

Universidad Siglo 21



Licenciatura en Informática

Seminario Final de Graduación

Sistema de Trazabilidad del Vino basado en Blockchain

Alejandro Iglesias Kotowicz

VINF06402

Resumen

En la actualidad, la trazabilidad del vino es un tema crítico que ha ganado interés tanto a nivel nacional como internacional. En Argentina el Instituto Nacional de Vitivinicultura la considera como prioritaria ya que ayuda a ganar competitividad y a ampliar el abanico de mercados de los productos vitivinícolas.

Se la define como un método en el que cualquier participante en la cadena de producción puede verificar el origen y la composición de cada lote. Esto resulta muy importante dado que permite prevenir adulteraciones y establecer responsabilidades en caso de surgir algún inconveniente.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue desarrollar un sistema de trazabilidad que permita almacenar los datos de cada proceso de la elaboración asegurando transparencia y seguridad mediante el uso de la tecnología blockchain que, gracias a sus principios de almacenamiento, se transforma en un mecanismo idóneo para garantizar la veracidad de los datos y evitar la manipulación de los mismos.

En conclusión, se obtuvo un sistema mediante el cual los consumidores pueden acceder a los datos de trazabilidad de una botella de vino, de manera simple, a través de un teléfono móvil y conocer información acerca de su elaboración que antes resultaba imposible.

Palabras claves: Industria Vitivinícola, Trazabilidad, Cadena de bloques.

Abstract

Nowadays wine traceability is a critical topic that has gained interest both nationally and internationally. In Argentina the Instituto Nacional de Vitivinicultura considers it to be a priority as it helps to gain competitiveness and also to expand the range of markets for wine products.

It is defined as a method in which any participant in the production chain can verify the origin and composition of each batch. This is very important because it allows to prevent adulterations and to establish responsibilities in case there is a problem.

Therefore, this work aimed to develop a traceability system that allows to register the data of every winemaking process, all while ensuring transparency and security by using blockchain technology, that due to its storage principles, it becomes an ideal mechanism to guarantee the veracity of the data and to avoid the manipulation of it.

In conclusion, the obtained system allows consumers to access the traceability data of a wine bottle in a simple way, just by using an app on their smartphone, now they can get to know information about its elaboration that was impossible to get before.

Keywords: Wine Industry, Traceability, Blockchain.

Índice

Título	8
Introducción	8
Antecedentes	8
Descripción del área problemática	9
Justificación	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
Marco referencial.....	10
Dominio del Problema	10
Actividad del Cliente	11
TICs	12
Competencias.....	16
Diseño Metodológico.....	17
Metodología.....	17
Recolección de datos	17
Herramientas de Software	17
Planificación del Proyecto.....	18
Relevamiento	19
Relevamiento Estructural	19
Relevamiento Funcional.....	20
Relevamiento de documentación	23
Proceso de Negocios.....	23
Diagnóstico y propuesta	24
Diagnóstico.....	24
Propuesta	24
Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo.....	24
Objetivos del prototipo.....	24
Límites	24
Alcance	25
No contempla.....	25

Descripción del sistema	25
Requerimientos funcionales	25
Requerimientos no funcionales	25
Diagrama de Casos de uso	27
Descripción de Casos de uso	28
Diagramas de colaboración de análisis	36
Diagrama de clase	40
Diagrama de entidad-relación	41
Prototipos de interfaces de pantallas	42
Diagrama de componentes	47
Diagrama de despliegue	47
Seguridad	48
Acceso a la aplicación	48
Política de respaldo	48
Análisis de costos	48
Costos de desarrollo	49
Costos operativos	50
Análisis de riesgos	52
Identificación del riesgo	52
Análisis del riesgo	53
Priorización del riesgo	53
Análisis de Pareto	54
Plan de contingencia	55
Conclusiones	56
Demo	56
Referencias	57
Anexos	59

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Diagrama de Gantt	18
Ilustración 2: Ubicación de la bodega Budeguer en Mendoza	19
Ilustración 3: Organigrama bodega Budeger	20
Ilustración 4: Proceso de negocios	23
Ilustración 5: Diagrama de Casos de uso	27
Ilustración 6: CU Registrar Recepción.....	28
Ilustración 7: CU Registrar Maceración	29
Ilustración 8: CU Registrar Fermentación	30
Ilustración 9: CU Registrar Añejamiento.....	31
Ilustración 10: CU Registrar Embotellado.....	32
Ilustración 11: CU Grabar en Blockchain	33
Ilustración 12: CU Registrar Vino	34
Ilustración 13: CU Consultar Trazabilidad.....	35
Ilustración 14: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Recepción.....	36
Ilustración 15: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Maceración	36
Ilustración 16: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Fermentación.....	37
Ilustración 17: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Añejamiento.....	37
Ilustración 18: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Embotellado.....	38
Ilustración 19: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Vino	38
Ilustración 20: Diagrama de colaboración de análisis del CU Consultar Trazabilidad.....	39
Ilustración 21: Diagrama de colaboración de análisis del CU Grabar en Blockchain	39
Ilustración 22: Diagrama de clase	40
Ilustración 23: Diagrama de entidad-relación	41
Ilustración 24: Pantalla de registro de recepción de uvas.....	42
Ilustración 25: Pantalla de registro del proceso de maceración	43
Ilustración 26: Pantalla de registro del proceso de fermentación	43
Ilustración 27: Pantalla de registro del proceso de añejamiento.....	44
Ilustración 28: Pantalla de registro del proceso de embotellado.....	45
Ilustración 29: Pantalla de registro de un nuevo vino	45
Ilustración 30: Pantalla con la trazabilidad de la botella consultada	46

Ilustración 31: Diagrama de componentes.....	47
Ilustración 32: Diagrama de despliegue	47
Ilustración 33: Grafico del análisis de Pareto	54
Ilustración 34: Planilla estimación de costos para registrar en la blockchain	61
Ilustración 35: Presupuesto licencia Genexus	62

Índice de Tablas

Tabla 1: Costos de recursos humanos para el desarrollo	49
Tabla 2: Costos de software para el desarrollo	49
Tabla 3: Costos totales para el desarrollo.....	50
Tabla 4: Costos operativos de comunicaciones.....	50
Tabla 5: Costos operativos de servidores (hardware)	50
Tabla 6: Costos operativos de equipamiento (hardware)	51
Tabla 7: Costos de recursos humanos para respaldo	51
Tabla 8: Costos operativos de software.....	51
Tabla 9: Costos operativos totales.....	52
Tabla 10: Identificación de riesgos	52
Tabla 11: Grado de exposición al riesgo	53
Tabla 12: Priorización del riesgo	53
Tabla 13: Análisis de Pareto.....	54
Tabla 14: Plan de contingencia para cada riesgo.....	55

Índice de Anexos

Anexo 1: Estructura de la entrevista a Marcelo Dulci de la bodega Budeguer	59
Anexo 2: Formulario / App CIU	60
Anexo 3: Estimación de costos para registrar en la blockchain	61
Anexo 4: Presupuesto licencia Genexus de la consultora Syndeo	62

Título

Sistema de Trazabilidad del Vino basado en Blockchain

Introducción

Existe actualmente un interés creciente, tanto en productores como en consumidores, de verificar la autenticidad y calidad de los productos alimenticios. En particular, existe en Argentina un importante mercado que busca introducir parámetros de seguridad y confianza en sus productos. Este sector del mercado es la vitivinicultura que hace referencia tanto al cultivo de la vid como a la elaboración del vino. En el proceso de elaboración del vino intervienen varios sectores, desde que se cosecha la uva hasta que llega al consumidor final. De este modo se genera valiosa información que, al ser debidamente resguardada, se convierte en un importante instrumento para reconstruir la historia de cada botella de vino. Se introduce así el concepto de trazabilidad como elemento fundamental para reconocer todos aquellos datos que se deben almacenar a fin de recrear la procedencia y composición de la cadena de elaboración del vino.

En este proyecto se analiza la aplicación de la tecnología blockchain como una alternativa innovadora para implementar la trazabilidad del vino. Cabe señalar que esta técnica tiene características que hacen posible garantizar la incorruptibilidad de los datos almacenados logrando así aumentar la transparencia en el trayecto del vino.

Antecedentes

Los consumidores argentinos y los mercados internacionales se han vuelto cada vez más exigentes respecto a la calidad y origen de los vinos. Es así como se plantea la tendencia a nivel mundial de tener un sistema que permita reconstruir la historia del vino, transformándose en un requisito fundamental para su comercialización tanto en el ámbito nacional como el internacional.

La trazabilidad es esencial para acceder a mercados que demanden productos obtenidos de forma responsable. Ayuda a los requisitos de inocuidad y certificaciones de calidad, así como también a los controles regulados por el INV (Instituto Nacional de Vitivinicultura). Para lograr la trazabilidad en los procesos productivos se debe establecer un sistema de registro entre la finca y la bodega que permitirá conocer todas las actividades realizadas e insumos utilizados en la producción de la uva y del vino. (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019)

Descripción del área problemática

En la actualidad es muy difícil para los consumidores conocer los distintos circuitos por los que pasó la botella de vino que están comprando, lo cual genera inseguridad acerca de su procedencia y calidad. Además, como la cadena de producción del vino es un proceso en el cual intervienen muchos actores, puede resultar muy complejo establecer responsabilidades en caso de surgir algún inconveniente.

Justificación

Este trabajo contribuye incorporando una tecnología eficiente para introducir mejoras significativas en el seguimiento de cada botella de vino garantizando así su calidad desde la cosecha de la uva hasta su venta. Con esto se pretende cumplir con los requisitos necesarios para competir en los mercados internacionales como así también permitir que el consumidor pueda conocer la historia del producto que va a adquirir teniendo la confianza que estos datos son incorruptibles.

Se utilizó una tecnología creada inicialmente para las Criptomonedas con el fin de registrar los componentes de la trazabilidad de manera inalterable logrando de esta manera una ventaja competitiva para las bodegas que lo implementen.

Objetivo General

Desarrollar un sistema que permita registrar y visualizar la trazabilidad de la cadena de producción del vino.

Objetivos Específicos

- Reconocer las áreas involucradas en la cadena de producción del vino.
- Identificar los datos de trazabilidad de cada una de las áreas de la cadena de producción.

Marco referencial

Dominio del Problema

Es primordial para este trabajo conocer qué se entiende por trazabilidad. La Organización Internacional de Normalización (ISO, 2015), en su norma ISO 9001:2015, afirma: “trazabilidad capacidad para seguir el histórico, la aplicación o la localización de un objeto”.

Por su parte la Organización de Comida y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO, 2004) en su documento sobre normas alimentarias la define como: “Trazabilidad, También llamada rastreabilidad o rastreo. Posibilidad de encontrar y seguir el rastro de un producto a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución”.

Con respecto a la trazabilidad del vino, la resolución 28/2019 expone la necesidad de disponer de sistemas de gestión e identificación, debido a las exigencias del mercado global:

Que en el mercado global, el grado de exigencia de clientes y consumidores respecto a la calidad de los alimentos se ha elevado en virtud del aumento de la información disponible, así como la notable variedad y diversificación de la oferta.

Que se debe ponderar la excelente calidad de los Vinos obtenidos en nuestro país, con atributos y cualidades propias de las condiciones de producción y los sistemas de aseguramiento de su calidad.

Que a efectos de garantizar a clientes y consumidores que los Vinos de nuestro país, conserven efectivamente los atributos diferenciadores de valor, es necesario contar con sistemas eficaces de gestión e identificación.¹

¹ RESOL-2019-28-APN-SAYBI#MPY, Resolución 28/2019, SECRETARÍA DE ALIMENTOS Y BIOECONOMÍA

Actividad del Cliente

La vitivinicultura comprende dos actividades principales: la producción primaria (la producción de uva) y la elaboración del vino.

La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019) describe ambos procesos en su guía para una producción sustentable del sector vitivinícola.

En cuanto a la producción primaria:

La producción de uva utiliza insumos como fertilizantes, productos fitosanitarios, combustible para labores culturales, entre otros. Las labores culturales en el viñedo, desde que brota vid, hasta la cosecha son: riego, labranza (manejo de malezas, enfermedades y plagas). Algunas de las actividades que se realizan en etapas específicas del ciclo son: poda, fertilización, desbrote, posicionado de brotes, despampanado (poda de verano), deshoje (a veces), realeo (a veces), y cosecha. (p. 14)

Por otro lado, al proceso de elaboración del vino lo describe de la siguiente manera:

El proceso de elaboración utiliza maquinaria similar para vinos tintos y blancos: lagar, moledora y descobajadora, prensa, filtro, bombas. Se diferencian en que, para el caso del vino tinto, se hace la fermentación con la semilla y el hollejo de la uva (para obtener color y taninos), mientras que en el vino blanco se fermenta el mosto directamente. Los pasos para la elaboración del vino son recepción, despallado (separación del grano y escobajo, que es la parte leñosa del racimo), molienda, y pasaje a un tanque o cuba de acero inoxidable, hormigón o plástico en el que se realiza la fermentación y maceración. (p. 15)

Las tecnologías utilizadas en este trabajo son las siguientes:

Genexus

Lanzada por primera vez en 1989, Genexus, es una herramienta de desarrollo low-code desarrollada por la empresa uruguaya Artech la cual utiliza inteligencia artificial para la generación de código nativo en múltiples lenguajes de programación para múltiples plataformas.

