TRABAJO DE GRADO

Proyecto de Grado

Desarrollo de prototipo de Software para la gestión de producción y trazabilidad aplicado a la cervecería artesanal municipio de Sandoná

Corporación Universitaria Remington

Facultad de ingeniería

Programa de ingeniería de sistemas

Esteban Alejandro Acosta Fajardo

Nathalia Andrea Palacios Montezuma

Asesor

Dr. Nelson Ricardo Zambrano Martínez

Proyecto de grado

2026

Dedicatoria

Mis agradecimientos más profundos a mi familia en especial a mis padres por tener fe en mí y por ser mi fuente principal motivación para perseguir mis sueños. Agradezco a Dios por ser mi guía y darme la fortaleza para enfrentar las dificultades que se presentan día a día. Asimismo, a mi pareja quien ha sido mi compañero incondicional durante este proceso de aprendizaje y por último agradezco a mis profesores que con paciencia lograron transmitir sus conocimientos para formarme como una profesional

-Nathalia Palacios

Dedico este trabajo a Dios, quien ha estado presente en cada etapa de mi vida, tanto personal como académica y, próximamente, profesional en el campo de la Ingeniería de Sistemas. No ha sido un camino sencillo, pero de cada experiencia he obtenido un aprendizaje valioso. A Él le agradezco la oportunidad de una segunda vida y la fortaleza para continuar; estoy convencido de que este logro es solo una meta alcanzada entre muchas más que están por venir.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mis padres, cuyo apoyo incondicional y excepcional crianza han sido la base de lo que hoy soy. Ellos han sido mi mayor inspiración y me han enseñado a no rendirme, a esforzarme por cada objetivo y a mantener siempre los valores que me inculcaron.

Asimismo, dedico este trabajo a mi hermana, a quien admiro profundamente por su esfuerzo constante y la forma en que afronta su vida. Su apoyo y amor incondicional han sido fundamentales en mi camino. Estoy seguro de que, juntos, alcanzaremos grandes metas y haremos sentir a nuestros padres profundamente orgullosos de nosotros.

-Esteban Acosta Fajardo

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a nuestro asesor de proyecto Dr. Nelson Ricardo Zambrano Martínez por su disposición, paciencia y constante apoyo durante este proceso. Su guía ha sido fundamental para avanzar en el cumplimiento de nuestras metas y para prepararnos con mayor confianza frente a los retos del mundo profesional.

Agradecemos igualmente a la empresa Babel cervecería SAS, por la confianza depositada en nosotros y por brindarnos la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra carrera. Valoramos profundamente la paciencia y la información proporcionada, que fueron esenciales para el desarrollo de este proyecto.

De la misma manera, extendemos nuestro agradecimiento a la Corporación Universitaria Remington por la formación académica recibida, la cual ha sido clave en nuestra preparación como profesionales. Destacamos especialmente la flexibilidad de su metodología de estudio y hacemos un reconocimiento a todos los docentes, quienes han sido guías y referentes a lo largo de este camino académico.

Tabla de Contenidos

Tabla de contenido

1. Resumen 8
   Palabras clave 9
2. Introducción 10
3. Marco teórico 11
   Concepto de un sistema de gestión de producción 11
   Importancia de la trazabilidad en los productos 11
   El software de gestión de producción en el entorno empresarial 12
   Dinámica del proceso de producción en una cervecería 12
   Factores clave de la digitalización de procesos 13
   Antecedentes tecnológicos 13
Plataforma Odoo ERP: 13
Autodesk Fusion Operations: 14
Tracezilla: 14
Ekos Brewmaster: 14
Gestión Cervecera: 15
4. Planteamiento del problema y justificación 15
   Justificación 17
5. Alcance del Proyecto 18
   Delimitación del Proyecto 19
6. Objetivos 20
   Objetivo General 20
   Objetivos Específicos 20

