, se construyó un prototipo del sistema permitiéndome en lo profesional aplicar conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera. En lo personal, me permitió dejar impacto social brindando valor agregado a procesos en los organismos públicos.

Palabras clave: Blockchain, licitaciones públicas, transparencia en el sector público

Abstract

More and more governments face a similar challenge: they need to deliver public services, in quantity and quality, efficiently and transparently, and often with fewer available resources. Citizens compare government services with those they receive from the private sector, and demand more, especially transparency. Given this situation, it is easy to think that the solution may come from the application of new technologies. After all, the government is often one of the last havens of paper-based processing, manual processes, and stamps.

Much has been published about the potential that Blockchain technology could have in the public sector, although few publications offer any kind of guidance for its implementation. In practice, worldwide, few governments have implemented a pilot program using blockchain, and even fewer those that provide public services using this technology.

The objective of this project was to propose an improvement in the public bidding process of the Ministry of Health of the Province of Buenos Aires where the outstanding benefits were the automation of the awarding act without manual intervention added to the increase in transparency and efficiency in the allocation. of resources obtained by the use of Blockchain technology.

Finally, on the requirements survey, a prototype of the system was built allowing me professionally to apply knowledge acquired during the course of the degree. On a personal level, it allowed me to leave a social impact by providing added value to processes in public organizations.

Keywords: blockchain, public tenders, transparency in the public sector

Título

Sistema de licitaciones públicas implementado sobre Blockchain.

Introducción

El proyecto se originó dentro del marco del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires Compras (PBAC) <https://pbac.cgp.gba.gov.ar/>. La solución apunta a proponer una mejora al proceso de licitaciones públicas, así como también brindar soluciones concretas a puntos débiles en determinados pasos dentro del proceso completo. Este proyecto además de poder ser implementado en la entidad, es perfectamente replicable como solución en cualquier organismo público o privado donde se realicen licitaciones públicas.

Antecedentes

Blockchain como tecnología informática permite la transmisión, almacenamiento y confirmación de datos o información en una organización autónoma a partir del consenso entre los participantes, sobre la base constituida por dos grupos de tecnologías; por un lado, las infraestructuras de clave pública o Public Key Infrastructure (PKI) para el cifrado asimétrico y, por otro, los sistemas y algoritmos distribuidos para la toma de decisiones por consenso entre un grupo de agentes descentralizados (Preukschat, 2017). Blockchain puede revolucionar muchas de las tareas al prescindir de intermediarios y evitar el control individual centralizado del sistema o que el poder de la autenticidad y el valor de las transacciones (incluidas las económicas) estén en unas pocas manos. Dichas tareas pueden ser sustituidas por algoritmos automatizados o smart contracts que garanticen el valor o los efectos de una determinada transacción, según las normas y acciones programadas en dicho contrato (Benítez-Eyzaguirre, L. Teknokultura 2021).

Descripción del Área Problemática

El ámbito de la contratación, gestión de presupuestos y la financiación llevan sistemas complejos de control y cumplimiento normativo que resultan costosos y vulnerables, dado el

nivel de fraude y corrupción que alcanza a las instituciones públicas. La ventaja del sistema se encuentra también en que la fortaleza de la información obtenida a través de Blockchain permite que las decisiones se tomen de forma consensuada, con la participación activa de cada agente, sin intermediarios, con transparencia y rendición de cuentas, todo ello facilita la labor de las administraciones. Blockchain aporta una gran transparencia al sistema, como se ha dicho.

Justificación

Se mejoró el proceso de licitaciones públicas, así como también se brindaron soluciones concretas a puntos débiles en determinados pasos dentro del proceso completo. Esta solución además de poder ser implementada en la entidad, es perfectamente replicable como solución en cualquier organismo público o privado donde se realicen licitaciones públicas. El proyecto consistió en implementar la solución basada en Blockchain para la mejora de los procesos de compras públicas con el objetivo de hacerlos más transparentes y confiables. Con Blockchain se pueden certificar las órdenes de compra, de manera tal de lograr trazabilidad en el proceso de licitación o compras. Además, facilitó la auditoría de la información al asegurar el registro de todas las transacciones, las cuales generan una cadena de bloques que no se puede borrar o modificar sin dejar una huella. Esta característica además permite auditar procesos confiando en la información de la cadena y sin la necesidad de que terceros brinden la información, lo que quita los incentivos a manipularla con fines particulares. Esta solución ayudó a incrementar la transparencia y la eficiencia en la asignación de recursos al reducir las interacciones entre funcionarios encargados de las contrataciones y los oferentes.

Objetivo General del Proyecto

Diseñar e implementar el proceso de licitaciones públicas del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires en Blockchain para la mejora de los procesos de compras públicas con el objetivo de hacerlos más transparentes y confiables.

Objetivos Específicos del Proyecto

- Identificar las etapas en el flujo de trabajo del proceso de licitación
- Diseñar e implementar el proceso de licitación pública en la red pública Ethereum junto con una interfaz gráfica de usuario

Marco Teórico Referencial

Dominio del Problema

Cada vez más gobiernos de América Latina y el Caribe se enfrentan a un reto similar: necesitan entregar servicios públicos, en cantidad y calidad, de manera eficiente y transparente, y a menudo con menos recursos disponibles. La ciudadanía compara los servicios del gobierno con los que recibe del sector privado, y exige más. Por otro lado, la región sigue mostrando altos índices de desigualdad en términos de distribución de ingreso, se ha convertido en los últimos años en una de las más violentas del mundo y tiene altos índices de corrupción (Muenta-Kunigami, Redl, Serale (2019). Blockchain en la administración pública, Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo).

TICs

A continuación, se mencionan las tecnologías utilizadas dentro del sistema y se explica cada una de ellas.

- Red Ethereum: Una plataforma open source digital en la que se pueden crear una amplia gama de aplicaciones, incluyendo software de identidad, programas de seguridad, métodos de pago y contratos inteligentes o smart contracts. La plataforma es descentralizada a diferencia de otras cadenas de bloques. Es programable, lo que significa que los desarrolladores pueden usarlo para crear nuevos tipos de aplicaciones descentralizadas. (Ethereum, 2021)