En Genexus la aplicación se escribe en un lenguaje de alto nivel, principalmente declarativo, a partir del cual se genera código nativo para múltiples entornos. Incluye un módulo de normalización de bases de datos, que crea y mantiene una estructura óptima de base de datos basada en las vistas del usuario de la realidad descrita en un lenguaje declarativo. (Genexus, 2012)

Java

Java es la plataforma y el lenguaje de programación y desarrollo número uno. Disminuye los costos, reduce los plazos de desarrollo, fomenta la innovación y mejora los servicios de aplicación. Con millones de desarrolladores que ejecutan más de 51 mil millones de instancias de Java Virtual Machine en todo el mundo, Java sigue siendo la plataforma de desarrollo preferida por las empresas y los desarrolladores. (Oracle, 2020)

Java Servlet

Un servlet es un pequeño programa Java que corre dentro de un servidor web. Los servlets reciben y responden a solicitudes de clientes web, generalmente a través de HTTP, el protocolo de transferencia de hipertexto. (Apache Tomcat, 2020)

Web Services REST

REST (acrónimo de REpresentational State Transfer, es decir, transferencia de estado representacional) es un estilo arquitectónico basado en la transferencia de representaciones de recursos de un servidor a un cliente. Un servicio Web RESTful se identifica mediante su URI (identificador universal de recurso) y se comunica a través del protocolo HTTP. (Sommerville, 2011)

Tomcat

Apache Tomcat es una implementación de código abierto de las tecnologías Java Servlet, Java Server Pages, Java Expression Language y Java WebSocket. Potencia numerosas aplicaciones web de gran escala y de misión crítica en una amplia gama de industrias y organizaciones. (Apache Tomcat, 2020)

MySQL

MySQL es el sistema de gestión de bases de datos de código abierto más popular, está desarrollado, distribuido y mantenido por Oracle. Las bases de datos en MySQL son relacionales, los datos se almacenan en tablas separadas en lugar de ponerlos todos en un solo lugar. MySQL Server es muy rápido, confiable, escalable y fácil de usar, puede correr cómodamente en un ordenador de escritorio o portátil, junto con sus otras aplicaciones, servidores web, y así, requiriendo poca o ninguna atención (Oracle, 2020)

Amazon Web Services (AWS)

En 2006, Amazon Web Services (AWS) comenzó a proporcionar servicios de infraestructura de TI para empresas en forma de servicios web, más conocido hoy como informática en la nube. Uno de los principales beneficios de la informática en la nube es la oportunidad de reemplazar importantes gastos anticipados en infraestructura con costos variables reducidos que se escalan con su negocio. Gracias a la nube, las empresas ya no tienen que planificar ni adquirir servidores ni otras infraestructuras de TI con semanas o meses de antelación. (Amazon, 2020)

AWS Elastic Beanstalk

AWS Elastic Beanstalk es un servicio fácil de utilizar para implementar y escalar servicios y aplicaciones web desarrollados con Java, .NET, PHP, Node.js, Python, Ruby, Go y Docker en servidores familiares como Apache, Nginx, Passenger e IIS.

Solo tiene que cargar el código y Elastic Beanstalk administrará de manera automática la implementación, desde el aprovisionamiento de la capacidad, el equilibrio de carga y el escalado automático hasta la monitorización del estado de la aplicación. (Amazon, 2020)

AWS Relational Database Services (RDS)

Con Amazon Relational Database Service (Amazon RDS), es sencillo configurar, utilizar y escalar una base de datos relacional en la nube. El servicio suministra capacidad rentable y escalable al mismo tiempo que automatiza las arduas tareas administrativas, como el aprovisionamiento de hardware, la configuración de bases de datos, la implementación de parches y la creación de copias de seguridad. Lo libera de estas tareas para que pueda concentrarse en sus aplicaciones y darles el rendimiento rápido, la alta disponibilidad, la seguridad y la compatibilidad que necesitan. (Amazon, 2020)

Blockchain (Cadena de bloques)

Un blockchain o cadena de bloques es esencialmente una base de datos distribuida de registros o libro mayor de todas las transacciones o eventos digitales que han sido ejecutados y compartidos entre las partes que participan. Cada transacción es verificada por consenso de la mayoría de los participantes en el sistema. Y, una vez ingresada, la información nunca puede ser borrada. El blockchain contiene un registro seguro y verificable de cada transacción realizada. (Crosby, Nachiappan, Pattanayak, Verma, Kalyanaraman, 2015)

Ethereum

A diferencia de otros blockchains, Ethereum puede hacer mucho más. Es programable, lo que significa que los desarrolladores pueden usarlo para construir nuevos tipos de aplicaciones. Estas aplicaciones descentralizadas (o "dapps") obtienen los beneficios de la tecnología de criptomonedas y blockchain. Se puede confiar en ellas, lo que significa que una vez que se han "subido" a Ethereum, siempre funcionarán tal como fueron programadas. (Ethereum, 2020)

Truffle

Truffle es el framework más popular de desarrollo para Ethereum con la misión de hacer tu vida mucho más fácil. Se encarga de manejar tus artefactos de contrato así tu no lo tengas que hacer. Incluye soporte para despliegues personalizados y otras complejas aplicaciones para Ethereum. (Truffle Suite, 2020)

Ganache

Ganache es una blockchain personal para un desarrollo rápido de aplicaciones distribuidas para Ethereum y Corda. Puedes usar Ganache a lo largo de todo el ciclo de desarrollo, permitiéndote desarrollar, desplegar y probar tus dapps en un entorno seguro y determinístico. (Truffle Suite, 2020)

Código QR

Mientras que los códigos de barra convencionales son capaces de almacenar un máximo de aproximadamente 20 dígitos, un código QR es capaz de manejar desde varias docenas a varios cientos de veces más información. El código QR es capaz de manejar todo tipo de datos, como caracteres numéricos y alfabéticos, símbolos, binario, y códigos de control. Hasta 7.089 caracteres pueden ser codificados en un solo símbolo. (DENSO WAVE, 2020)

Competencias

A continuación se mencionan tres sistemas, que permiten realizar la trazabilidad del vino, similares al planteado en este trabajo:

TrazaVit

TrazaVit es una herramienta informática que permite registrar todos los datos relevantes del Proceso de Elaboración de Vino desde la recepción de la uva hasta el fraccionamiento del vino terminado.

Las bodegas que implementen el soft podrán elegir entre instalarlo en el disco rígido de una PC o subirlo a su servidor web y usarlo online, con las ventajas de accesibilidad que esto implica. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA, 2015)

Bacosoft Lex

Bacosoft Lex es un software de trazabilidad de bodegas fácil de usar, muy intuitivo y eficaz. Minimice los errores y olvídense de realizar complejos cálculos, de acordarse qué datos presentó la última vez, de perder tiempo intentando cuadrar las declaraciones con los libros o de ir copiando el mismo dato en diferentes lugares. Sólo debe introducir cada dato una vez para cumplimentar todos los documentos y libros necesarios para Impuestos Especiales y Agricultura. Así de sencillo. (Bacosoft, 2020)

TRACTUS

TRACTUS es una aplicación informática que le ayudará a cumplir con la normativa vigente en materia de gestión alimentaria. No es sólo un programa de trazabilidad de vino, incluye también control de producción y control de insumos.

Permite llevar un control desde el viñedo hasta la venta final del vino al cliente. Además, resulta de gran utilidad para el control de etiquetado, actividad requerida por los organismos certificadores. (TRACTUS, 2015)

Diseño Metodológico

Metodología

Para realizar el análisis y diseño de este trabajo se utilizó Lenguaje unificado de modelado (UML), al cual Fontela (2012, p. 4) lo define como “una notación de modelado visual, que utiliza diagramas para mostrar distintos aspectos de un sistema”, del mismo se emplearon las siguientes herramientas:

- Diagrama de Casos de Uso
- Fichas de Caso de Uso
- Diagrama de Clases

Recolección de datos

Para recabar información útil para el desarrollo del presente trabajo se utilizó tanto la técnica de Entrevistas como la de Documentos y Registros.

Se realizaron entrevistas telefónicas al encargado de la bodega Budeguer mediante las cuales se obtuvieron datos específicos sobre la bodega y los procesos de elaboración del vino (ver Anexo 1). Por otro lado, se examinaron datos en documentos y registros pre existentes para ampliar los conocimientos sobre la trazabilidad y sus aplicaciones.

Herramientas de Software

Para el desarrollo de los diferentes componentes (tanto web, como móvil) se utilizó la herramienta low-code GeneXus.

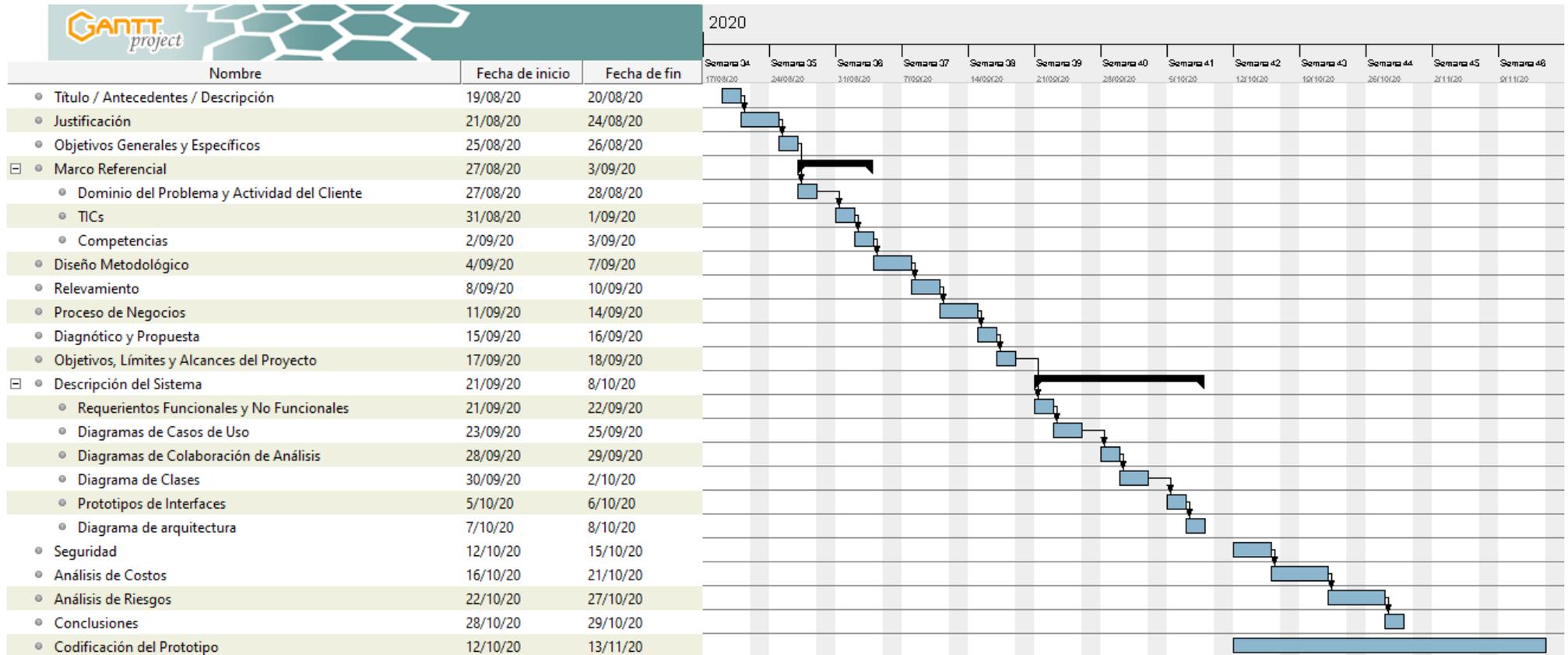
La aplicación web es generada sobre lenguaje JAVA para ejecutarse en un servidor de aplicaciones Tomcat, y por otro lado la aplicación móvil para Smart Devices es generada en código nativo para dispositivos iOS y Android, generando además Web Services REST que brindarán la información a la aplicación. Los datos se almacenan en una base de datos MySQL.

Se utilizó infraestructura en la nube de Amazon Web Services:

- AWS Elastic Beanstalk para manejo del servidor de aplicaciones y los Web Services REST
- AWS Relational Database Services para el manejo de la base de datos

Planificación del Proyecto

Ilustración 1: Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración propia

Relevamiento

Para este trabajo se tomó como referencia a la bodega mendocina Budeguer.

Relevamiento Estructural

La bodega Budeguer está ubicada en Ruta Provincial 15 km 31,5, Agrelo, Luján de Cuyo, provincia de Mendoza. El suelo de la propiedad es de origen aluvial, por lo que presenta características muy heterogéneas. Esto permitió colocar cada varietal en el suelo que mejores características tenía. Los viñedos están conducidos por sistema de espaldero alto y la cosecha se realiza íntegramente a mano, lo que garantiza la calidad y cuidado de los granos desde el momento de su cosecha hasta la llegada a bodega. Toda la superficie tiene riego por goteo que permite el control exacto del agua según la necesidad de cada planta. El agua proviene del deshielo cordillerano. Las 89,5 hectáreas de viñedos están repartidas, 72 en Maipú y 17,5 en Agrelo.

Ilustración 2: Ubicación de la bodega Budeguer en Mendoza



Fuente: Google Maps

Se producen 4 variedades de vinos: 4000 Gran Reserva, 4000 Reserva, Tucumen Reserva, Tucumen Joven.

En cuanto a infraestructura tecnológica, la bodega posee 3 computadoras en el área de Producción y 3 computadoras en el área de Administración. Todas utilizan como sistema operativo Windows 10 Pro de 64 bits y están equipadas con un procesador Intel Core i3, 4Gb de RAM y Disco duro de 500Gb.