7. Metodología de la investigación 20
Población y participantes 22
Técnicas e instrumentos de recolección de datos 22
Revisión documental estructurada 22
Visitas al área de producción y observación directa 23
Encuesta de satisfacción 23
Metodología de desarrollo 24
8. Resultados y discusión 25
Análisis de los procesos actuales de registro, control y trazabilidad que se realizan en la producción de cerveza artesanal dentro de la empresa BABEL S.A.S. 25
Requisitos 29
Lista de reglas 39
Lista de actores 43
Diseño de la arquitectura de software y comportamiento de usuarios 46
Diagramas de caso de uso 47
Fichas de caso de uso 51
Diagrama de clases 69
Modelo bases de datos 70
Prototipo de gestión y trazabilidad para la producción en Babel Cervecería SAS. 75
Diseño de interfaces 76
Descripción de las tecnologías y link al repositorio 108
Implementación y evaluación del prototipo en el entorno real de Babel SAS ... 108
9. Conclusiones 110

10. Referencias 112

11. Anexos 114

Anexo 1 114

Anexo 2 115

Anexo 3 116

Anexo 4 117

Anexo 5 118

Anexo 6 119

Anexo 7 120

Anexo 8 121

Anexo 9 122

Resumen

La elaboración y puesta en marcha de un prototipo de software modular diseñado para estructurar el control de trazabilidad y automatizar la gestión productiva en la empresa Babel Cervecería SAS, situada en Sandoná, Nariño, fue el objetivo del proyecto de grado actual. La compañía, a lo largo de la historia, mantenía el registro de sus ciclos de producción, la elaboración de recetas y el balance de inventarios en soportes físicos y herramientas ofimáticas descentralizadas. Esta situación aumentaba las probabilidades de que se produjesen errores humanos y se extraviara información. Las dinámicas del taller de planeación, ajustes de agua, maceración, fermentación y maduración se convirtieron en componentes lógicos que respaldan una arquitectura de base de datos relacional. Esto se realizó mediante un enfoque iterativo para el desarrollo y la utilización del lenguaje de modelado UML. La solución tecnológica organiza los flujos de información, lo que posibilita la asociación única de las materias primas con los baches finales de producción a través de identificadores lógicos. Las pruebas funcionales que se realizaron a los usuarios finales arrojaron una disminución notable en los tiempos de captura de datos y un aumento considerable en la fiabilidad de los informes operativos. Se determina que la sistematización a la medida no solamente reduce la incertidumbre administrativa, sino que también constituye el soporte técnico fundamental para satisfacer los estándares sanitarios sectoriales y apoyar la toma de decisiones gerenciales.

Palabras clave

Gestión de producción, Trazabilidad de lotes, Prototipo de software, Cervecería artesanal, Centralización de información.

Introducción

El avance del mercado de bebidas artesanales en el departamento de Nariño ha obligado a las pequeñas fábricas a reconsiderar la informalidad de sus métodos operativos. En contextos en los que la permanencia la marca depende de la uniformidad sensible de cada lote, el control riguroso sobre las variables físicas, químicas y logísticas pasa a ser una condición de calidad y deja de ser una mera opción administrativa. No obstante, la situación de compañías como Babel Cervecería SAS pone de manifiesto una gran brecha tecnológica: las rutinas informativas diarias tienden a estar sujetas al almacenamiento analógico, a registros físicos que pueden deteriorarse y al conocimiento básico de los operarios de planta. Esta división de los datos hace difícil el seguimiento directo e inverso de los productos, lo que impide rastrear ciertos puntos de importancia dentro de la producción de un lote o algún estado en concreto de un barril.

Frente a este panorama de vulnerabilidad, la ingeniería de sistemas ofrece herramientas de sistematización capaces de moldear soluciones adaptadas a necesidades de seguimiento en dicha producción. El desarrollo de un prototipo de software a la medida representa el mecanismo idóneo para migrar de un escenario reactivo y manual hacia un ecosistema digital integrado, al unificar el ciclo de las etapas de la producción cervecera en una sola plataforma, se mitiga el riesgo del error humano en cuestión de diligenciamiento de los parámetros necesarios para llevar cabo cada lote.

Este documento detalla el proceso técnico y metodológico subyacente a la creación de dicha solución informática, en las páginas siguientes se desglosa el

diagnóstico situacional de la empresa Babel cervecería SAS, seguido por el levantamiento de requisitos funcionales que guiaron el modelo del sistema mediante diagramas y fichas de caso de uso, asimismo se expone los métodos de desarrollo del backend y frontend, y la evaluación final de usabilidad realizada con el personal de Babel Cervecería SAS, demostrando el impacto real de la tecnología en la optimización de sus procesos productivos.