- Solidity: Un lenguaje de programación orientado a objetos para escribir contratos inteligentes. Se utiliza para implementar contratos inteligentes 2 en varias plataformas Blockchain, la más destacada, Ethereum. (Solidity, 2021)
- Truffle: Un entorno de desarrollo de clase mundial, un marco de prueba y una canalización de activos para cadenas de bloques que utilizan la máquina virtual Ethereum (EVM), con el objetivo de facilitar el trabajo al desarrollador. (Truffle Suite, 2021)
- Ganache: Una Blockchain personal para el desarrollo de Ethereum, permite ejecutar una Blockchain en local donde se puede implementar contratos, desarrollar aplicaciones y ejecutar pruebas. Está disponible como aplicación de escritorio y como herramienta de línea de comandos (antes conocida como TestRPC). (Truffle Suite, 2021)
- Metamask: Una herramienta que permite interactuar con los contratos inteligentes desde el navegador web. (Metamask, 2021)
- Web3: Es una API en Javascript compatible con Ethereum que implementa las especificaciones genéricas RPC en formato JSON. La librería web3 JS es una colección de módulos y cada uno contiene una funcionalidad para el ecosistema Ethereum. (Web3.js, 2021)
- React: Una librería Javascript focalizada en el desarrollo de interfaces de usuario, web y móviles. (ReactJS, 2021)
- MySQL: Es una base de datos relacional basada en SQL (Lenguaje Estructurado de Consultas). Es usada por una amplia gama de propósitos, incluyendo data-warehousing, e-commerce y aplicaciones de logs. Sin embargo, el uso más común de MySQL es como base de datos web. (MySQL, 2021)
- AWS Simple Storage Service (S3): es un servicio de almacenamiento de objetos que ofrece escalabilidad, disponibilidad de datos, seguridad y rendimiento líderes en el sector. Gracias a Amazon S3, clientes de todos los tipos y sectores pueden almacenar y proteger cualquier volumen de datos para los más variados fines, como

usarlos en lagos de datos, sitios web, aplicaciones móviles, procesos de copia de seguridad y restauración, operaciones de archivado, aplicaciones empresariales, dispositivos IoT y análisis de big data. Amazon S3 proporciona características de administración fáciles de utilizar que le permiten organizar los datos y configurar sofisticados controles de acceso con objeto de satisfacer sus requisitos empresariales, organizativos y de conformidad. Amazon S3 está diseñado para ofrecer una durabilidad del 99,999999999 % (11 nueves) y almacena datos de millones de aplicaciones para empresas de todo el mundo (Amazon Web Services, 2021)

- AWS Elastic Cloud Computing (EC2): Es un servicio de computación en la nube (Cloud Computing en inglés), ofrece servicios de computación en la nube confiables, escalables y económicos. (Amazon Web Services, 2021)

Competencias

- Licitaciones públicas inteligentes, México:
El piloto de contrataciones inteligentes fue lanzado en 2018 y tiene como objetivo diseñar un sistema de contrataciones basado en Blockchain y un estándar de contrataciones abiertas que fomente la transparencia de los procesos y su auditoría social. Dentro de las innovaciones previstas para esta solución, se plantea la introducción de la figura de los evaluadores independientes, lo que otorga voz y voto a los ciudadanos para evaluar propuestas, a diferencia de la figura del testigo social. Por otra parte, el estándar de contrataciones abiertas le brinda una mayor integridad a la información del proceso de contratación. La solución plantea una infraestructura híbrida montada sobre la Red Federal mencionada en la primera parte, la cual utiliza una instancia de Ethereum. (Munte-Kunigami, Redl, Serale (2019). Blockchain en la administración pública, Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo)
- Blockchain para la mejora de los procesos de compras públicas, Chile Compra

En los últimos años Chile Compra se ha enfocado en mejorar sus procesos y hacerlos más transparentes y confiables, para lo cual ha experimentado con diversas tecnologías que le permitan cumplir con este objetivo. En este contexto ha implementado un piloto basado en el uso de Blockchain para certificar las órdenes de compra, de manera tal de lograr trazabilidad en el proceso de licitación o compras del gobierno (Jolías, 2018). El piloto comenzó por las microcompras, que son adquisiciones de montos bajos que pueden realizarse a través de pagos electrónicos y se gestionan a través del portal Mercado Público. Se certificó el contenido de las órdenes de compras de tres organismos del Estado (la Contraloría General de la República, la Dirección de Compras y Contratación Pública y el Servicio de Impuestos Internos) en la red pública Ethereum; los datos de la orden de compra pasan a ser un hash que posteriormente se certifica en la red y se incorpora a la cadena de bloques. De esta manera, los proveedores y personas interesadas pueden corroborar que la información no ha sido alterada ni manipulada; para esto, se ha diseñado una interfaz amigable que permite verificar el certificado de confianza vinculado a la orden. (Munte-Kunigami, Redl, Serale (2019). Blockchain en la administración pública, Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo)

- Automatización de procesos de contratación pública en Estados Unidos

La GSA es una agencia independiente del gobierno de los Estados Unidos, creada en 1949 para apoyar el funcionamiento básico de las agencias federales (GSA, 2017). La GSA establece contratos gubernamentales a largo plazo con compañías comerciales para proporcionar acceso a millones de productos y servicios a un precio de descuento por volumen. Para modernizar su sistema, la GSA está considerando utilizar una combinación de diferentes tecnologías, como Blockchain e IA. El objetivo es generarle valor al contribuyente, disminuir la carga en la industria y liberar a los profesionales de las tareas orientadas a procesos para que puedan dedicar más tiempo a enfocarse en el pensamiento crítico (Thornton, 2017). Con respecto al tiempo de entrega, la GSA espera realizar procesos de

contratación en menos de 10 días después de la optimización de sus procesos de adquisición (Friedman, 2017). En una primera fase la GSA realizó una prueba de concepto para optimizar los procesos comerciales de los contratos Schedule 70 en el año fiscal 2017. La prueba de concepto involucró la utilización de varias tecnologías para aumentar la eficiencia de los procesos implicados. Como base de la nueva solución, la tecnología Blockchain proporciona una capa de datos con todas las transacciones y a la que todos los interesados pueden acceder en tiempo real (Thornton, 2017). La GSA controla lo que los participantes en el mercado pueden ver de acuerdo con ciertas reglas asociadas de la industria (por ejemplo, no compartir la información de múltiples socios de la industria entre sí).

Diseño Metodológico

Herramientas Metodológicas

El desarrollo del proyecto se realizó bajo la metodología ágil Scrum. Jeff Sutherland (2010), uno de los creadores de este proceso de software y expresa en su libro, Scrum Handbook, lo siguiente: Scrum es un marco iterativo e incremental para proyectos y desarrollos de productos o aplicaciones. Se estructura en ciclos de trabajo llamados Sprints, que tienen menos de un mes de duración y es siempre fija, es decir que no se extiende si el trabajo se completó o no. Cada iteración de sprint cuenta con requisitos del cliente que el equipo de trabajo se compromete a realizar.

Herramientas de Desarrollo

En el desarrollo del proyecto se utilizaron diferentes tecnologías, presentes tanto en la capa de presentación, Front End, como en la capa de acceso a datos, Back End.

El stack tecnológico está conformado por las siguientes tecnologías:

Red Ethereum, donde se puede correr una Blockchain propietaria; Solidity, es el lenguaje de programación para el desarrollo de Blockchain; Truffle, el entorno de desarrollo; Ganache, una Blockchain personal para el desarrollo de Ethereum, permite ejecutar una Blockchain en

local donde se puede implementar contratos, desarrollar aplicaciones y ejecutar pruebas; Metamask: Una herramienta que permite interactuar con los contratos inteligentes; Web3: API en Javascript compatible con Ethereum que implementa las especificaciones genéricas RPC en formato JSON; React, librería Javascript usada en el desarrollo de interfaces de usuario, web y móviles; Plataforma Cloud para hosting de la aplicación web/móvil MySQL: Base de datos para información auxiliar a la información que persiste en la Blockchain. AWS S3: Medio de almacenamiento de documentación presentada por los oferentes. AWS Amazon Web Services: servicios computacionales en la nube; se utilizaron la base de datos, los servidores virtuales y el servicio S3.