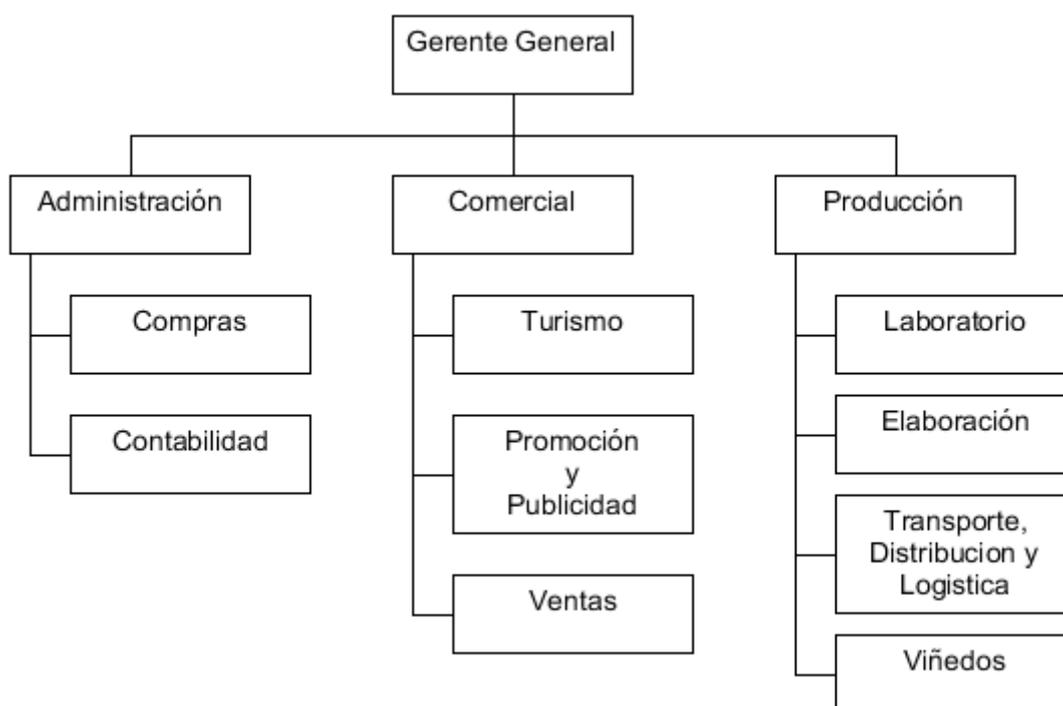
Además, posee un Servidor HP Proliant ML110 gen 5, el cual utiliza Windows Server 2008 como sistema operativo y está equipado con 16 GB de RAM y HDD 2 TB. Este servidor sirve tanto como controlador de dominio, servidor de archivos y de impresión.

También emplean una VPN con equipamiento microtrik conectada a Tucumán donde acceden mediante RDP al sistema de gestión.

Actualmente disponen de una conexión a internet de 30 Mbps.

Relevamiento Funcional

Ilustración 3: Organigrama bodega Budeger



Fuente: Elaboración propia

Funciones de las áreas:

Gerente General: Se encarga de diseñar la estrategia empresarial de la bodega como así también supervisa la calidad de la producción y las ventas.

Administración: El Jefe de Administración se encarga del manejo de los bancos, las auditorías y supervisa los sectores de Contabilidad y Compras.

Contabilidad: Lleva los registros de los libros contables.

Compras: Realiza las compras de los suministros requeridos por la bodega.

Comercial: Comprende

- **Turismo:** Ofrece visitas guiadas por la bodega.
- **Promoción y Publicidad:** Desarrolla diversas actividades para promover la difusión del enoturismo.
- **Ventas:** Se encarga de las ventas de los productos de la bodega.

Producción: Comprende

- **Laboratorio:** En esta área el Encargado de Laboratorio realiza análisis fisicoquímicos, microbiológicos, además de controles de verificación de calidad de los insumos utilizados para el fraccionamiento del vino (botellas y tapones).
- **Elaboración:** Conformada por el Enólogo y los Operarios de Bodega, se encarga de todo el proceso de elaboración del vino desde la recepción de la uva hasta el embotellado.
- **Transporte, Distribución y Logística:** Esta comprendida por el Encargado de Logística y los Transportistas, se encarga tanto del transporte de las uvas desde los viñedos a la bodega, como de la distribución del producto terminado.
- **Viñedos:** Conformada por los cosecheros, que se encargan de la recolección de las uvas en los viñedos.

Los procesos que fueron relevados de la organización son los siguientes:

Nombre del Proceso: Vendimia y Traslado

Roles: Cosecheros, Transportista, Enólogo, Encargado de Laboratorio

Ejecución: Durante la vendimia las uvas son recolectadas manualmente por los cosecheros.

Los racimos se colocan en canastos. Cada canasto lleno se pesa y se vuelca en un camión. La uva es llevada por el transportista hacia la bodega. Al ingresar la uva a la bodega se toman muestras que son enviadas al sector de laboratorio. El encargado de Laboratorio realiza análisis químicos para medir acidez y otras características como ser elementos extraños, grado de podredumbre y tenor de azúcar. En caso de resultar aptas las uvas el Enólogo autoriza su entrada al sector de elaboración, caso contrario se descartan. El enólogo completa el formulario CIU (Control de Ingreso de Uva) utilizando una aplicación desarrollada por el Instituto Nacional de Vitivinicultura.

Nombre del Proceso: Producción del Vino

Roles: Operarios de Bodega

Ejecución: En el sector de elaboración el operario de bodega recibe las uvas aptas que se vuelcan en el lagar y se encarga de someterlas a distintos procesos: Despalillado, prensado, maceración, fermentación, crianza en barricas.

Una vez transcurrido el tiempo de crianza el vino es embotellado y cuando la botella se cierra con el corcho continúa en proceso de envejecimiento en botella hasta lograr las características que le son propias. Cumplido el tiempo de envejecimiento se encapsula la botella, se le pega la etiqueta y se la coloca en cajas que son entregadas al sector de Logística y Distribución.

Nombre del Proceso: Distribución del vino

Roles: Encargado de Logística, Ventas

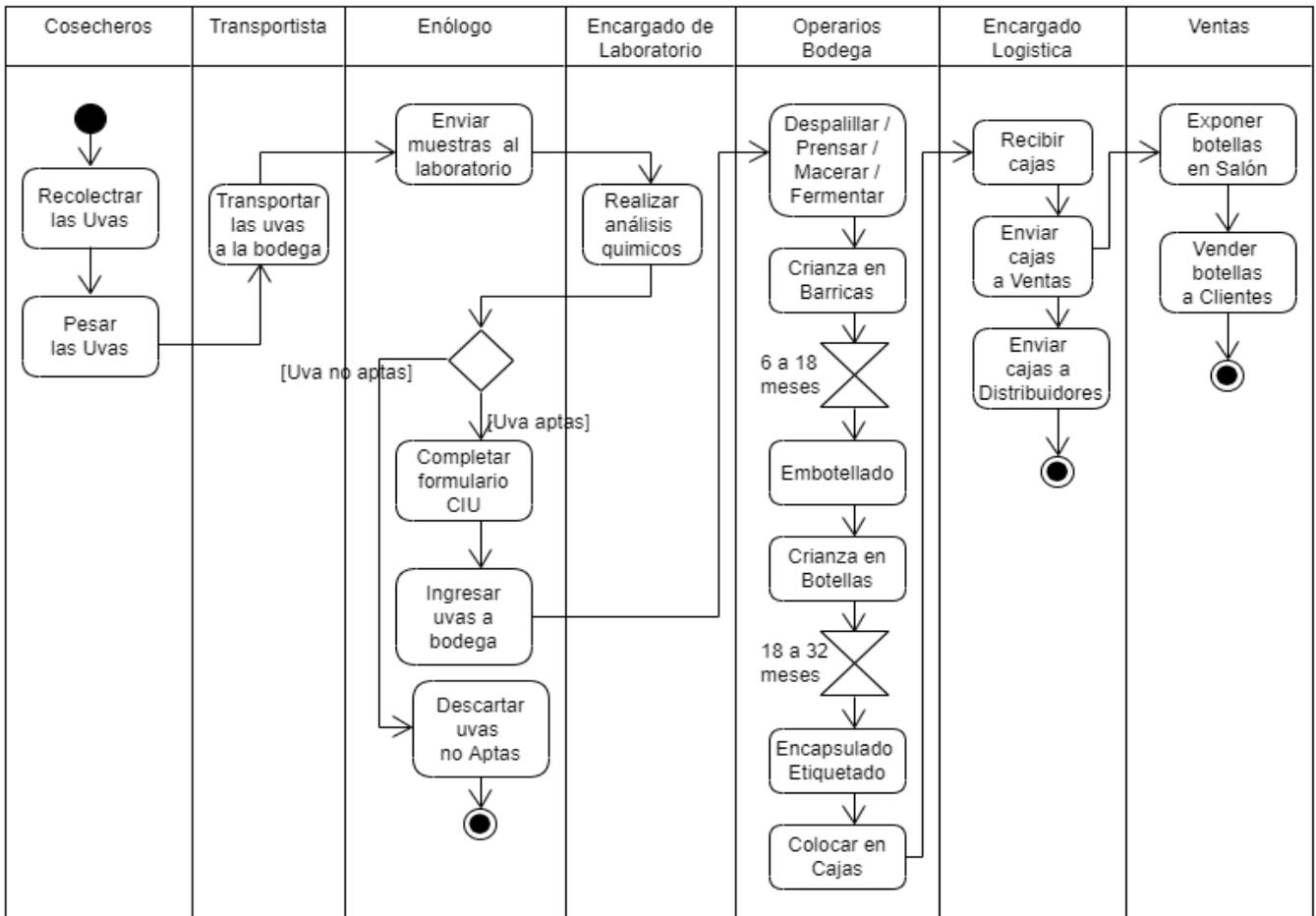
Ejecución: El encargado de Logística recibe las cajas para su distribución y depósito. Parte de la producción la recibe el sector Ventas para ser ofrecidas en la bodega a los turistas y otra parte se destina a otros mercados.

Relevamiento de documentación

La documentación que fue relevada de los procesos anteriormente expuestos puede ser consultada en el Anexo 2 de este trabajo.

Proceso de Negocios

Ilustración 4: Proceso de negocios



Fuente: Elaboración propia

Diagnóstico y propuesta

Diagnóstico

Procesos:

- Vendimia y Traslado
- Producción del Vino
- Distribución del vino

Problemas: Estos procesos presentan el mismo problema, los datos relevantes para la trazabilidad no se encuentran disponibles para ser consultados por los consumidores u otros interesados.

Causas: Los datos no se registran.

Propuesta

La propuesta fue el desarrollo de un sistema que permita llevar a cabo la trazabilidad de la producción del vino, registrando los datos relevantes en cada etapa, para luego poder ser consultados por el consumidor final, utilizando la tecnología blockchain para asegurar la inmutabilidad de los registros.

Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo

Objetivos del prototipo

- Registrar los datos de trazabilidad de cada una de las etapas de la cadena de elaboración del vino a través de una aplicación web responsiva y además permitir a los consumidores consultar los datos de trazabilidad de una botella de vino desde una aplicación móvil.

Límites

El prototipo comprende desde el registro de la recepción de uvas en la bodega hasta la consulta de la trazabilidad de una botella.

Alcance

Los siguientes procesos se encuentran contemplados en el prototipo:

- Registro de los datos de trazabilidad de la recepción de uvas en la bodega y de los procesos de maceración, fermentación, añejamiento y embotellado del vino.
- Consulta de la trazabilidad de una botella mediante lectura del código QR.

No contempla

Estos procesos no fueron cubiertos:

- Registro de los datos de trazabilidad de la cosecha y de los procesos de despallado, prensado y empaquetado.

Descripción del sistema

Requerimientos funcionales

El sistema permitirá:

- RF1: Registrar la Recepción de las Uvas en la bodega indicando los datos relevantes a la misma.
- RF2: Registrar los datos del proceso de Maceración indicando el número de Recepción de uvas que se someterán al proceso.
- RF3: Registrar los datos del proceso de Fermentación.
- RF4: Registrar los datos del proceso de Añejamiento.
- RF5: Ingresar los datos correspondientes al embotellado del vino ya elaborado.
- RF6: Registrar datos técnicos del vino: nombre, descripción, fotografía.
- RF7: Consultar la trazabilidad de una botella mediante lectura de un código QR.

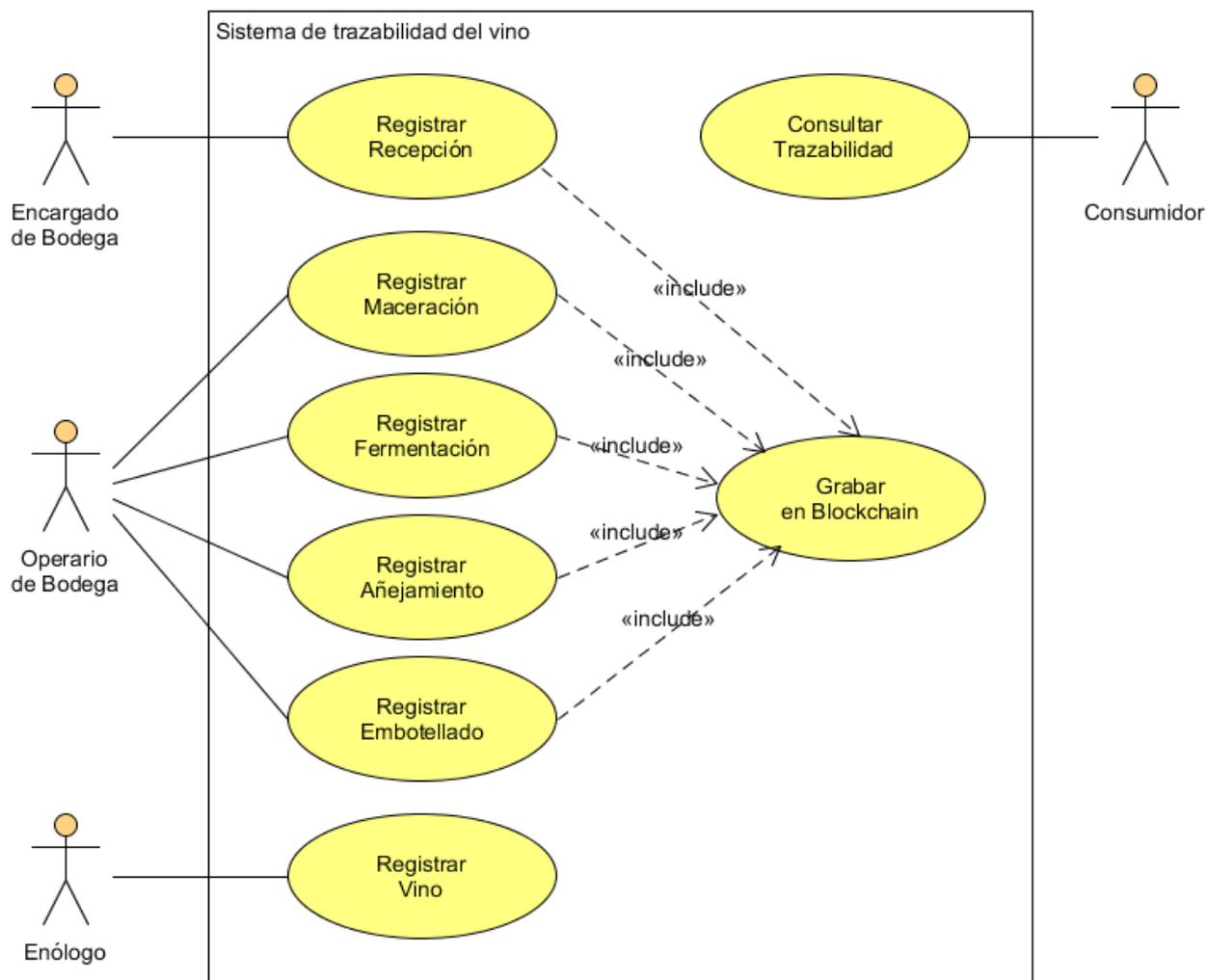
Requerimientos no funcionales

- RNF1: El sistema debe asegurar la inalterabilidad de los registros.
- RNF2: Cada usuario debe tener acceso solo a las funcionalidades que le corresponden.
- RNF3: El sistema debe poseer una interfaz de usuario sencilla que sea de fácil manejo para los usuarios.