Marco teórico

Concepto de un sistema de gestión de producción

La administración de la manufactura abarca un conjunto de actividades coordinadas cuyo propósito es estructurar, coordinar y auditar cada una de las fases operativas y los recursos materiales dedicados a la fabricación. De acuerdo con la escuela de negocios OBS Business School (s. f.), el fin principal de estas herramientas radica en la transformación eficiente de materias primas brutas en bienes de consumo terminados y listos para la fase de comercialización, cuidando al máximo los rendimientos de la cadena de valor. El enfoque de estos sistemas se centra en balancear las variables de tiempo, mano de obra directa, consumos físicos e infraestructura tecnológica, garantizando volúmenes estables de entrega y minimizando los costos asociados al desperdicio.

Importancia de la trazabilidad en los productos

Monitorear el recorrido de un artículo a lo largo de su ciclo de transformación se ha convertido en un requisito estratégico para la industria manufacturera. Disponer de un esquema de trazabilidad robusto faculta a las organizaciones para

identificar con precisión las coordenadas de tiempo, lugar y operario asociadas a cada fase del proceso (SMARTPM, s. f.). Esta visibilidad de los flujos informativos resulta indispensable para localizar fallas a tiempo, ejecutar planes de contingencia expeditos ante lotes defectuosos y blindar los estándares de calidad antes de que las mercancías lleguen al mercado masivo.

El software de gestión de producción en el entorno empresarial

La incorporación de plataformas informáticas para el control de la fabricación responde a la necesidad actual de centralizar los flujos operativos y mitigar la incertidumbre en los talleres. Como señala el portal sectorial Corrientes Hoy (s. f.), estas herramientas no solo simplifican el inventario físico, sino que actúan como un soporte dinámico para la planificación temporal y la secuenciación de tareas en planta. Al digitalizar el orden de ejecución, la gerencia adquiere la capacidad de prever cuellos de botella y coordinar de mejor forma las jornadas laborales del personal.

Dinámica del proceso de producción en una cervecería

El flujo de elaboración de cerveza artesanal inicia formalmente con la selección rigurosa de insumos biológicos y químicos: maltas de especialidad, flores de lúpulo, cepas de levadura y agua tratada. En su análisis comparativo de formulaciones, Andrade et al. (2020) enfatizan que el agua representa el componente de mayor peso volumétrico en la bebida, por lo cual su grado de pureza, dureza y balance de sales influye de forma directa en el perfil organoléptico del producto final. Posterior a la adecuación del agua, el proceso demanda la ejecución secuencial de las etapas

de macerado, ebullición, inoculación en fermentadores, maduración en frío y envasado; tareas que exigen un control estricto de temperaturas para estandarizar los sabores.

Factores clave de la digitalización de procesos

La transición hacia entornos libres de papel ofrece ventajas operativas inmediatas en las pequeñas y medianas empresas. Según los planteamientos de Prol (2011), la ventaja más evidente de la digitalización radica en la inmediatez para consultar datos históricos, rompiendo las barreras de accesibilidad al permitir la concurrencia de múltiples usuarios sobre un mismo registro. Del mismo modo, el almacenamiento digital resguarda los soportes físicos originales del desgaste cotidiano y promueve canales de comunicación transparentes entre diferentes dependencias de la misma organización.

Antecedentes tecnológicos

Plataforma Odoo ERP:

Este sistema de planificación de recursos empresariales de código abierto integra un módulo de manufactura que gestiona la producción mediante listas de materiales (BOM) y tableros de control en tiempo real (Odoo, 2024). Su arquitectura permite estructurar una trazabilidad de extremo a extremo, enlazando números de lote desde el muelle de descarga de insumos hasta el despacho final, lo que automatiza los procesos de auditoría interna y el cumplimiento de normativas de calidad sin necesidad de registros físicos.