Recolección de Datos

Se realizaron entrevistas a personal administrativo de las áreas de Sistemas y de Compras del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires. Se realizaron observaciones a expedientes de licitaciones públicas. Ley de Compras y Contrataciones 13981.

Planificación del Proyecto

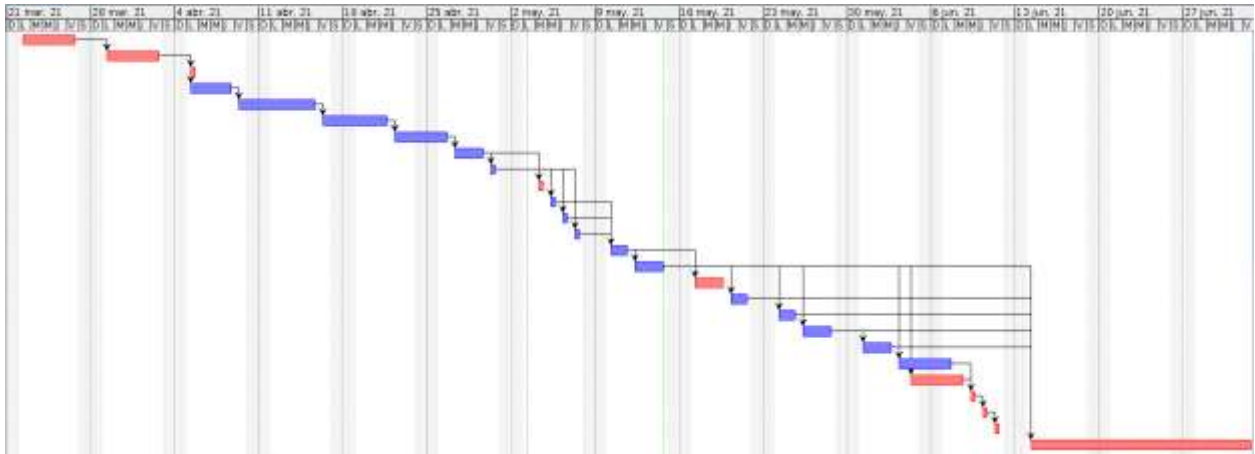
Se desarrolló el diagrama de Gantt dado que "es muy útil para mostrar la secuencia de ejecución de operaciones de todo un paquete de trabajo y tiene la virtud de que puede utilizarse tanto como una herramienta de planificación, así como una herramienta de seguimiento y control" (Terrazas Pastor, 2011, pág. 10)

Ilustración 1: Diagrama de Gantt. Definición de tareas y tiempo

	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1	Ramp Up	5 days	22/3/21 08:00	26/3/21 17:00	
2	Selección de tema	5 days	29/3/21 08:00	2/4/21 17:00	1
3	Introducción	1 day	5/4/21 08:00	5/4/21 17:00	2
4	Objetivos	4 days	5/4/21 08:00	8/4/21 17:00	2
5	Marco teórico referencial	5 days	9/4/21 08:00	15/4/21 17:00	4
6	Diseño metodológico	4 days	16/4/21 08:00	21/4/21 17:00	5
7	Relevamiento	3 days	22/4/21 08:00	26/4/21 17:00	6
8	Procesos de negocio	3 days	27/4/21 08:00	29/4/21 17:00	7
9	Diagnóstico	1 day	30/4/21 08:00	30/4/21 17:00	8
10	Propuesta	1 day	4/5/21 08:00	4/5/21 17:00	8
11	Objetivo del prototipo	1 day	5/5/21 08:00	5/5/21 17:00	9
12	Límites	1 day	6/5/21 08:00	6/5/21 17:00	9
13	Alcances	1 day	7/5/21 08:00	7/5/21 17:00	9
14	Product backlog	2 days	10/5/21 08:00	11/5/21 17:00	11;12;13
15	Historias de usuario	3 days	12/5/21 08:00	14/5/21 17:00	14
16	Sprint backlog	3 days	17/5/21 08:00	19/5/21 17:00	14
17	Estructura de datos	2 days	20/5/21 08:00	21/5/21 17:00	15
18	Prototipos de interfaces de pantallas	2 days	24/5/21 08:00	25/5/21 17:00	15
19	Diagrama de arquitectura	3 days	26/5/21 08:00	28/5/21 17:00	15
20	Seguridad	3 days	31/5/21 08:00	2/6/21 17:00	19
21	Análisis de costos	3 days	3/6/21 08:00	7/6/21 17:00	15;17;18;19;20
22	Análisis de riesgos	3 days	4/6/21 08:00	8/6/21 17:00	15;17;18;19;20
23	Conclusiones	1 day	9/6/21 08:00	9/6/21 17:00	21;22
24	Resumen	1 day	10/6/21 08:00	10/6/21 17:00	23
25	Abstract	1 day	11/6/21 08:00	11/6/21 17:00	24
26	Codificación del prototipo	15 days	14/6/21 08:00	2/7/21 17:00	15;17;18;19;20

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 2: Diagrama de Gantt. Barras de tiempo



Fuente: Elaboración propia

Relevamiento

Relevamiento Estructural

Los relevamientos presentes a continuación se realizaron en el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires. El Ministerio de Salud cuenta con un centro de cómputos. Este centro de cómputos posee equipos servidores Sun Oracle con sistema operativo Solaris; equipos servidores Intel con sistema operativo Ubuntu. Cuenta con una Red LAN para el edificio sin servicio de WiFi, además posee una VPN para que los empleados se puedan conectar de manera segura desde sus hogares. Se requirió la contratación de servicio Cloud.

*Relevamiento Funcional**Ilustración 3: Organigrama - Relaciones*

Fuente: Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, 2021

Ilustración 4: Organigrama - Subsecretarías



Fuente: Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, 2021

Funciones de las Áreas:

- Dirección Técnico Legal (DTL): La Dirección Provincial de Legal y Técnica se ocupa de la evaluación y elaboración de los aspectos técnicos, jurídicos y procedimentales de los proyectos de actos administrativos, así como de los actos de alcance general y particular que deban ser suscriptos por las distintas áreas del organismo.
- Dirección de Compras, Contrataciones y Servicios Auxiliares: El área de Compras y Contrataciones entiende en las tareas vinculadas con los procedimientos de adquisición y enajenación y el seguimiento de las mismas; así como en los procesos de contratación de bienes y servicios y de alquiler de inmuebles.
- Dirección de Compras Hospitalarias: Llevar adelante los trámites relacionados a los contratos de compraventa, suministros,

servicios, locaciones, consultoría, alquileres, permutas, concesiones de uso de los bienes del dominio público y/o privado del organismo; y todos aquellos contratos no excluidos expresamente, de conformidad con lo dispuesto por el Régimen de Contrataciones de la Administración Provincial; procurando eficiencia y eficacia en las operaciones y asegurando satisfacer en tiempo y forma las necesidades del Ministerio.