- RNF4: El sistema debe estar alojado en un servidor eficiente y escalable que pueda manejar gran concurrencia de usuarios en ciertos periodos de tiempo.
- RNF5: La disponibilidad del sistema debe ser continua las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
- RNF6: El tiempo de respuesta no debe superar los 3 segundos tanto en la aplicación móvil como en la aplicación web.
- RNF7: La aplicación web debe funcionar en todos los navegadores modernos.
- RNF8: La aplicación web debe adaptarse a diferentes resoluciones de pantalla.
- RNF9: La aplicación móvil debe funcionar en smartphones iOS y Android.

Diagrama de Casos de uso

Ilustración 5: Diagrama de Casos de uso



Fuente: Elaboración propia

Descripción de Casos de uso

Ilustración 6: CU Registrar Recepción

Nombre del Caso de uso	Registrar Recepción	Nro. de Orden	1
Actor Principal	Encargado de Bodega	Actor Secundario	No aplica
Tipo de Caso de uso	Concreto		
Objetivo	Registrar los datos de trazabilidad de las uvas recibidas en la bodega		
Pre-Condiciones	No aplica		
Post-Condiciones	Éxito: Se registraron los datos de trazabilidad de la recepción de uvas		
	Fracaso 1: No se pudo grabar los datos en la blockchain		
Curso Normal			
1	El CU comienza cuando el Encargado de Bodega selecciona la opción Registrar Recepción		
2	El Sistema solicita que se ingresen los datos relevantes de la recepción: la fecha de ingreso, el camión utilizado para el transporte, el viñedo del que provienen las uvas, el tipo de uva, el peso de las mismas y el contenido de azúcar		
3	El Encargado de Bodega ingresa los datos		
4	El Sistema valida los datos ingresados		
5	El Sistema registra los datos de la recepción		
6	Se llama al CU "Grabar en Blockchain"		
7	El Sistema verifica que el CU ha terminado con éxito y se ha grabado correctamente en la blockchain		
8	Fin del CU		
Alternativas			
4 A	El Sistema detecta que no se ingresaron todos los datos requeridos		
4 A.1	El Sistema informa sobre los datos faltantes		
4 A.2	El Encargado de Bodega ingresa los datos faltantes		
7 A	El CU "Grabar en Blockchain" no terminó correctamente		
7 A.1	Se cancela el CU		
Extensión	No aplica	Inclusión	Grabar en Blockchain
CU donde se Incluye	No aplica	CU al que Extiende	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7: CU Registrar Maceración

Nombre del Caso de uso	Registrar Maceración	Nro. de Orden	2
Actor Principal	Operario de Bodega	Actor Secundario	No aplica
Tipo de Caso de uso	Concreto		
Objetivo	Registrar los datos de trazabilidad del proceso de maceración del vino		
Pre-Condiciones	No aplica		
Post-Condiciones	Éxito: Se registraron los datos de trazabilidad del proceso de maceración del vino		
	Fracaso 1: No se pudo grabar los datos en la blockchain		
Curso Normal			
1	El CU comienza cuando el Operario de Bodega selecciona la opción Registrar Maceración		
2	El Sistema solicita que se ingresen los datos relevantes del proceso de maceración: La recepción de uvas a ser macerada, el depósito donde se realizará y la temperatura.		
3	El Operario de Bodega ingresa los datos		
4	El Sistema valida los datos ingresados		
5	El Sistema registra los datos de la recepción		
6	Se llama al CU "Grabar en Blockchain"		
7	El Sistema verifica que el CU ha terminado con éxito y se ha grabado correctamente en la blockchain		
8	Fin del CU		
Alternativas			
4 A	El Sistema detecta que no se ingresaron todos los datos requeridos		
4 A.1	El Sistema informa sobre los datos faltantes		
4 A.2	El Operario de Bodega ingresa los datos faltantes		
7 A	El CU "Grabar en Blockchain" no terminó correctamente		
7 A.1	Se cancela el CU		
Extensión	No aplica	Inclusión	Grabar en Blockchain
CU donde se Incluye	No aplica	CU al que Extiende	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8: CU Registrar Fermentación

Nombre del Caso de uso	Registrar Fermentación	Nro. de Orden	3
Actor Principal	Operario de Bodega	Actor Secundario	No aplica
Tipo de Caso de uso	Concreto		
Objetivo	Registrar los datos de trazabilidad del proceso de fermentación del vino		
Pre-Condiciones	No aplica		
Post-Condiciones	Éxito: Se registraron los datos de trazabilidad del proceso de fermentación del vino		
	Fracaso 1: No se pudo grabar los datos en la blockchain		
Curso Normal			
1	El CU comienza cuando el Operario de Bodega selecciona la opción Registrar Fermentación		
2	El Sistema solicita que se ingresen los datos relevantes del proceso de fermentación: El depósito que contiene mosto, el tanque donde se realizará el proceso y la temperatura.		
3	El Operario de Bodega ingresa los datos		
4	El Sistema valida los datos ingresados		
5	El Sistema registra los datos del proceso		
6	Se llama al CU "Grabar en Blockchain"		
7	El Sistema verifica que el CU ha terminado con éxito y se ha grabado correctamente en la blockchain		
8	Fin del CU		
Alternativas			
4 A	El Sistema detecta que no se ingresaron todos los datos requeridos		
4 A.1	El Sistema informa sobre los datos faltantes		
4 A.2	El Operario de Bodega ingresa los datos faltantes		
7 A	El CU "Grabar en Blockchain" no terminó correctamente		
7 A.1	Se cancela el CU		
Extensión	No aplica	Inclusión	Grabar en Blockchain
CU donde se Incluye	No aplica	CU al que Extiende	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9: CU Registrar Añejamiento

Nombre del Caso de uso	Registrar Añejamiento	Nro. de Orden	4
Actor Principal	Operario de Bodega	Actor Secundario	No aplica
Tipo de Caso de uso	Concreto		
Objetivo	Registrar los datos de trazabilidad del proceso de añejamiento del vino		
Pre-Condiciones	No aplica		
Post-Condiciones	Éxito: Se registraron los datos de trazabilidad del proceso de añejamiento del vino		
	Fracaso 1: No se pudo grabar los datos en la blockchain		
Curso Normal			
1	El CU comienza cuando el Operario de Bodega selecciona la opción Registrar Añejamiento		
2	El Sistema solicita que se ingresen los datos relevantes del proceso de añejamiento: El tanque que contiene el vino, la bodega donde se lo colocara, la temperatura y la humedad.		
3	El Operario de Bodega ingresa los datos		
4	El Sistema valida los datos ingresados		
5	El Sistema registra los datos del proceso		
6	Se llama al CU "Grabar en Blockchain"		
7	El Sistema verifica que el CU ha terminado con éxito y se ha grabado correctamente en la blockchain		
8	Fin del CU		
Alternativas			
4 A	El Sistema detecta que no se ingresaron todos los datos requeridos		
4 A.1	El Sistema informa sobre los datos faltantes		
4 A.2	El Operario de Bodega ingresa los datos faltantes		
7 A	El CU "Grabar en Blockchain" no terminó correctamente		
7 A.1	Se cancela el CU		
Extensión	No aplica	Inclusión	Grabar en Blockchain
CU donde se Incluye	No aplica	CU al que Extiende	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10: CU Registrar Embotellado

Nombre del Caso de uso	Registrar Embotellado	Nro. de Orden	5
Actor Principal	Operario de Bodega	Actor Secundario	No aplica
Tipo de Caso de uso	Concreto		
Objetivo	Registrar los datos de trazabilidad del proceso de embotellado del vino		
Pre-Condiciones	No aplica		
Post-Condiciones	Éxito: Se registraron los datos de trazabilidad del proceso de embotellado del vino		
	Fracaso 1: No se pudo grabar los datos en la blockchain		
Curso Normal			
1	El CU comienza cuando el Operario de Bodega selecciona la opción Registrar Embotellado		
2	El Sistema solicita que se ingresen los datos relevantes del proceso de embotellado: La barrica que contiene el vino, que vino se está embotellando y la cantidad de botellas.		
3	El Operario de Bodega ingresa los datos		
4	El Sistema valida los datos ingresados		
5	El Sistema registra los datos del proceso		
6	Se llama al CU "Grabar en Blockchain"		
7	El Sistema verifica que el CU ha terminado con éxito y se ha grabado correctamente en la blockchain		
8	Fin del CU		
Alternativas			
4 A	El Sistema detecta que no se ingresaron todos los datos requeridos		
4 A.1	El Sistema informa sobre los datos faltantes		
4 A.2	El Operario de Bodega ingresa los datos faltantes		
7 A	El CU "Grabar en Blockchain" no terminó correctamente		
7 A.1	Se cancela el CU		
Extensión	No aplica	Inclusión	Grabar en Blockchain
CU donde se Incluye	No aplica	CU al que Extiende	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11: CU Grabar en Blockchain

Nombre del Caso de uso	Grabar en Blockchain	Nro. de Orden	6
Actor Principal	No aplica	Actor Secundario	No aplica
Tipo de Caso de uso	Abstracto		
Objetivo	Grabar los datos de trazabilidad en la blockchain		
Pre-Condiciones	No aplica		
Post-Condiciones	Éxito: Se grabaron correctamente los datos en la blockchain		
	Fracaso 1: No se pudo grabar los datos en la blockchain		
Curso Normal			
1	El CU comienza cuando es llamado desde otro CU		
2	El Sistema registra datos en Blockchain		
3	El Smart Contract calcula el Hash y lo almacena		
4	Fin del CU		
Alternativas			
2 A	El Sistema detecta que no pudo grabarse en Blockchain		
2 A.1	El Sistema informa el inconveniente		
2 A.2	Se cancela el CU		
Extensión	No aplica	Inclusión	No aplica
CU donde se Incluye	Registrar Recepción Registrar Maceración Registrar Fermentación Registrar Añejamiento Registrar Embotellado	CU al que Extiende	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12: CU Registrar Vino

Nombre del Caso de uso	Registrar Vino	Nro. de Orden	7
Actor Principal	Enólogo	Actor Secundario	No aplica
Tipo de Caso de uso	Concreto		
Objetivo	Registrar un nuevo vino		
Pre-Condiciones	No aplica		
Post-Condiciones	Éxito: Se registró un nuevo vino en el sistema		
Curso Normal			
1	El CU comienza cuando el Enólogo selecciona la opción Registrar Vino		
2	El Sistema solicita que se ingresen los datos del vino a registrar: El nombre, una descripción y una foto		
3	El Enólogo ingresa los datos		
4	El Sistema valida los datos ingresados		
5	El Sistema registra los datos del vino		
6	Fin del CU		
Alternativas			
4 A	El Sistema detecta que no se ingresaron todos los datos requeridos		
4 A.1	El Sistema informa sobre los datos faltantes		
4 A.2	El Enólogo ingresa los datos faltantes		
Extensión	No aplica	Inclusión	No aplica
CU donde se Incluye	No aplica	Caso de uso al que Extiende	No aplica

Fuente: Elaboración propia

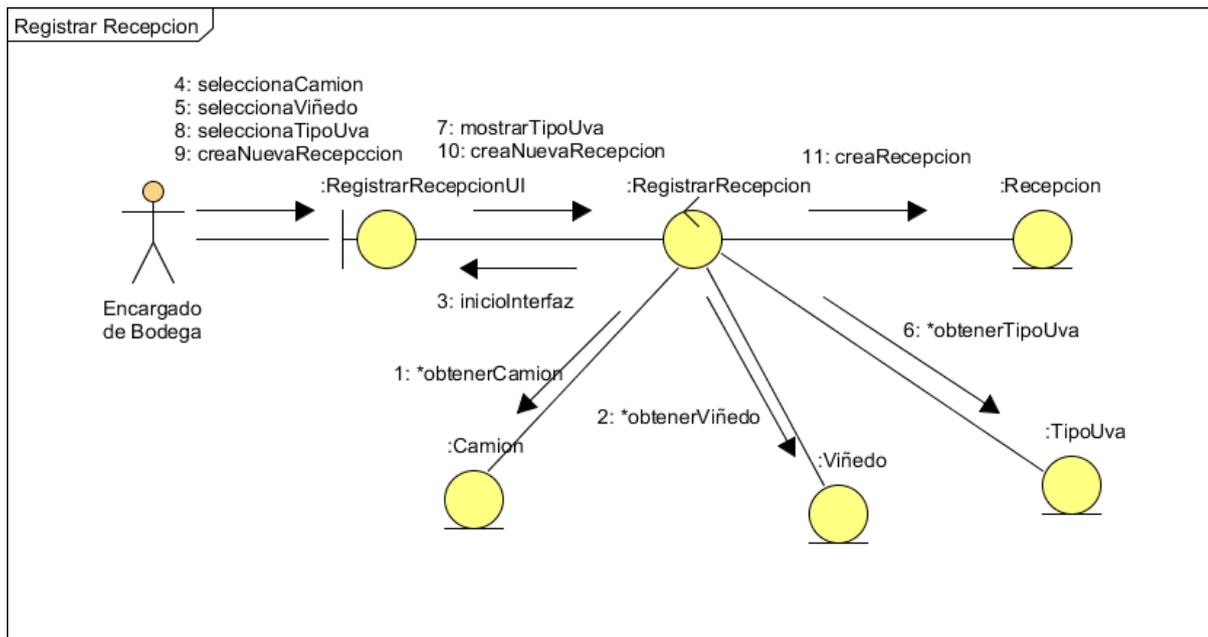
Ilustración 13: CU Consultar Trazabilidad