Autodesk Fusion Operations:

Se trata de una solución basada en la nube diseñada para la administración dinámica de órdenes de fabricación (Autodesk, 2023). El software vincula las especificaciones técnicas de los materiales con cronogramas automáticos para reducir los tiempos muertos en los talleres. Mediante el uso de identificadores únicos para cada bach, la herramienta digitaliza las directrices de los operarios a través de terminales móviles, agilizando el flujo de reportes de control de calidad en entornos industriales.

Tracezilla:

Desarrollado en Dinamarca con un enfoque exclusivo para el sector alimentario, este ERP en la nube unifica el control de inventarios, compras, logística y aseguramiento de inocuidad (Tracezilla, 2022). La plataforma destaca por su motor de trazabilidad bidireccional, el cual conecta datos de laboratorio y variables operativas en tiempo real. Esta centralización facilita la atención de inspecciones sanitarias y reduce el papeleo manual en las pymes agroindustriales.

Ekos Brewmaster:

Diseñado específicamente para el ecosistema cervecero artesanal por la firma norteamericana Ekos Software Inc. (2025), este sistema gestiona de forma integral la producción, los stocks de materias primas y las proyecciones de ventas. Su lógica de negocio mapea las dinámicas propias de las bodegas de fermentación, aportando métricas precisas sobre el rendimiento de las recetas y los costos reales de cada lote de bebida fabricado.

Gestión Cervecera:

Esta alternativa de software especializado cuenta con un despliegue consolidado en el mercado latinoamericano (Gestión Cervecera, 2023). El aplicativo se enfoca en la programación de lotes, el almacenamiento de recetas base y el seguimiento físico de envases mediante el uso de códigos de barras o etiquetas QR. Al integrar el flujo comercial con el operativo, actúa como un referente regional para la digitalización de pequeñas factorías de cerveza en Colombia.

Planteamiento del problema y justificación

Dentro del corregimiento de El Ingenio, municipio de Sandoná en el departamento de Nariño, se encuentra la Empresa Babel cervecería SAS la cual se dedica a la creación de cerveza artesanal. Al realizar una entrevista a la directora Técnica Erika Martínez se logra identificar varias dificultades que se presentan al llevar un registro de todos los procesos que se realizan diariamente desde la compra de materias primas, registro en inventarios, procesos de producción, empaquetado y despacho del producto terminado, estos registros son fundamentales para la planeación de creación de nuevos lotes.

Cada proceso debe tener un seguimiento preciso ya que en caso de presentar un error se debe conocer en qué momento del procedimiento ocurrió y quien es su responsable, llevando una trazabilidad completa.

Al día de hoy todos los documentos se gestionan de manera física lo cual genera que sea una tarea lenta y halla una mayor probabilidad de que se cometan

errores o se pueda extraviar su información. Se debe tener en cuenta que la elaboración de cerveza artesanal está sujeta a la regulación del Decreto 1686 de 2012, que determina los criterios sanitarios que deben seguirse en la producción, preparación, envasado, almacenamiento y venta de bebidas alcohólicas para consumo humano (*Ministerio de Salud y Protección Social*, 2012). Con esta normativa, junto al Decreto 1506 de 2014 y la Ley 9 de 1979, impone la necesidad de realizar un control riguroso y documentado sobre las etapas de producción, asegurando la seguridad y calidad del producto requerido por los estándares de Invima. (*Ministerio de Salud y Protección Social*, 2014; *Congreso de la República de Colombia*, 1979).

En este contexto, la gestión manual de la documentación incrementa la carga laboral del personal responsable. Según PayFit (2025), la sobrecarga de trabajo puede llevar a errores, disminución de la calidad y agotamiento, en este caso la directora técnica no solo tiene la responsabilidad de organizar y mantener estos registros, sino que también desempeña otras funciones dentro de la empresa lo cual le quita gran parte de su tiempo dificultando el cumplimiento de estas normas. Esta problemática también afecta las condiciones laborales de sus trabajadores ya que presenta una sobrecarga de trabajo reduciendo su eficacia lo cual puede llegar a causar un impacto negativo en el control de trazabilidad y calidad del producto llegando a tener pérdidas económicas, desconfianza en sus consumidores y sanciones de Invima limitando el crecimiento de la empresa, por este motivo buscan una manera de poder agilizar estos procesos tan repetitivos y de gran importancia

En consecuencia, se busca responder a la siguiente pregunta de investigación ¿De qué manera el diseño y desarrollo de un prototipo de software permite optimizar la gestión de producción y asegurar la trazabilidad de los procesos en Babel Cervecería SAS?