Proceso de Negocios

- Proceso: Pedido de Producto o Servicio.

Roles: Cualquier Área del Ministerio, Subsecretaría Superior Jerárquica, Subsecretaría Técnica Administrativa y Legal, DGA.

Pasos: El área requirente genera una carátula expediente. Se completa el Formulario de Requerimiento y Stock. Se crea una nota de elevación informando valor justipreciado con la conformidad del director provincial. La Subsecretaría Superior Jerárquica manifiesta conformidad. La Subsecretaría Técnica, Administrativa y Legal toma conocimiento del pedido y da conformidad al mismo. DGA avala y remite.

- Proceso: Licitación y Compra.

Roles: Compras, Dirección de Contabilidad.

Pasos: El Área de Compras incorpora presupuestos de proveedores del ramo. Se procede a analizar, controlar y verificar la documentación del expediente. Se selecciona proveedor. Se genera solicitud del gasto en estado de ingreso parcial. La Dirección de Contabilidad analiza y afecta el presupuesto por solicitud del gasto.

- Proceso: Entrega de Producto o Servicio

Roles: Compras, Área Requirente

Pasos: El Área de Compras devuelve las actuaciones al área requirente para solicitud de entrega de los insumos prestaciones de servicio. Si la contratación es de tracto sucesivo deberá suscribirse Disponibilidad de DGA. El Área requirente solicita entrega del insumo. Agrega factura y remito bajo el GEDO FACDI (Factura de Firma por autoridad con cargo no inferior a director provincial del área requirente) y REMDI (Remito conformado por *rango*

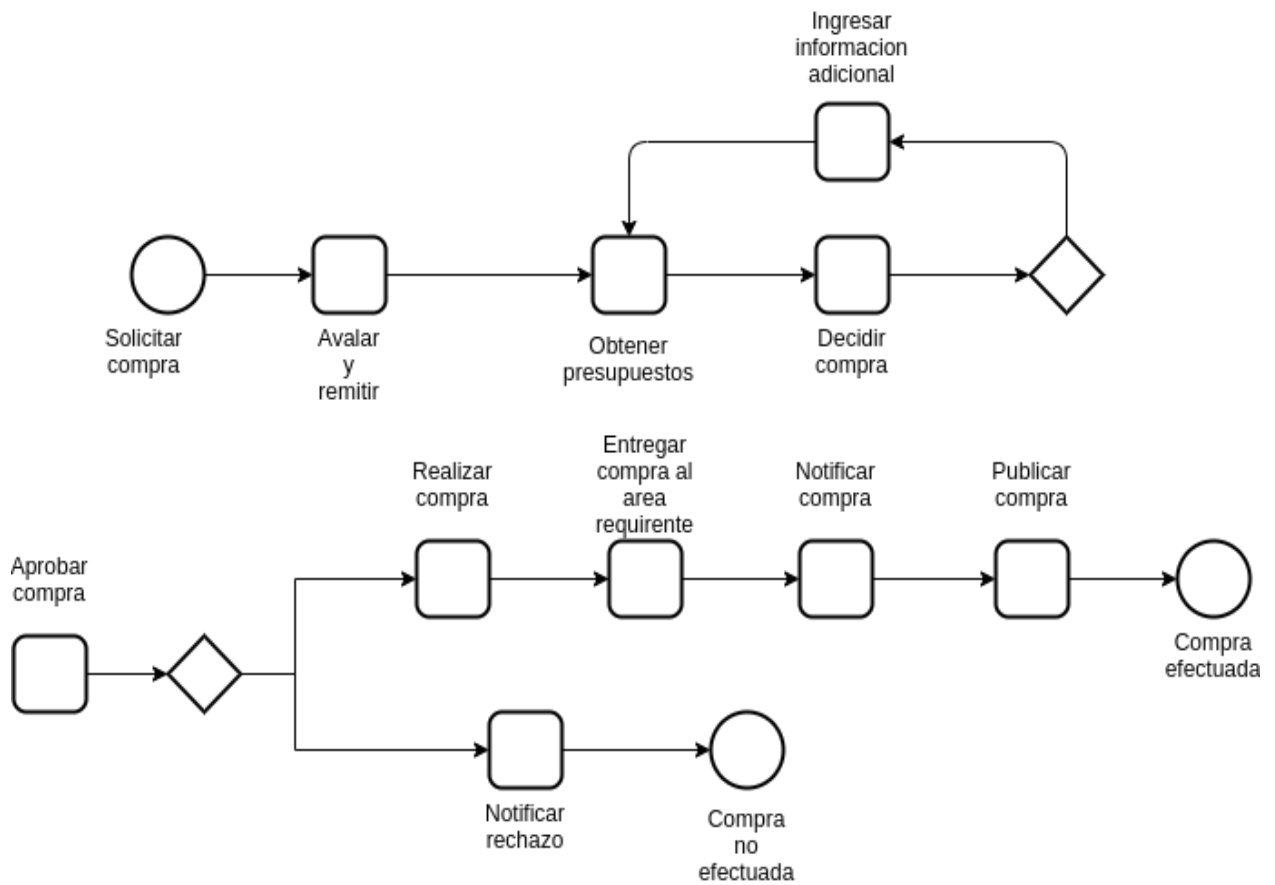
de director o superior). Incorpora constancias de inscripción de AFIP, ARBA, Constancia de Registro de Proveedores, Deudores Alimentarios morosos, CBU, CAE y CAI. En caso de contratación de tracto sucesivo, se perfecciona el contrato por medio de la suscripción de la OC. Mensualmente se deberá solicitar remito y factura a fin de cancelar los pagos periódicos.

- Proceso: Asiento de Recepción

Roles: Compras, DTL, Dirección de Contabilidad, DGA

Pasos: Compras controla, analiza y verifica documentación del expediente; eleva las actuaciones a DTL para el dictado del acto. DTL elabora el Proyecto de Acto Administrativo que será suscripto por DGA; firma y remita a Compras. Compras ingresa la adjudicación en estado "Ingresado". Dirección de Contabilidad autoriza la adjudicación de manera parcial. DGA autoriza (protocoliza) la adjudicación. Compras emite parte de recepción definitivo; remite actuaciones para liquidación. Dirección de Contabilidad asienta la liquidación.

Ilustración 5: Procesos de negocio, sobre inteligencia de negocios



Fuente: Elaboración propia

Diagnóstico y Propuesta

Diagnóstico

Definido los procesos, se identificaron dos procesos con inconvenientes, sobre los cuales se detectaron los siguientes problemas:

Proceso: Obtener presupuestos	
Problemas	Causas
Tiempos elevados del proceso	El proceso se implementa en forma manual y mediante impresiones físicas en papel, por lo tanto, el proceso debe ser evaluado en forma manual.
Proceso: Decidir compra	
Falta de transparencia e integridad de la información en los procesos de licitación pública.	Los pasos de las licitaciones públicas no están automatizados ni implementados por lo que no se garantiza la transparencia. El paso más relevante de ellos es la evaluación técnica y económica de propuestas.