Nombre del Caso de uso	Consultar Trazabilidad	Nro. de Orden	8
Actor Principal	Consumidor	Actor Secundario	No aplica
Tipo de Caso de uso	Concreto		
Objetivo	Mostrar los datos de trazabilidad de la botella de vino consultada		
Pre-Condiciones	No aplica		
Post-Condiciones	Éxito: Se mostraron los datos de trazabilidad de la botella de vino		
	Fracaso 1: No se encontró en los registros la botella consultada		
Curso Normal			
1	El CU comienza cuando el Consumidor selecciona la opción Escanear Botella en la aplicación móvil		
2	El Sistema solicita que se escanee el código QR con la cámara del dispositivo		
3	El Consumidor escanea el código QR de la botella de vino		
4	El Sistema muestra los datos de trazabilidad de la botella escaneada: La fecha de vendimia, el viñedo, el depósito donde se realizó la maceración, el tanque donde se realizó la fermentación, el tiempo de añejado y la fecha de embotellado		
5	Fin del CU		
Alternativas			
4 A	El Sistema no pudo encontrar la botella en los registros		
4 A.1	El Sistema muestra un mensaje indicando que no se encontró la botella		
4 A.2	Se cancela el CU		
Extensión	No aplica	Inclusión	No aplica
CU donde se Incluye	No aplica	Caso de uso al que Extiende	No aplica

Fuente: Elaboración propia

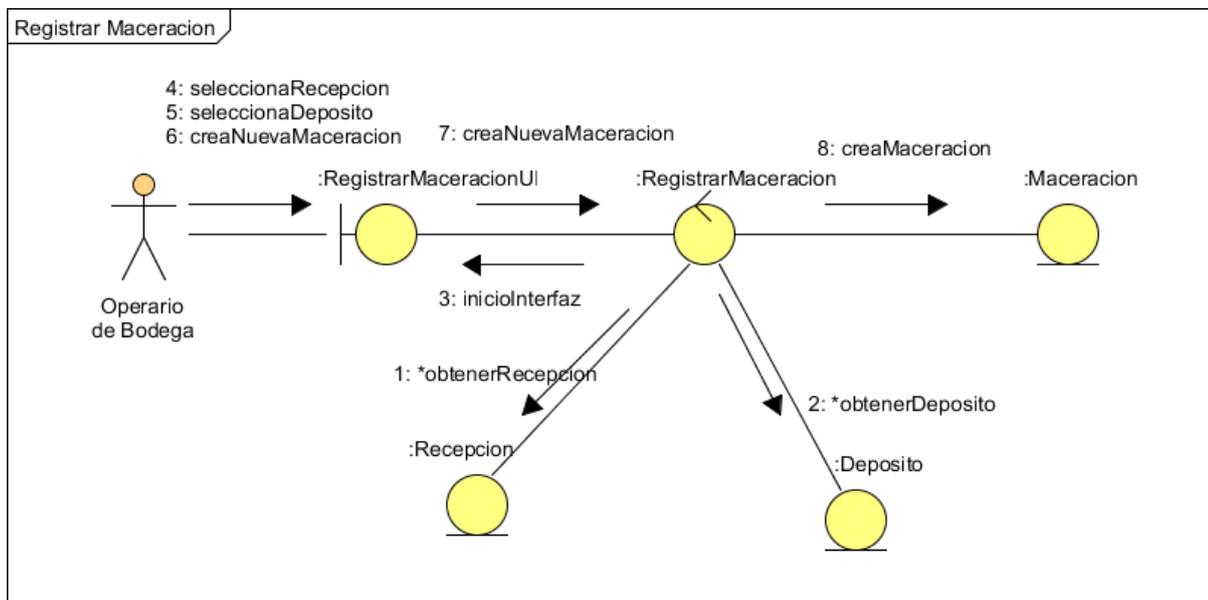
Diagramas de colaboración de análisis

Ilustración 14: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Recepción



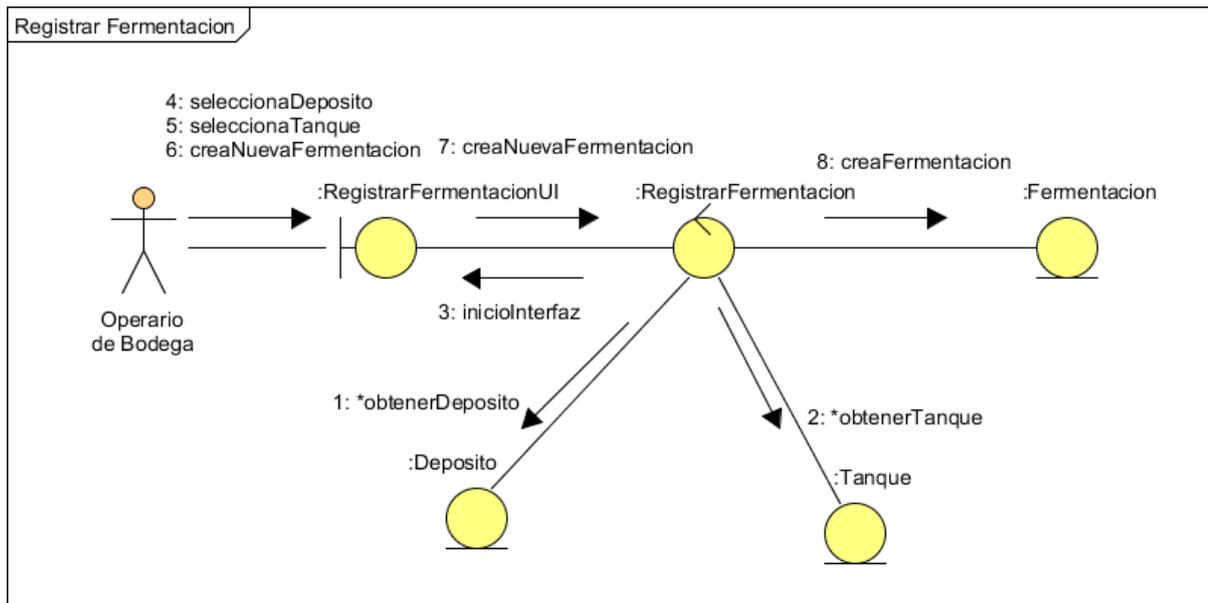
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Maceración



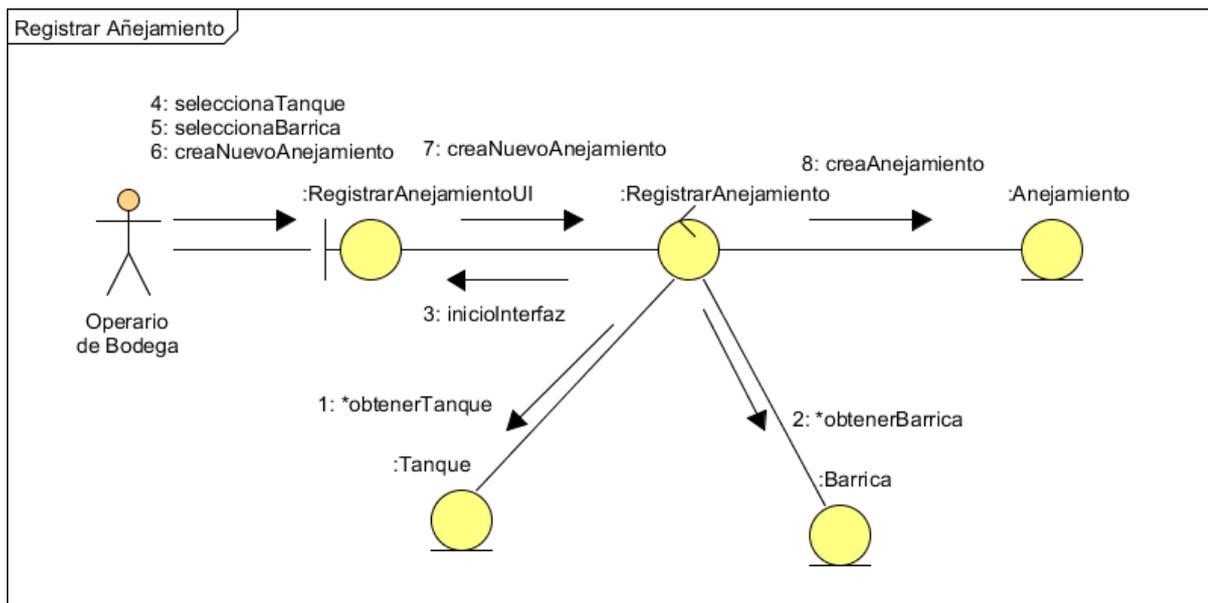
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Fermentación



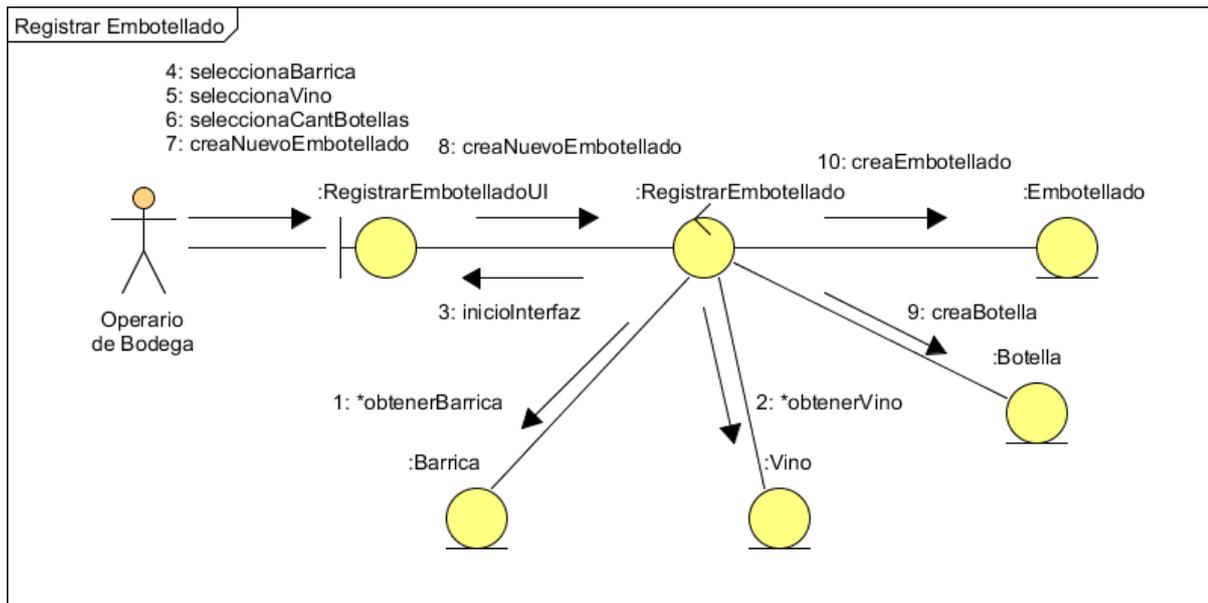
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Añejamiento



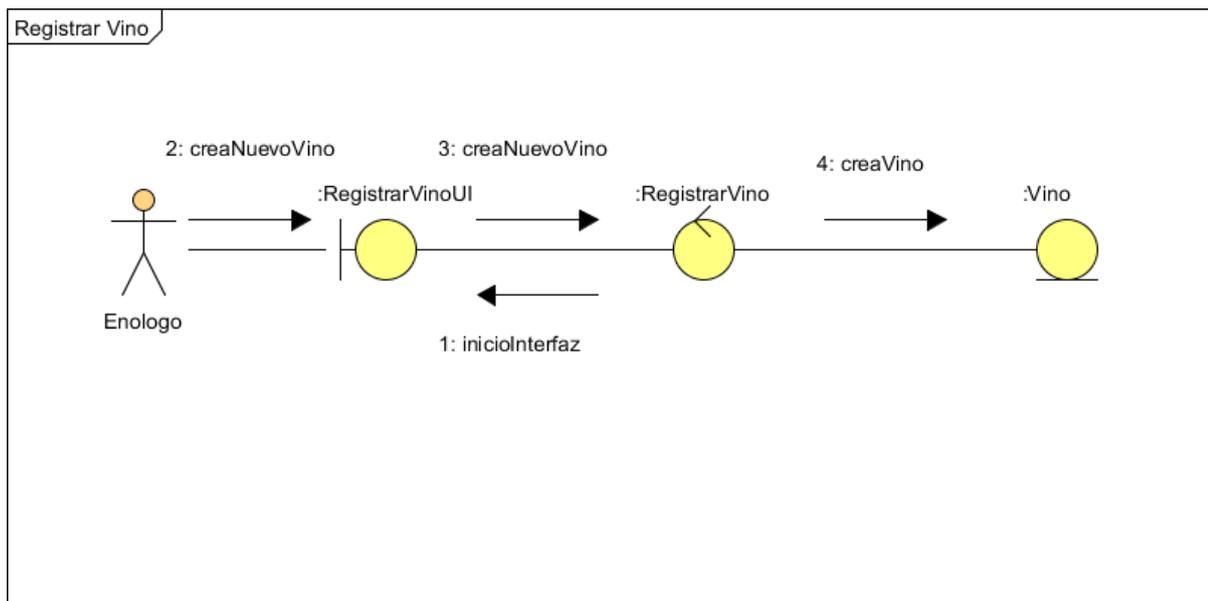
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Embotellado