Justificación

El desarrollo de un prototipo de software para la gestión de producción trae varios beneficios para la Empresa dado que con el seguimiento y registro detallado que se realiza a cada proceso es más sencillo organizar la información y así mismo poder acceder a ella, gracias a esto se tiene una mayor facilidad para poder realizar la planeación de diferentes lotes de producción contando con información en tiempo real. Con esto se busca llevar registros puntuales de cada proceso que deba realizarse teniendo en cuenta sus inventarios tanto de materias primas como de productos terminados además de tener presente cada una de las etapas de elaboración de todos los lotes que se realicen llevando una trazabilidad desde la llegada de materias primas, procesos de elaboración , entrega y vigencia del producto, además incluye identificar el personal responsable de llevar a cabo cada una de estas etapas teniendo en cuenta los parámetros ya establecidos por la empresa facilitando el control de la cadena productiva; La digitalización de estos procesos permitirá que sus empleados en especial la directora técnica pueda llevar estos registros en tiempo real mejorando la capacidad de tomar decisiones en un menor tiempo basado en la información que se encuentra en el sistema, contando con un mejor control de cada proceso permitiendo identificar fallas para actuar de manera correctiva evitando retrasos y perdidas en la producción; esta solución

fortalece el control operativo optimizando su trabajo diario y contribuyendo con la mejora activa de la empresa dando como resultado mejor calidad del producto final.

Alcance del Proyecto

El proyecto tiene como objetivo principal desarrollar un prototipo de software orientado a la gestión de producción, aplicado a la cervecería artesanal Babel SAS. El alcance incluye la trazabilidad de procesos que actualmente se gestionan de forma manual.

Las funcionalidades clave del prototipo se centrarán en la gestión de inventarios, controlando el rastreo y seguimiento de los barriles de la empresa. A cada barril se le llevará un registro detallado de su estado (sucio, lavado o bebida almacenada). De igual forma, se realizará el control de las materias primas, incorporando parámetros de alerta relacionados con la baja cantidad de stock, con el fin de evitar riesgo de escasez debido a tiempos prolongados de abastecimiento provenientes de otros departamentos. Además, el sistema permitirá identificar productos próximos a caducar para realizar su eliminación.

Otra funcionalidad importante corresponde a la trazabilidad de producción, buscando automatizar el proceso de registro para generar los formatos requeridos. Esto incluye el registro de variables de producción según los estilos de cerveza manejados, teniendo en cuenta fechas, temperaturas, tipos de levadura y tiempos de fermentación. Así mismo, se garantizará la trazabilidad completa, identificando el origen, la persona responsable y la situación en cada fase del proceso, junto con la asignación de un número de lote para el control de entregas.

Finalmente, se plantea una funcionalidad de gestión operativa, orientada a generar reportes que permitan controlar la cantidad de producción almacenada, además de registrar el histórico de movimientos y actividades de los barriles. También se incluirá una función de gestión de despacho, para registrar la salida de productos a los diferentes clientes, el ingreso de nuevos clientes a la base de datos y la actualización de la información existente.

Delimitación del Proyecto

Para garantizar el éxito y la viabilidad del desarrollo, el proyecto se limitará a los siguientes aspectos: un límite geográfico y organizacional, teniendo en cuenta que este se restringe únicamente a los procesos internos de producción de Babel Cervecería SAS, ubicada en El Ingenio, municipio de Sandoná.

El desarrollo se enfocará en la trazabilidad de producción, la distribución y la gestión de inventarios de barriles y materias primas, por lo tanto, se excluyen aspectos o detalles administrativos de la empresa que no estén directamente relacionados con la calidad o la trazabilidad del producto final.

Es importante considerar que el proyecto podría enfrentar limitaciones relacionadas con la disposición del personal para realizar la migración de registros físicos a digitales, lo cual podría requerir procesos de capacitación adicionales que no están contemplados dentro del alcance del prototipo.