Propuesta

El sistema que se desarrolló contribuyó con la automatización de los procesos manuales ayudando a mejorar los tiempos de los procesos; resolvió el problema de la falta de transparencia e integridad de la información en los procesos de licitación pública; fomentó la participación ciudadana a través de la evaluación de propuestas y el monitoreo de las contrataciones; modernizó el flujo de trabajo del proceso de licitaciones públicas sirviendo de antecedente como mejora de procesos y fue tomado como referencia para ser implementado en otros procesos tanto del Ministerio de Saludo como en los demás ministerios de la Provincia de Buenos Aires.

Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo

Objetivos

Generar licitaciones públicas en forma segura a través del uso de Blockchain, obtener presupuestos y seleccionar oferente que cumpla las reglas definidas en cada licitación pública.

Límites

El prototipo comprende desde la generación de la licitación pública hasta la selección del oferente.

Alcance

El prototipo contempla los siguientes procesos:

- Solicitar compra
- Incorporar presupuestos de proveedores del ramo
- Controlar, analizar y verificar la documentación del expediente
- Ingresar información adicional
- Seleccionar oferente
- Aprobar compra

No Contempla

No se consideran los siguientes procesos:

- Pedido de compra del área requirente
- Conformidad de Subsecretaría Superior Jerárquica
- Toma de conocimiento del pedido y conformidad de Subsecretaría Técnica, Administrativa y Legal
- Avala y remite de DGA
- Generar solicitud del gasto de Compras

- Analiza y afecta el presupuesto para solicitud del gasto de Dirección de Contabilidad
- Elevar las actuaciones a DTL para el dictado del acto
- Notificar compra
- Realizar compra
- Publicar compra
- Notificar rechazo

Descripción del Sistema

Product Backlog

ID	Historia de usuario	Prioridad	Puntos de historia	Dependencias
H0001	Registro del usuario a la aplicación	Alta	8	
H0002	Ingreso del usuario	Alta	5	H0001
H0003	Recuperación de contraseña de usuario	Media	3	H0001
H0004	Visualización información usuario	Baja	3	H0002
H0005	Edición información usuario	Baja	3	H0004
H0006	Registro de licitaciones	Alta	8	H0001, H0002
H0007	Edición de licitaciones existentes	Media	3	H0006
H0008	Registro proveedores	Alta	8	H0002
H0009	Edición información proveedores	Media	5	H0008
H0010	Publicación licitación	Media	5	H0006
H0011	Ingreso de presupuestos (proveedores)	Alta	5	H0010
H0012	Ingreso de información adicional y/o corrección (presupuestos)	Media	3	H0011

H0013	Ejecutar selección de proveedor. Implica seleccionar oferente y aprobar la compra. Se ejecuta el contrato inteligente en la blockchain. Se implementa con Solidity.	Alta	5	H0010, H0011, H0012
H0014	Notificar resultado	Baja	3	H0013

Historias de Usuario

A continuación, se describen las historias de usuario del prototipo:

ID	H0006	Nombre	Registro de licitaciones
Descripción	Como usuario quiero dar de alta licitaciones en el sistema para que se realicen ofertas por parte de proveedores registrados.		
Criterios de aceptación	Dado un pedido de compra o contratación de servicio, cuando se registra una nueva licitación en el sistema con estado inactiva, entonces se asignan los criterios de selección de proveedor que servirán como reglas del contrato inteligente en la blockchain. Se registran las fechas de cada etapa del workflow de la licitación.		
Prioridad: Alta	Puntos de historia estimados: 8		

ID	H0011	Nombre	Ingreso de presupuestos (proveedores)
Descripción		Como proveedor quiero aplicar como oferente en una licitación para participar de la licitación.	
Criterios de aceptación		Dada una licitación activa, cuando se complementan los datos del formulario para aplicar como oferente, entonces se adjuntan documentos requeridos; se validan los datos del formulario y los documentos.	
Prioridad: Alta		Puntos de historia estimados: 5	

ID	H0013	Nombre	Ingreso de información adicional y/o corrección (presupuestos)
Descripción		Como proveedor quiero actualizar la información ingresada como oferente de una licitación para completar información faltante o corregir información previa.	
Criterios de aceptación		Dada una licitación activa, cuando un proveedor aplicó como oferente, entonces se muestra la lista de licitaciones que aplicó y se permite seleccionar y visualizar cada licitación. Se permite editar y actualizar las licitaciones activas.	

Prioridad: Alta	Puntos de historia estimados: 3

ID	H0012	Nombre	Ejecutar selección de proveedor
Descripción	Como usuario quiero ejecutar la adjudicación de la licitación para que se ejecute el contrato inteligente en la Blockchain.		
Criterios de aceptación	Dada una licitación activa, cuando se ejecuta el proceso de adjudicación entonces se ejecuta el contrato inteligente en la Blockchain; se selecciona oferente en base a las reglas definidas en el contrato inteligente de la Blockchain. Se implementa con Solidity y esto resulta en la compra aprobada.		
Prioridad: Alta	Puntos de historia estimados: 8		

Sprint Backlog

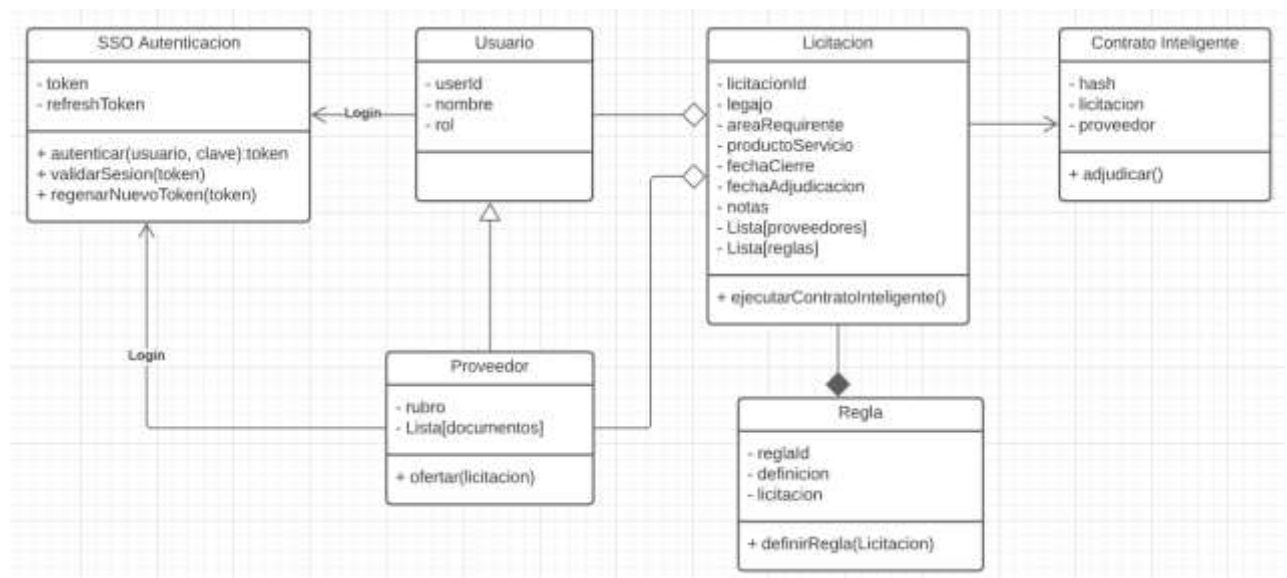
A continuación, se describe el sprint 1 del prototipo y las historias de usuario que se incluyen en el sprint.