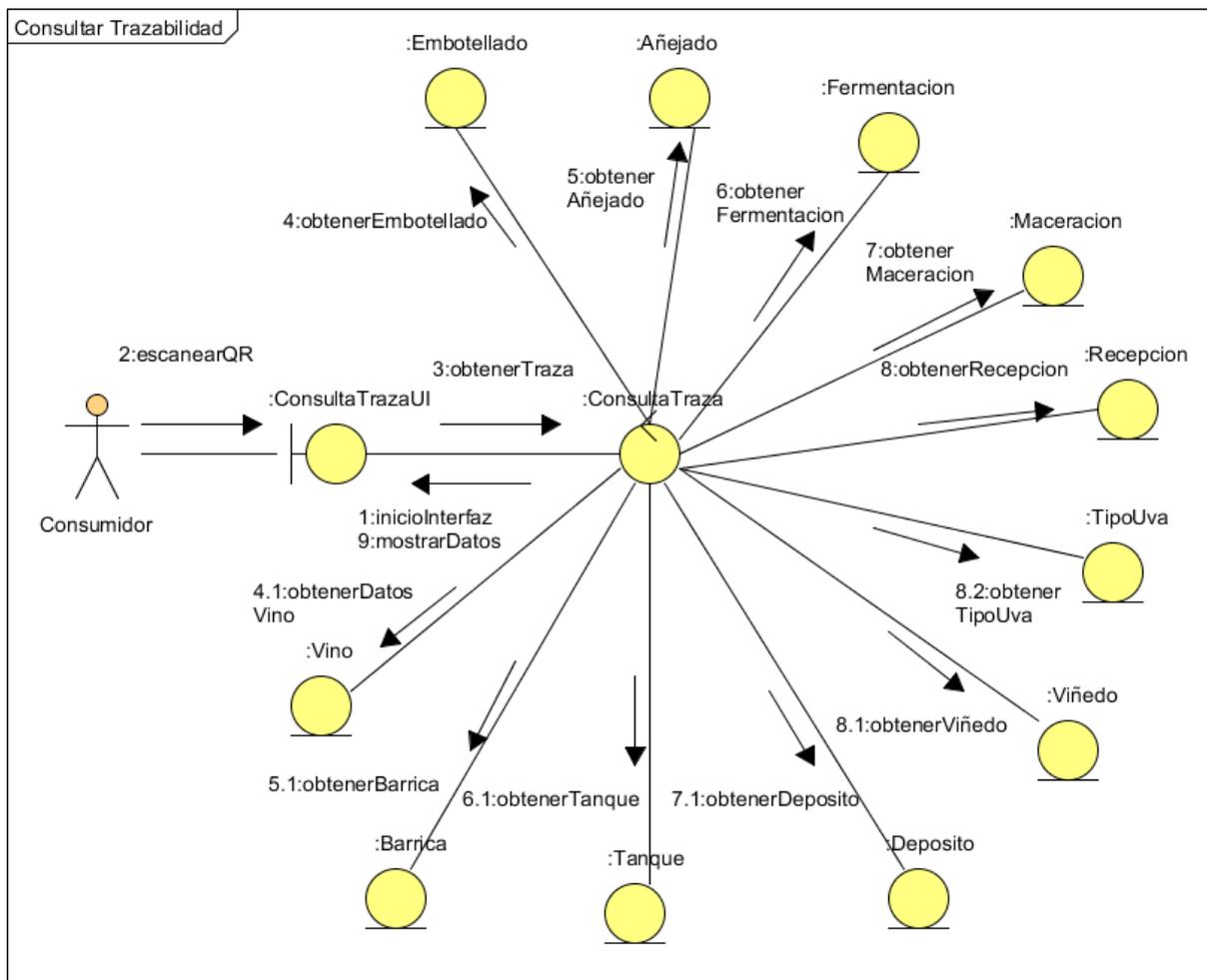
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19: Diagrama de colaboración de análisis del CU Registrar Vino



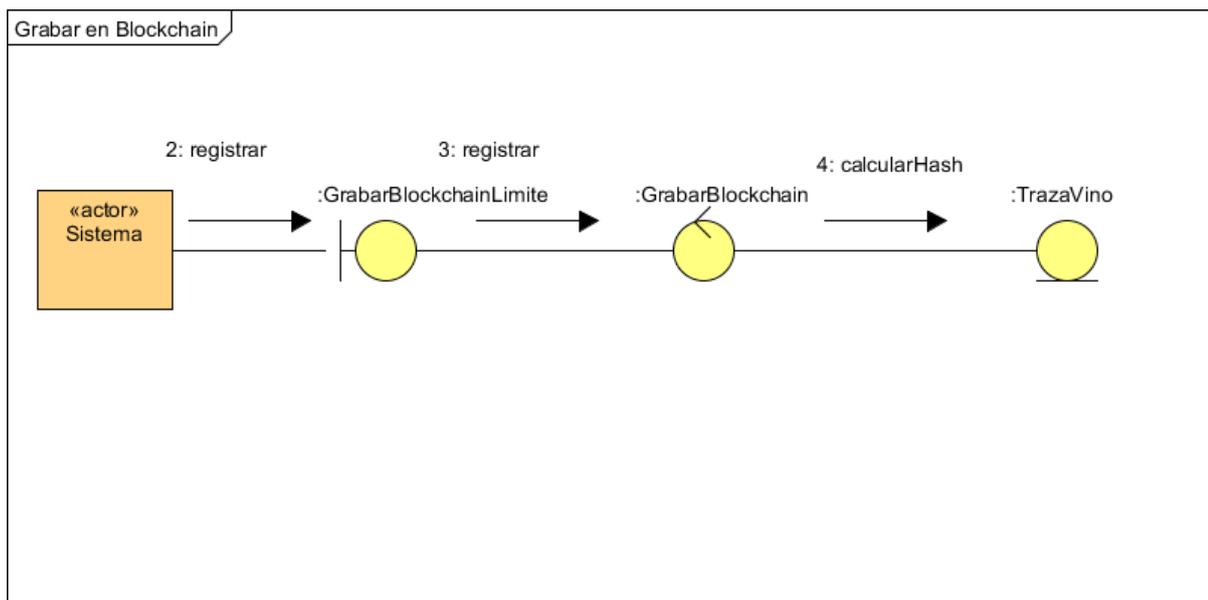
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20: Diagrama de colaboración de análisis del CU Consultar Trazabilidad



Fuente: Elaboración propia

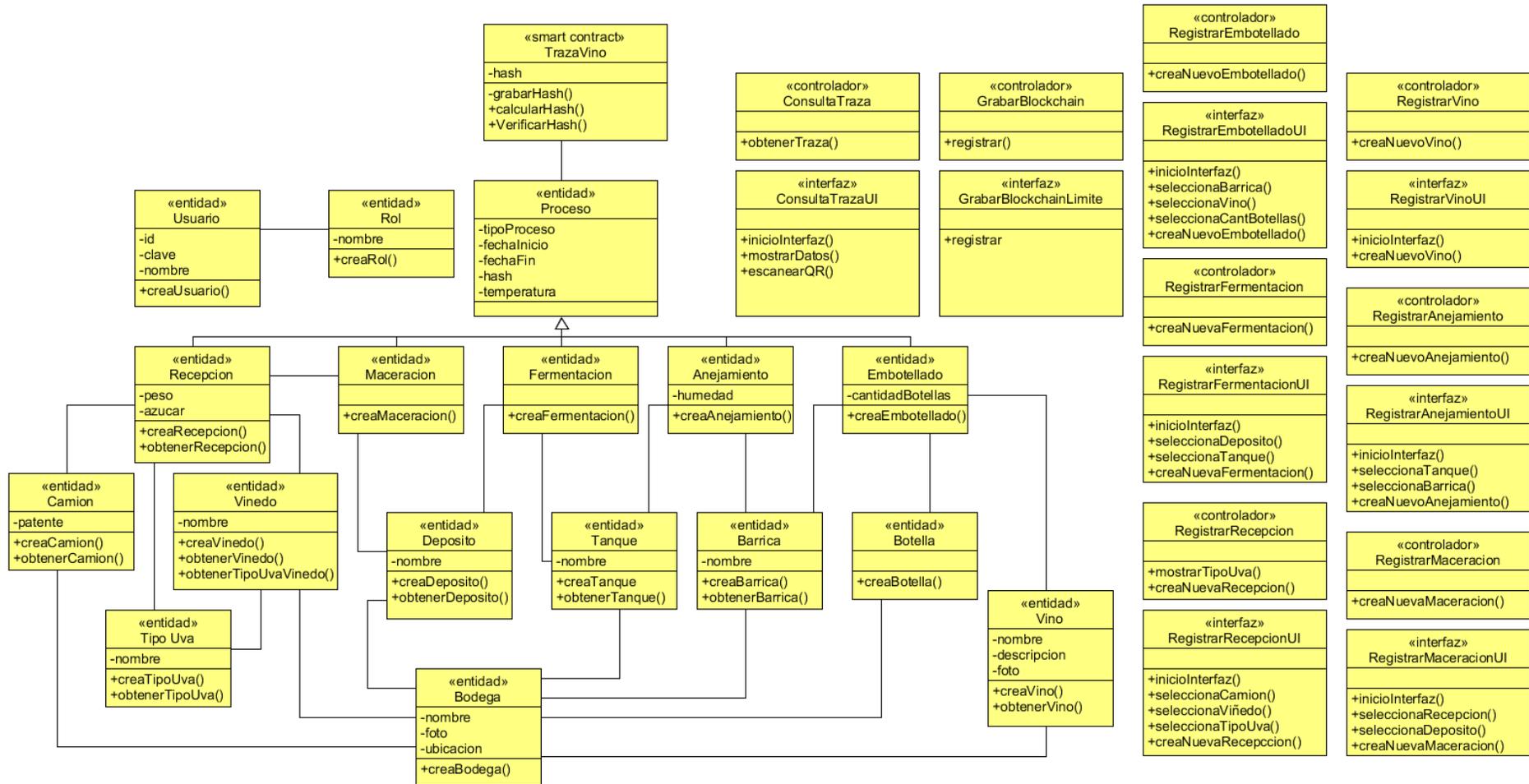
Ilustración 21: Diagrama de colaboración de análisis del CU Grabar en Blockchain



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de clase

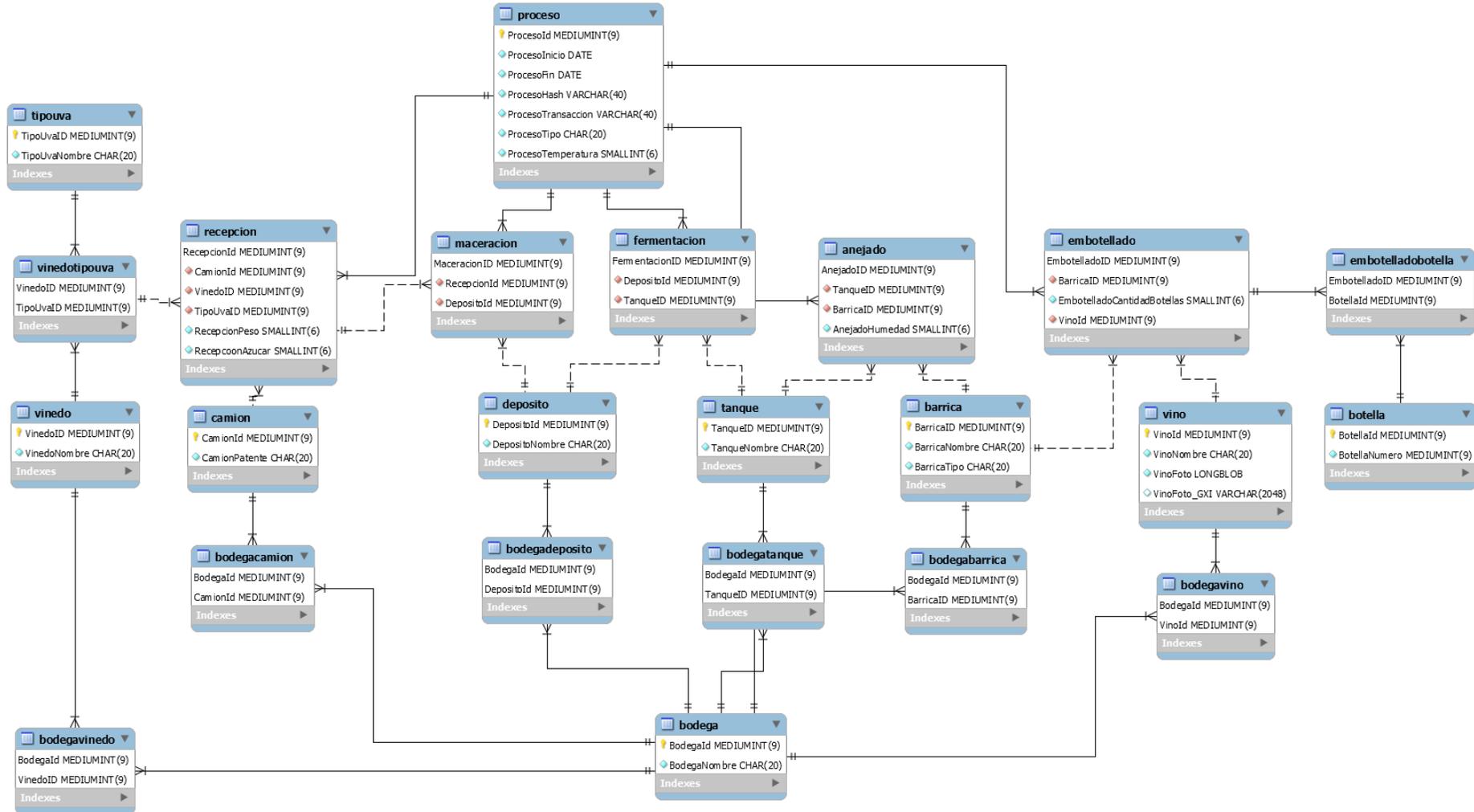
Ilustración 22: Diagrama de clase



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de entidad-relación

Ilustración 23: Diagrama de entidad-relación



Fuente: Elaboración propia

Prototipos de interfaces de pantallas

Ilustración 24: Pantalla de registro de recepción de uvas

Registrar Recepción

Fecha



Camion



Viñedo



Tipo de Uva



Peso (kg)

Grado de Azúcar (gramos/litro)

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 25: Pantalla de registro del proceso de maceración

Registrar Maceración

Fecha

01/10/2020 16:23 

Recepción

Elegir 

Deposito

Elegir 

Temperatura (grados)

22

Confirmar

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 26: Pantalla de registro del proceso de fermentación

Registrar Fermentación

Fecha

01/10/2020 16:23 

Deposito

Elegir 

Tanque

Elegir 

Temperatura (grados)

25

Confirmar

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27: Pantalla de registro del proceso de añejamiento

Registrar Añejamiento

Fecha



Tanque



Barrica



Temperatura (grados)

Humedad

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 28: Pantalla de registro del proceso de embotellado

Registrar Embotellado

Fecha



Barrica



Vino



Cantidad de Botellas

[Confirmar](#)

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 29: Pantalla de registro de un nuevo vino

Registrar Vino

Nombre

Descripcion

De color violeta intenso, con gran luminosidad y aspecto brillante. De nariz intensa a frutos rojos que, conjugados con la madera, logran complejidad variada. Boca sedosa y jugosa acompañada de taninos dulces y amables que se unen para dar una sensación de frescura y elegancia. Vino ideal para disfrutar con carnes rojas en compañía de amigos y familia.