Sprint	Historia de usuario	ID	Tareas	Prioridad	Estimado	Estado
1	H0006 Registro de licitaciones	1	Diseñar diagramas correspondientes al módulo	Alta	2 días	Por hacer
		2	Realizar testing unitario sobre módulo correspondiente (metodología TTD)	Alta	5 días	Por hacer
		3	Diseñar interfaz gráfica	Media	2 días	Por hacer
		4	Implementar e integrar módulo a sistema	Alta	5 días	Por hacer
		5	Codificar módulo correspondiente a historia de usuario	Alta	5 días	Por hacer
		6	Realizar tests de integración correspondiente al módulo	Media	4 días	Por hacer
	H0011 Ingreso de presupuestos (proveedores)	7	Diseñar diagramas correspondientes al módulo	Alta	2 días	Por hacer

		8	Realizar testing unitario sobre módulo correspondiente (metodología TTD)	Alta	5 días	Por hacer
		9	Diseñar interfaz gráfica	Media	2 días	Por hacer
		10	Implementar e integrar módulo a sistema	Alta	5 días	Por hacer
		11	Codificar módulo correspondiente a historia de usuario	Alta	5 días	Por hacer
		12	Realizar tests de integración correspondiente al módulo	Media	4 días	Por hacer

Estructuras de Datos

Ilustración 6: Diagrama de clases



Fuente: Elaboración propia

No se requiere DER ya que la base de datos MySQL es utilizada como soporte de secundario.

Prototipos de Interfaces de Pantallas

Ingreso al sistema

A hand-drawn sketch of a browser window titled "Browser". The address bar contains "https://sso.login". Below the address bar, there are two input fields: the first is labeled "Usuario" and the second is labeled "Clave" with six asterisks (*****) inside it, indicating a password field.

Ingreso al sistema con autenticación.

Administrador de Licitaciones

A hand-drawn sketch of a browser window titled "Browser". The address bar contains "http://admin". Below the address bar, there is a search bar with the text "Contiene Search" and a "Bucar" button. Below the search bar, there is a table with three columns: "Licitacion", "Estado", and "Acción".

Licitacion	Estado	Acción
Lici01	Activa	Edit View
Lici02	Activa	Edit View
Lici03	Activa	Edit View
Lici04	Activa	Edit View
Lici05	Finalizada	View
Lici06	Finalizada	View
Lici07	Finalizada	View

Administración de Licitaciones; operaciones de búsqueda mediante filtros; visualización y edición de licitaciones.

Edición de licitación

Browser
http://edit

Licitación ID: LIC123456789 Legajo: LEG123456789 Area Requirente: Direccion A

Producto/Servicio: Servicio B Cierre de Licitación: // Selección de Proveedor: //

Notas: aaa
bb
cc
dd

Proveedores: Oferente 1
Oferente 2
Oferente 3
Oferente 4
Oferente 5

Regla	Criterio	Acción
Regla1	CriterioA	Edit View
Regla2	CriterioB	Edit View
Regla3	CriterioC	Edit View
Regla3	CriterioC	Edit View

Reglas Contrato

Guardar Cancelar Salir

Ventana de edición de licitaciones donde se ingresa y edita toda la información requerida asociada a una licitación.

Acto de adjudicación

Browser
https://seleccionar-oferente

Licitación ID: LIC123456789 Proveedores: Oferente 1
Oferente 2
Oferente 3
Oferente 4
Oferente 5

Legajo: LEG123456789

Area Requirente: Direccion A

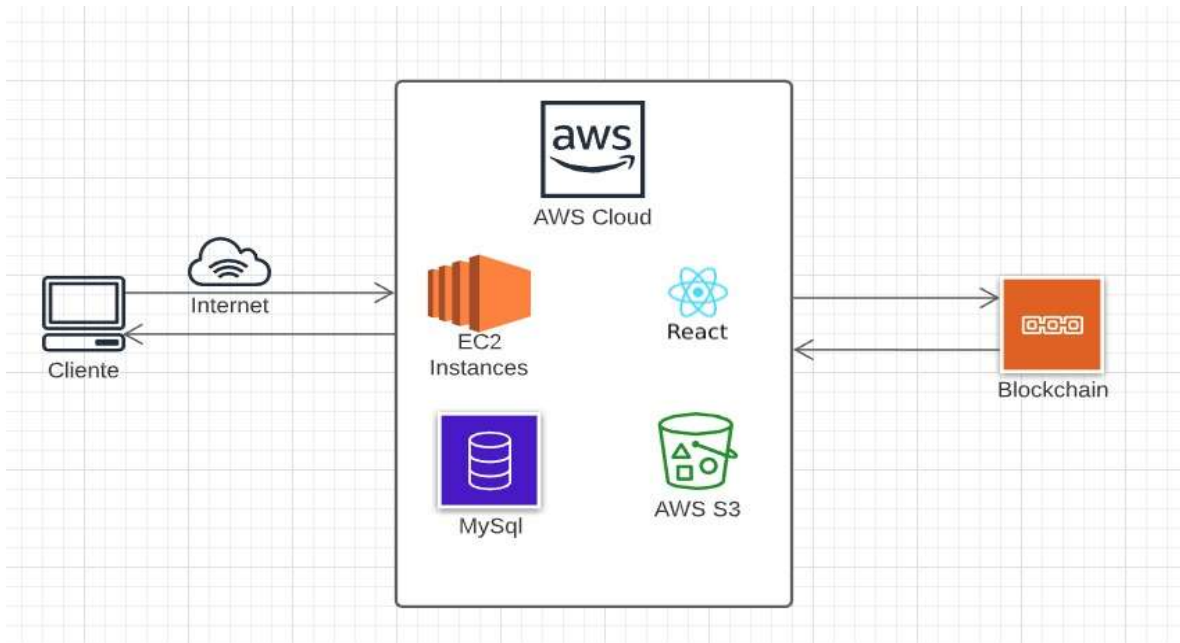
Producto/Servicio: Servicio B

Ejecuta contrato inteligente en la blockchain

Adjudicar

Ventana para ejecutar acto de adjudicación. Se llama a la funcionalidad del BackEnd que ejecuta el contrato inteligente en la Blockchain.

Ilustración 7: Diagrama de Arquitectura



Fuente: Elaboración propia

Los usuarios ingresan al sistema a través de Internet con sus usuarios y contraseña. El sistema es una aplicación web con diseño adaptable, por lo que puede ser utilizada desde dispositivos móviles. La aplicación web está desarrollada con React y utiliza base de datos MySQL. La aplicación web corre en instancias virtuales EC2 de Amazon Web Services, es un cluster de 3 instancias con funcionalidad autoescalable a más instancias dependiendo la demanda de accesos al sistema. La base de datos corre en el servicio RDS de AWS (Amazon Relational Databases) y es un cluster compuesto por 2 nodos disponibles para lectura y 2 nodos disponibles para escritura, los nodos de lectura realizan una réplica incremental en tiempo real de los nodos de escritura. Los documentos adjuntos en el sistema se almacenan en el servicio S3 de AWS. El backend del sistema está desarrollado con el lenguaje Solidity que es donde se realiza la comunicación con la red Blockchain.

Seguridad

Acceso a la Aplicación

A continuación, se describen las políticas de seguridad relacionadas al acceso al sistema, tales como, contraseñas y validación de usuarios, como así también el manejo de perfiles.

- Se utiliza una plataforma de inicio de sesión única (Single Sign On en inglés).
- Existen dos perfiles de usuarios definidos por roles: usuario administrador y usuario común.
- El identificador es el correo electrónico de la organización que corresponde a cada usuario.
- El usuario es generado por el área de infraestructura mediante un miembro del área asignado con rol de administrador. Se provee una contraseña para el primer ingreso que debe ser cambiada durante el primer inicio de sesión.
- Se requiere segundo factor de autenticación (2FA) mediante Google Authenticator.
- La contraseña debe cumplir los siguientes requisitos:
 - Mínimo de 10 caracteres.
 - Contener al menos una letra mayúscula.
 - Contener al menos una letra minúscula.
 - Contener al menos un número.
 - Contener al menos un carácter especial.
- Los datos de comunicación entre el servidor y la aplicación están cifrados, la comunicación se realiza con transferencia de datos segura mediante protocolo HTTPS (Hypertext Transport Protocol Secure). Se cuenta con certificado SSL (Secure Socket Layers) emitido por entidad reconocida como Autoridad de Certificación (CA).
- El área de infraestructura monitorea los accesos al sistema usando la herramienta Nagios.
- Se definen alarmas para intentos de inicio de sesión fallidos.

Política de Respaldo de Información

- **Blockchain:** La misma red pública Blockchain se encarga de salvaguardar los datos ya que la información es replicada, distribuida y validada en cada uno de los nodos que conforman la red. Además, debido al funcionamiento propio de Blockchain, la información introducida no podrá ser modificada ni borrada, sólo se podrán añadir nuevos registros.
- **Base de datos:** La base de datos MySQL corre en el servicio AWS RDS (Amazon Relational Database Service) que cuenta con servicio de respaldo. La copia de respaldo de la base de datos se guarda en un bucket privado y encriptado de AWS S3 con función de réplica en dos zonas de una misma región. Se hacen respaldos cada 24 hs; se mantienen todas las copias de seguridad diarias durante 30 días; se mantiene una sola copia de un año, una copia de 6 meses y una copia de 3 meses.
- **Código fuente:** El código fuente se encuentra en el servicio GitHub Enterprise Cloud. Por un lado, la plataforma brinda servicio de versionado con multi funcionalidades implementando protocolo Git. Por otro lado, la plataforma brinda utilidades de respaldo del servidor. Es un sistema de copias de seguridad que, instaladas en un host separado, el cual realiza instantáneas de copias de seguridad de la instancia de servidor de GitHub Enterprise en intervalos regulares a través de una conexión de red SSH segura. La política de copias de seguridad se define por realizar una copia diaria, manteniendo como máximo una antigüedad de 30 días. La copia se almacena en un bucket privado y encriptado de AWS S3 con función de réplica en dos zonas de una misma región.
- En todos los casos el acceso a la información de los respaldos se encuentra accesible y disponible 24 x 7.

Análisis de Costos

A continuación, se abordan los costos en relación con los Recursos Humanos, Software y Hardware.

Recursos Humanos

Se tomaron como referencia los honorarios publicados por el Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Buenos Aires al 27 de junio de 2021.

Tabla 1: Costos de Recursos Humanos

Rol	Honorarios mensuales \$	Cantidad de recursos	Meses totales	Subtotal \$
Dueño de Producto / Scrum Master	95.000,00	1	9	855.000,00
Líder de Proyecto	100.000,00	1	9	900.000,00
Desarrollador Solidity	150.000,00	3	9	4.050.000,00
Desarrollador Backend	150.000,00	3	9	4.050.000,00
Desarrollador FrontEnd	150.000,00	3	9	4.050.000,00
Analista Calidad	95.000,00	1	9	855.000,00
Diseñador Gráfico	95.000,00	1	3	285.000,00
SubTotal sin impuestos:				15.045.000,00

Fuente: Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Buenos Aires, junio 2021

*Software**Tabla 2: Costos de Software*

Recurso	Fuente	Costo	Subtotal \$
Solidity	Solidity, 2021	0	0
Truffle	Truffle Suite, 2021	0	0
Ganache	Truffle Suite, 2021	0	0
Metamask	Metamask, 2021	0	0
Web3	Web3, 2021	0	0
React	ReactJS, 2021	0	0
Nagios	Nagios, 2021	0	0
Wireframesketcher	Wireframesketcher, 2021	99,00 USD	99,00 USD
Lucidchart	Lucidchart, 2021	7,95 USD mensual	7,95 USD
SubTotal sin impuestos:			106,00 USD
Pesos Argentinos al día 12 junio 2021 según Banco Nación			\$ 10.695,00

Fuente: Elaboración propia

*Hardware**Tabla 3: Costos de Hardware*

Recurso	Fuente	Cantidad	Costo
Red Ethereum	Ethereum, 2021	1	100,00 USD por mes aproximadamente, lo que se paga es una tarifa por transacción por el uso de los nodos validadores de la red
AWS EC2, m5.xlarge	Amazon Web Services, 2021	4	72,72 USD mensual

AWS S3 Estándar - Acceso poco frecuente de S3	Amazon Web Services, 2021	1	0,026 USD por GB mensual
AWS RDS Aurora compatible con MySQL, db.t3.large	Amazon Web Services, 2021	1	0,336 USD por hora
Costo mensual estimado			500,00 USD
Pesos Argentinos al día 12 junio 2021 según Banco Nación			\$ 50.000,00

Fuente: Elaboración propia

Resumen de Costos

Tabla 4: Resumen de Costos

Concepto	Precio
Hardware	\$ 15.045.000,00
Software	\$ 10.695,00
RRHH	\$ 50.000,00
Total	\$ 15.105.695,00

Fuente: Elaboración propia

Análisis de Riesgos

Se analizaron los riesgos que podrían presentarse al momento de llevar a cabo la elaboración del sistema, identificando: la causa de los mismos, la probabilidad de ocurrencia y el impacto que genera. Se presenta el análisis de Riesgos, tomando como valores para Probabilidad de Ocurrencia Alta-Media-Baja y para Impacto en el caso de ocurrencia (del 1: bajo al 5: muy alto). Se definió la Matriz de Evaluación de Riesgos:

Tabla 5: Análisis de Riesgos

Riesgo	Causa	Probabilidad de Ocurrencia	Impacto
Estimación muy optimista	Debido a la falta de experiencia la estimación no es realista	Baja	4
Retrasos inesperados en una tarea que producen retrasos en tareas dependientes	Eventos imprevisibles	Media	3
Omisión de tareas en la planificación	Desatención en la ejecución de tareas	Media	3
Aumento de los costos	Inflación en el país	Alta	4
Renuncia de personal	Cambio de empleo	Media	4
Cambio de requerimientos	Se modifican y/o agregan requerimientos	Baja	3
Demoras en la implementación	Falta de requisitos para aprobar el despliegue en los ambientes	Baja	4
Falta de recursos con conocimiento en desarrollo Blockchain	Es una tecnología muy nueva, no abundan desarrolladores, no se enseña en las universidades.	Media	4
Retraso en la contratación de los RR.HH	Alta demanda de profesionales contra baja cantidad de profesionales calificados disponibles	Media	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Matriz de Evaluación de Riesgos

			Gravedad (impacto)				
			Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
			1	2	3	4	5
Probabilidad	Muy alta	0,9	0,9	1,8	2,7	3,5	4,5
	Alta	0,7	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5
	Media	0,5	0,5	1	1,5	2	2,5
	Baja	0,3	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
	Muy baja	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Plan de Contingencia

Riesgo	Contingencia
Estimación muy optimista	Estimar de acuerdo con el caso esperado y no al óptimo
Retrasos inesperados en una tarea que producen retrasos en tareas dependientes	Planificar teniendo en cuenta tareas que dependan de otras tareas
Omisión de tareas en la planificación	Validar la secuencia de tareas con un Diagrama de Gantt
Aumento de los costos	Reasignar presupuesto
Renuncia de personal	Contratar nuevo personal
Cambio de requerimientos	Priorizar los requerimientos y ajustarlos a un sprint
Demoras en la implementación	Asegurar los accesos y permisos a los distintos ambientes antes de la etapa de despliegue
Falta de recursos con conocimiento en desarrollo Blockchain	Capacitar a los desarrolladores
Retraso en la contratación de los RR.HH	Contratar personal con menor seniority y capacitarlo

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Se desarrolló el proyecto de un sistema implementando contratos inteligentes en Blockchain. El motivo que me impulsó a encarar esta temática fue mi interés personal en la tecnología Blockchain y sus ventajas al ser implementada en diferentes ámbitos más allá de las criptomonedas. De esta manera se me ocurrió la posibilidad de proponer la implementación del proceso de licitación pública empleando una tecnología que me genera interés y en la cual no tengo experiencia, por lo que encontré una buena oportunidad para incursionar en la misma. Con este trabajo me propuse mejorar el proceso de licitaciones públicas con el objetivo de hacerlos más transparentes y confiables, además de automatizar la selección del proveedor sin intervención manual. Esta solución ayudó a incrementar la transparencia y la eficiencia en la asignación de recursos al reducir las interacciones entre funcionarios encargados de las contrataciones y los oferentes. Mediante la construcción del sistema, logré alcanzar mi objetivo pudiendo aplicar desde la perspectiva profesional los conocimientos adquiridos durante el estudio de las distintas materias de la carrera. Por otro lado, considero que el proyecto representa un aporte a la sociedad además de que puede ser replicable en otras actividades del Ministerio y además en otros organismos públicos. Por último, en lo personal el mayor desafío que implicó este proyecto estuvo relacionado a las tecnologías utilizadas, ya que, no tengo experiencia desarrollando Solidity y Blockchain. Por este motivo, para alcanzar la meta propuesta, fue necesario un gran esfuerzo de investigación y aprendizaje de un nuevo lenguaje de programación y herramientas, conjuntamente con la investigación en detalle del proceso de licitación pública del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires. Por último, con este trabajo adquirí los conocimientos sobre el desarrollo integral de un proyecto utilizando los estándares académicos.

Demo

<https://drive.google.com/drive/folders/1lrYPsTxWZ2TH6D66REYc33hkr8XsLKvd>

Referencias

- 2017/2017/11/gsa-experimenting-with-block-chain-to-cut-contracting-time
- Alexander Preukschat. (2017). *Blockchain: la revolución industrial de internet*. Madrid, España: Gestión 2000.
- AWS EC2. (20 de junio de 2021). *Amazon Web Services*. Obtenido de <https://aws.amazon.com>
- AWS S3. (20 de junio de 2021). *Amazon Web Services*. Obtenido de <https://aws.amazon.com>
- Ethereum. (20 de junio de 2021). *Ethereum*. Obtenido de <https://ethereum.org>
- Florencia Serale, Christoph Redl, Arturo Muenta-Kunigami. (2019). *Blockchain en la Administración Pública*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Friedman, S. (2017). *GSA Looks to Blockchain for Speeding Procurement Processes*. GCN. Obtenido de: <https://fcw.com/GIG/gcn/Articles/2017/09/21/GSA-looks-to-blockchain-for-procurement.aspx>
- Ganache. (20 de junio de 2021). *Truffle Suite*. Obtenido de <https://www.trufflesuite.com>
- GSA (Administración de Servicios Generales). (2017). *Background and History*. GSA. Obtenido de: <https://www.gsa.gov/about-us/background-and-history>
- Jeff Sutherland. (2010). *Scrum Handbook January*. Orlando, Florida: Scrum Training Institute.
- Jolías, L. (2018). *Blockchain y compras públicas: la experiencia de Chile Compra*. Santiago de Chile: Chile Compra.
- Lucía Benítez-Eyzaguirre, Teknokultura. (14 de septiembre de 2020). *Blockchain para la transparencia, gestión pública y colaboración*. Obtenido de <https://revistas.ucm.es/index.php/TEKN/article/view/71514/4564456555483>
- Metamask. (20 de junio de 2021). *Metamask*. Obtenido de <https://metamask.io>

MySQL. (20 de junio de 2021). *MySQL*. Obtenido de <https://www.mysql.com>

PBAC. (20 de junio de 2021). *Gobierno de la Provincia de Buenos Aires Compras*. Obtenido de <https://pbac.cgp.gba.gov.ar>

React. (20 de junio de 2021). *ReactJS*. Obtenido de <https://reactjs.org>

Solidity. (20 de junio de 2021). *Solidity*. Obtenido de <https://soliditylang.org>

Terrazas Pastor, R. (2011). *Planificación y programación de operaciones*. Revista Perspectivas. Obtenido de <http://www.scielo.org.bo/pdf/rp/n28/n28a02.pdf>

Thornton, D. (2017). *Experimenting with Blockchain to Cut Contracting Time*. *Federal News Network*. GSA. Obtenido de: <https://federalnewsradio.com/it-modernization->

Truffle. (20 de junio de 2021). *Truffle Suite*. Obtenido de <https://www.trufflesuite.com>