Foto



[Confirmar](#)

Fuente: Elaboración propia

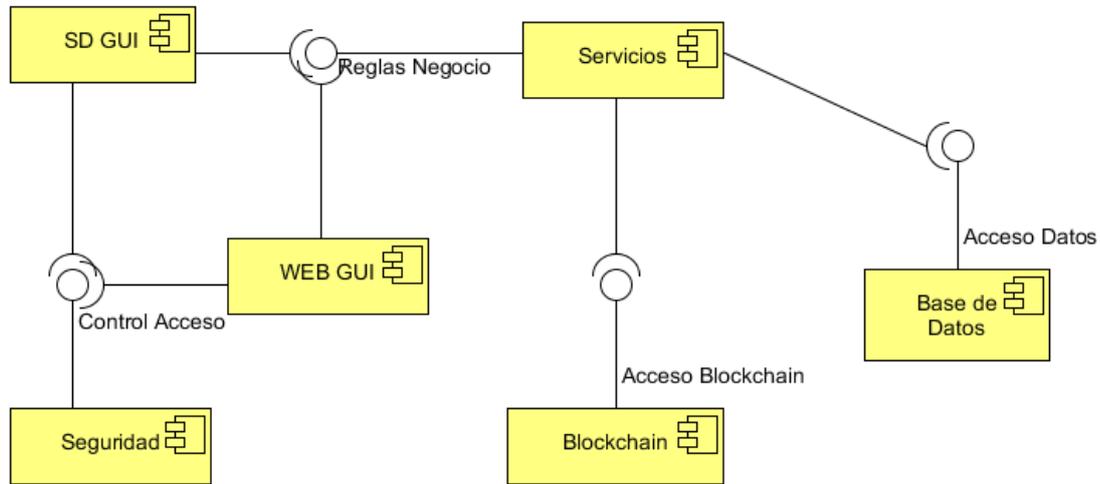
Ilustración 30: Pantalla con la trazabilidad de la botella consultada



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de componentes

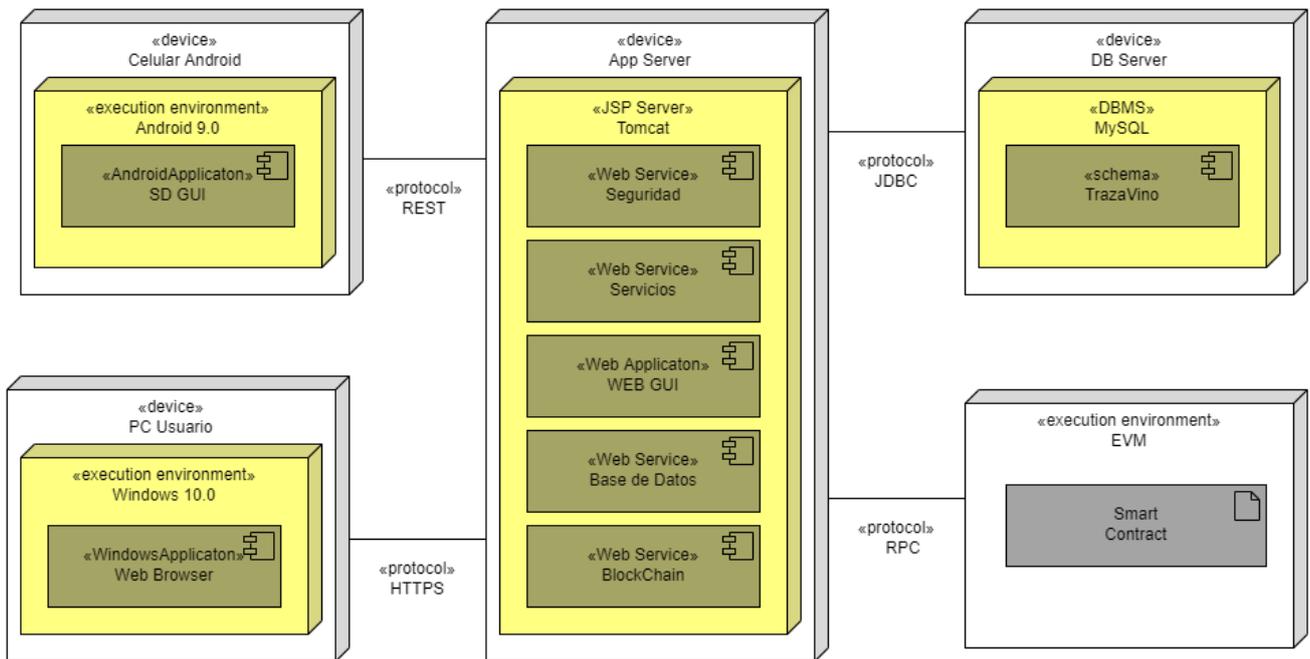
Ilustración 31: Diagrama de componentes



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de despliegue

Ilustración 32: Diagrama de despliegue



Fuente: Elaboración propia

Seguridad

Acceso a la aplicación

1. Se requiere un usuario y contraseña para acceder a la aplicación web.
2. La contraseña se almacena de manera segura, encriptando la misma.
3. La aplicación móvil para los consumidores no requiere tener un usuario para ingresar.
4. La contraseña debe ser de al menos 7 caracteres alfanuméricos y debe tener al menos 1 letra mayúscula, 1 número y 1 carácter especial.
5. El acceso se bloquea luego de 10 intentos fallidos por periodos de 30 minutos.
6. El sistema proporcionará los siguientes roles: Encargado Bodega, Operario Bodega, Enólogo y Administrador.
7. La sesión se terminará luego de 20 minutos de inactividad.

Política de respaldo

1. El respaldo de la información se realizará de forma automática por el servicio AWS RDS utilizado.
2. El periodo de retención de los backups será de 7 días.
3. El respaldo se realizará en forma diaria de 3:00 AM a 4:00 AM.
4. Se realizará un respaldo automático de la base de datos en la PC de respaldo en forma diaria de 4:00 a 5:00 AM.
5. En forma semanal se realizará un respaldo a un disco USB desde la PC de respaldo.

Análisis de costos

Se diferenciaron los costos para llevar a cabo el sistema en dos secciones: Costos de desarrollo y Costos operativos. A su vez, se separaron en 3 ejes: Software, Hardware y RRHH.

Para la conversión de los precios en dólares se utilizaron los valores del Banco Central de la República Argentina² a la fecha 16/10/20 donde \$1 USD equivalía a \$82,50 ARS.

² http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Tipo_de_cambio_minorista_2.asp

Adicionalmente, se puede consultar el Anexo 3 del presente trabajo para conocer el cálculo de la cantidad de procesos que se estima se ejecutarán en un año, como así también el cálculo para estimar el consumo de Gas de Ethereum en el registro de los procesos en la blockchain.

Costos de desarrollo

Tabla 1: Costos de recursos humanos para el desarrollo

Recursos Humanos	Cantidad	Honorario ³	Tiempo (meses)	Total
Analista / Programador	1	\$83.377	2	\$166.754
Arquitecto de Infraestructura Cloud	1	\$93.005	0,25	\$23.251
			Total	\$190.005

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Costos de software para el desarrollo

Software	Tipo de Licencia	Valor mensual	Tiempo (meses)	Total
GeneXus ⁴	Comercial	\$24.956,25 (\$302.5 USD)	2	\$49.912,50 (\$605 USD)
TRUFFLE Suite ⁵	Libre - Código abierto	\$0	-	\$0
Google Play Store ⁶	Registro, pago único.	\$2.062,50 (\$25 USD)	-	\$2.062,50 (\$25 USD)
Apple Store ⁷	Tarifa anual	\$8.167,50 (\$99 USD)	-	\$8.167,50 (\$99 USD)
			Total	\$60.142,50

Fuente: Elaboración propia

³ Honorarios <https://www.cpcipc.org.ar/content/honorarios>

⁴ Basado en el presupuesto recibo de parte de Syndeo S.R.L. (el mismo puede ser consultado en el anexo 4)

⁵ Framework para desarrollo Ethereum <https://www.trufflesuite.com/>

⁶ <https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/6112435?hl=es>

⁷ <https://developer.apple.com/es/support/purchase-activation/>

Tabla 3: Costos totales para el desarrollo

Concepto	Total
Recursos Humanos	\$190.005
Software	\$51.975
Total	\$250.147,50

Fuente: Elaboración propia

Costos operativos

Tabla 4: Costos operativos de comunicaciones

Comunicaciones	Descripción	Valor Mensual	Tiempo (meses)	Total Anual
Acceso a Internet	Claro WIFI 300 MB ⁸	\$2.299	12	\$27.588,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Costos operativos de servidores (hardware)

Servidor	Descripción	Valor Mensual	Tiempo (meses)	Total Anual
Servidor DB (Base de datos)	AWS RDS ⁹ db.t3.small	\$4.296,60 (\$52,08 USD)	12	\$55.895,40 (\$677,52 USD)
	20Gb SSD MySQL	\$361,35 (\$4,38 USD)	12	
Servidor Aplicación	AWS EC2 ¹⁰ t3.small	\$2.206,87 (\$26,75 USD)	12	\$51.529,50 (\$624,60 USD)
	AWS ELB ¹¹ classic	\$2.087,25 (\$25,30 USD)	12	
			Total	\$107.424,90

Fuente: Elaboración propia

⁸ <https://www.claro.com.ar/personas/internet-wifi-telefonía-tv/wifi-300mb>

⁹ <https://aws.amazon.com/es/rds/mysql/pricing/>

¹⁰ <https://aws.amazon.com/es/ec2/pricing/on-demand/>

¹¹ https://aws.amazon.com/es/elasticloadbalancing/pricing/?nc1=h_ls

Tabla 6: Costos operativos de equipamiento (hardware)

Equipamiento	Descripción	Precio	Cantidad	Total
Tablet Encargado Bodega y Operario Bodega	Samsung Galaxy Tab A 10.1 ¹²	\$28.999	2	\$57.998
PC Respaldo	PC Dell Optiplex 3070 ¹³	\$111.070	1	\$111.070
Disco externo para respaldo	Disco Rígido 2TB Portable Seagate Slim ¹⁴	\$8.723	1	\$8.723
			Total	\$177.791

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Costos de recursos humanos para respaldo

Recursos Humanos	Cantidad Horas mensuales	Honorario por Hora	Mensual	Total Anual
Soporte técnico (para respaldo semanal)	8	\$ 1.567	\$12.536	\$150.432,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Costos operativos de software

Software	Descripción	Cantidad	Valor Ejecución	Total Anual
Ethereum Gas	Ejecución Contrato en Ethereum	569.816	\$35,07 (0,001139632 ETH ¹⁵)	\$33.810,33

Fuente: Elaboración propia

¹² <https://www.samsung.com/ar/tablets/galaxy-tab-a-2019-101/SM-T510NZKLARO/>

¹³ <https://www.fullh4rd.com.ar/prod/13741/pc-dell-opti-3070-sff-i5-9500-4gb-1tb-dvd-w10p>

¹⁴ <https://www.fullh4rd.com.ar/prod/12940/hd-usb-2tb-seagate-backup-plus-slim>

¹⁵ 1 ETH equivale a \$366,29 USD a la fecha 16/10/20 según TradingView <https://www.tradingview.com/symbols/ETHUSD/>

Tabla 9: Costos operativos totales

Concepto	Total Anual
Hardware (Servidores)	\$107.424,90
Hardware (Equipamiento)	\$177.791
Comunicaciones	\$27.588,00
Recursos Humanos	\$150.432,00
Software	\$33.810,33
Total	\$497.046,23

Fuente: Elaboración propia

Análisis de riesgos

Identificación del riesgo

Se identificaron los riesgos que podrían impactar al proyecto y se describió sus causas.

Tabla 10: Identificación de riesgos

Riesgo	Causa
Requerimientos	Se proponen cambios a los requerimientos.
Planificación	Se subestima el tiempo requerido para desarrollar el software.
Capacitación	Falta de capacitación en las nuevas tecnologías.
Herramientas	Las herramientas de desarrollo presentan errores en la generación de código.
Costos	Aumento de precios de los componentes.
Recursos	No se dispone de los recursos de infraestructura necesarios (servidores) en el momento adecuado.
Interfaz	Problemas en la interfaz del usuario.

Fuente: Elaboración propia

Análisis del riesgo

Se estimó la probabilidad de ocurrencia y el impacto que podría tener cada uno para determinar su grado de exposición.

Tabla 11: Grado de exposición al riesgo

Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Impacto	Exposición al riesgo
Requerimientos	50%	5	2,5
Planificación	20%	3	0,6
Capacitación	20%	4	0,8
Herramientas	5%	2	0,1
Costos	40%	5	2,0
Recursos	35%	4	1,4
Interfaz	10%	5	0,5

Fuente: Elaboración propia

Priorización del riesgo

Se priorizaron de acuerdo a su grado de exposición.

Tabla 12: Priorización del riesgo

Riesgo	Probabilidad de Ocurrencia	Impacto	Exposición al riesgo	Porcentaje
Requerimientos	50%	5	2,5	31,65%
Costos	40%	5	2,0	25,32%
Recursos	35%	4	1,4	17,72%
Capacitación	20%	4	0,8	10,13%
Planificación	20%	3	0,6	7,59%
Interfaz	10%	5	0,5	6,33%
Herramientas	5%	2	0,1	1,27%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de Pareto

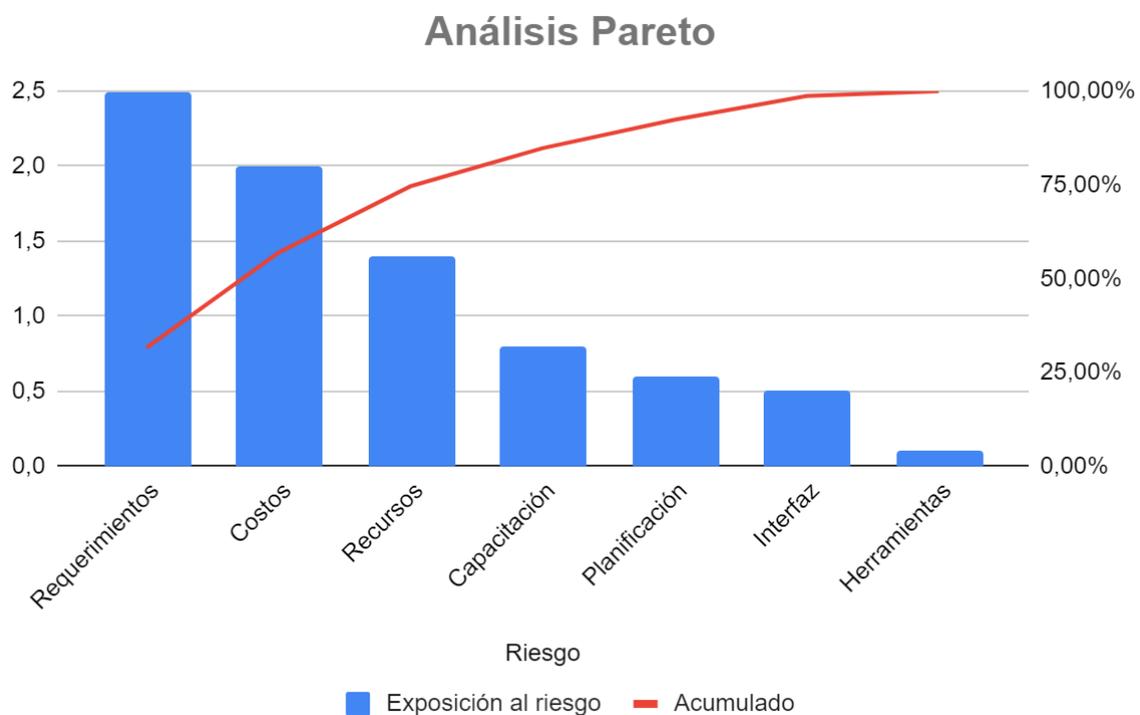
La decisión sobre en cuales riesgos hay que enfocarse se tomó aplicando la ley de Pareto, también conocida como el principio 80/20 sobre el que Koch (1998) afirma “El 80 por ciento de los resultados o salidas surgen del 20 por ciento de las causas”.

Tabla 13: Análisis de Pareto

Riesgo	Exposición al riesgo	Acumulado
Requerimientos	2,5	31,65%
Costos	2,0	56,96%
Recursos	1,4	74,68%
Capacitación	0,8	84,81%
Planificación	0,6	92,41%
Interfaz	0,5	98,73%
Herramientas	0,1	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33: Grafico del análisis de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Plan de contingencia

En base al análisis de Pareto se determinó cuáles son los riesgos que representan el 80% de exposición y se preparó un plan de contingencia para los mismos.

Tabla 14: Plan de contingencia para cada riesgo

Riesgo	Plan de Contingencia
Requerimientos	Se utilizará un desarrollo iterativo e incremental mediante prototipo para poder conocer rápidamente los cambios en los requerimientos.
Costos	Se estimaron los principales costos en dólares de manera que no se vean afectados por las variaciones de precios.
Recursos	Se utilizará infraestructura en la nube de AWS de manera que esté disponible de manera inmediata y pueda ampliarse rápidamente en caso de ser necesario.
Capacitación	Se realizarán capacitaciones en Blockchain, Ethereum, GeneXus para conocer mejor la tecnología y las funcionalidades de las últimas versiones de las herramientas de desarrollo.

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

El objetivo fundamental de este trabajo fue abordar el tema de la trazabilidad y aplicarlo al proceso de elaboración del vino dado que se la considera clave para darle un valor agregado importante a este producto, permitiéndole competir en mercados internacionales como así también posibilitar que el consumidor final pueda conocer la historia de la botella que adquiere.

El principal aporte consistió en el diseño e implementación de un sistema desarrollado con blockchain que cumplió con los objetivos planteados puesto que garantiza el resguardo de la información de manera inalterable en cada etapa de elaboración.

En lo personal, haber concretado este trabajo fue un gran logro ya que pude volcar mi experiencia previa como desarrollador en un proyecto innovador que ayudará a dar solución a esta problemática que actualmente se encuentra sin resolver. Además, toda la investigación y estudios realizados sobre estas novedosas tecnologías me permitió adquirir valiosos conocimientos que enriquecerán mi vida como profesional.

Se puede concluir que este tipo de trazabilidad generada con blockchain fomentará la elaboración de un vino de mejor calidad debido a que contará con la confianza de que cualquier interesado podrá consultar su proceso de origen.

Demo

En el siguiente repositorio se encuentra el código del prototipo realizado y un instructivo de como desplegar un entorno local para hacer funcionar el mismo.

<https://github.com/alejandroik/trazabilidadvino>

Referencias

- Amazon. (s.f.). Acerca de AWS. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://aws.amazon.com/es/about-aws/>
- Amazon. (s.f.). AWS Elastic Beanstalk Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://aws.amazon.com/es/elasticbeanstalk/>
- Amazon. (s.f.). Amazon Relational Database Service (RDS). Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://aws.amazon.com/es/rds/>
- Apache Tomcat. (s.f.). Apache Tomcat. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://tomcat.apache.org/>
- Apache Tomcat. (s.f.). Java Servlet. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://tomcat.apache.org/tomcat-5.5-doc/servletapi/javax/servlet/Servlet.html>
- Bacosoft. (s.f.). Gestión de bodegas. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://www.bacosoft.com/>
- Crosby, M., Nachiappan., Pattanayak, P., Verma, S., y Kalyanaraman, V. (2015). BlockChain Technology [Tecnología BlockChain]. [PDF]. <https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/BlockchainPaper.pdf>
- DENSO WAVE. (s.f.). What is a QR Code? [¿Que es un Código QR?]. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://www.qrcode.com/en/about/>
- Ethereum. (s.f.). WHAT IS ETHEREUM [QUE ES ETHEREUM]. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://ethereum.org/es/what-is-ethereum/>
- Fontela, C. (2012). *UML Modelado de software para profesionales*. Buenos Aires, Argentina: Alfaomega.
- Genexus. (s.f.). Visión General de GeneXus. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://www.genexus.com/es/noticias/leer-noticia/wp-vision-general>
- Koch, R. (1998). *The 80/20 Principle* [El Principio 80/20]. Londres, Reino Unido: Nicholas Brealey Publishing.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. (noviembre de 2015). Proyecto de agregación de valor a la industria vitivinícola mediante la implementación de sistemas de trazabilidad. [PDF]. Argentina: publicado independientemente.
- Oracle. (s.f.). Oracle Java. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://www.oracle.com/ar/java/>

Oracle. (s.f.). What is MySQL? [¿Qué es MySQL?]. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/what-is-mysql.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (5 de julio de 2003). Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. [PDF]. publicado independientemente.

Organización Internacional de Normalización. (s.f.). Sistemas de gestión de la calidad (ISO 9001:2015). Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://www.iso.org/standard/62085.html>

SECRETARÍA DE ALIMENTOS Y BIOECONOMÍA. (28 de mayo de 2019). Resolución 28/2019 (RESOL-2019-28-APN-SAYBI#MPYT). <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/320000-324999/323658/norma.htm>

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2019). Guía para una producción sustentable: sector vitivinícola. [PDF], Buenos Aires, Argentina: publicado independientemente.

Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de Software*. Estado de México, México: Pearson.

TRACTUS. (s.f.). Software de gestión de bodegas para la trazabilidad del vino. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <http://tractus.es/vino.html>

Truffle Suite. (s.f.). Ganache Overview [Vista General de Ganache]. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://www.trufflesuite.com/docs/ganache/overview>

Truffle Suite. (s.f.). Truffle. Recuperado el 30 de octubre de 2020 de <https://www.trufflesuite.com/truffle>

Anexos

Anexo 1: Estructura de la entrevista a Marcelo Dulci de la bodega Budeguer

Fecha: 14/09/20

Nombre del entrevistado: Marcelo Dulci

Empresa: Bodega Budeguer

Cargo: Gerente

Objetivo de la Entrevista: Recabar información acerca de su proceso de producción del vino.

Preguntas:

- ¿Dónde está ubicada la bodega Budeguer?
- ¿Qué tipo de uvas utilizan?
- ¿Qué tipos de vino producen?
- ¿Cómo está estructurada la bodega?
- ¿Qué equipos informáticos tienen?
- ¿Cuáles son las etapas del proceso de elaboración del vino?
- ¿Quiénes intervienen en dicho proceso?
- ¿Realizan un seguimiento del proceso de elaboración del vino?
- ¿Registran datos con algún sistema informático?

Anexo 2: Formulario / App CIU

Comprobante de Ingresos de Uva (CIU)

Es un documento que lo exige el Instituto Nacional de Vitivinicultura. Sirve para tener mayor transparencia al registrar en los libros oficiales de las bodegas como así también para tener conocimiento sobre el viñedo de procedencia, la variedad de uva, kilos entregados y el contenido azucarino de la misma

Está conformado por 9 secciones:

- Sección 1: Fecha y Número de CIU
- Sección 2: Rubro I - Bodega, Fabrica o Distribuidor
Número de Inscripción, Razón Social, CUIT
- Sección 3: Rubro II A - Viñatero, Contratista o Propietario de la Uva
Número de Inscripción, Razón Social, CUIT
- Sección 4: Rubro II B - Contratista o Tercero No Inscripto
Razón Social, DNI, CUIT, Numero Documento Respaldatorio, Factura o Contrato
- Sección 5: Rubro III - Pesada KG
Bruto, Tara, Neto (Calculado)
- Sección 6: Rubro IV - Características del Vehículo
Patente, Camión/Acoplado o Bins o Tractor o Molienda en Viñedo, Modelo, Conductor
- Sección 7: Rubro V - Características de la Materia Prima
Variedad, Tenor de Azúcar, Tipo Cosecha: Manual o Mecánica
- Sección 8: Rubro V - Modalidad de Comercialización
Propia o Otra o Tercero Viñedo o Tercero Otra
- Sección 9: Rubro VI - Observaciones
Observaciones

Anexo 3: Estimación de costos para registrar en la blockchain

Ilustración 34: Planilla estimación de costos para registrar en la blockchain

Finca	Tipo Uva	Hectareas	Proceso	Recepcion	Proceso	Embotellado	Proceso	Cantidad
Finca Maipu	Sauvignon Blanc	5,0 ha	Total Hectareas	89,5 ha	Total Barricas	418	Recepcion	34
	Chardonnay	10,0 ha	Kg Uva por Hectarea	1.500,00 Kg/ha	Tamaño Barricas	225 Litros	Maceración	47
	Malbec	32,5 ha	Cosecha Total	134.250,00 Kg	Total Litros	94.050	Fermentación	47
	Cabernet Sauvignon	24,5 ha	Kg Uva por Camión	4.000,00 Kg	Tamaño Botella	0,75 Litros	Añejamiento	418
Total		72,0 ha	Calculo Camiones	33,56 Camiones	Total Botellas	125.400 Botellas	Embotellado	418
Finca Agrelo	Malbec	15,5 ha	Total Camiones	34 Camiones			Total Procesos	964
	Petit Verdot	1 ha	Procesos Recepción	34				
	Angelotta	1 ha	Proceso	Maceración	Gas/Ether	2,00E-09		
	Total	17,5 ha	Cosecha Total	134.250,00 Kg	Ether/US\$	US\$366,29		
Total Hectareas		89,5 ha	Rendimiento	70%	US\$/€	\$84,02		
			Litros Vino	93.975,00 Litros			Costo Grabación Ethereum	\$35,07
			Tamaño Tanque	2.000,00 Litros			Cantidad Procesos	964
			Cálculo Tanques	46,99 Tanques			Costo Total	\$33.810,33
			Total Tanques	47 Tanques			Total Botellas	125.400
			Procesos Maceracion	47			Costo por Botella	\$0,27
			Proceso	Fermentación				
			Tanques Maceración	47				
			Total Tanques	47 Tanques				
			Procesos Fermentación	47				
			Proceso	Añejamiento				
			Total Tanques	47				
			Total Litros	94.000,00 Litros				
			Tamaño Barrica	225 Litros				
			Calculo Barricas	417,78				
			Total Barricas	418				
			Procesos Añejamiento	418				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Presupuesto licencia Genexus de la consultora Syndeo

Ilustración 35: Presupuesto licencia Genexus



PROPUESTA COMERCIAL DE ALQUILER POR 60 DIAS

Cant.	Detalle	Precio Alquiler (USD)
1	Modelador (IDE) GeneXus	
1	Generador GeneXus JAVA	
1	Generador GeneXus para Smart Devices	
	Alquiler por 60 días	500,00
Sub Total		500,00
IVA 21%		105,00
T o t a l		605,00

Fuente: Adaptado de Syndeo, 2020.