Finalmente, el funcionamiento del sistema dependerá de la disponibilidad de recursos tecnológicos y del acceso a internet dentro de las instalaciones de la cervecería.

Límite de la Solución: El resultado del trabajo es un prototipo de software. El alcance no incluye la implementación del sistema en producción en toda la infraestructura tecnológica de la cervecería, ni la integración con sistemas contables.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un prototipo de software para la gestión y trazabilidad de los procesos productivos de la empresa Babel Cervecería SAS, mediante la digitalización de la información, en cumplimiento de la normativa vigente.

Objetivos Específicos

- Analizar los procesos actuales de registro, control y trazabilidad en la producción de cerveza artesanal de la empresa Babel Cervecería SAS para la definición de requerimientos funcionales y no funcionales.
- Diseñar la arquitectura del software para la gestión de los procesos internos y el comportamiento de los usuarios en la empresa Babel Cervecería SAS.
- Desarrollar el prototipo de software para la trazabilidad de los procesos de fabricación en la empresa Babel Cervecería SAS, permitiendo la identificación del origen, responsable y estado de cada fase productiva.
- Evaluar el funcionamiento y la usabilidad del prototipo en el entorno operativo de la empresa Babel Cervecería SAS.

Metodología de la investigación

Esta investigación se desarrolló con un enfoque cualitativo de carácter descriptivo, utilizando una orientación tecnológica. Este enfoque nos permite

comprender a profundidad los procesos que se llevan a cabo dentro de la fábrica de la empresa BABEL SAS., a partir de los diferentes métodos utilizados para la recolección de información, con el fin de analizar e interpretar los puntos de vista de los usuarios que realizan sus actividades diarias en este entorno

Así mismo se clasifica como una investigación tipo aplicada, ya que busca dar solución a un a problemática real. Este enfoque se centra en comprender el contexto real especialmente en lo relacionado con el registro y control de trazabilidad de los procesos productivos y prácticas habituales del personal involucrado.

Por otra parte este tipo de metodología se fundamenta en la recopilación de observaciones y testimonios aplicando entrevistas semiestructuradas, observación directa y visitas al área de producción con el objetivo de identificar cómo se gestiona la información dentro de la planta, permitiendo facilitar la comprensión organizacional e identificar las necesidades y dificultades reales relacionadas en la disponibilidad de la información y así mismo obtener la percepción actual de los procesos por parte de los trabajadores.

En este sentido la investigación no solo busca describir la situación actual de la empresa, si no también tener una base sólida para el diseño de una solución tecnológica de acuerdo a su contexto teniendo en cuenta los hallazgos obtenidos que sirven como base para definir los requerimientos funcionales y no funcionales para el diseño del prototipo de software que permita optimizar los procesos y mejorar la trazabilidad en el entorno productivo.

Población y participantes

La población objeto de estudio está conformada por el personal que participa directamente en los procesos internos de producción y control de inventarios de la empresa Babel Cervecería S. A. S.

En esta investigación participaron:

La directora técnica de la cervecería: Responsable de la planeación, ejecución y supervisión de los procesos productivos y del cumplimiento de la normativa vigente.

Dos operarios encargados de la ejecución de los procesos productivos y del registro manual de las actividades.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Entrevista semiestructurada: Este instrumento se aplicó a la directora técnica para indagar sobre cómo se llevaban los registros actuales y el manejo de su almacenamiento. Para esto se utilizó unas preguntas estructuradas y diálogo para profundizar algunos temas. Durante la entrevista (Ver anexo 1) se identificó que el manejo manual con formatos de papel incrementa su carga laboral significativamente, también se tuvo en cuenta la experiencia de los operarios al diligenciar estos formatos y como se presencia la organización del proceso, se toma en cuenta la percepción sobre un sistema digital y que tanto se considera necesario implementarlo evaluando la disposición de la adopción de la nueva herramienta.

Revisión documental estructurada

Se realizó un análisis de los formatos físicos utilizados actualmente en la cervecería para el registro de inventarios, procesos de producción y trazabilidad.

En esta revisión se identificó aspectos como la presencia de datos incompletos, tachones, inconsistencia y mal estado de las hojas (Ver anexos del 2 al 8).

Visitas al área de producción y observación directa

Se llevaron a cabo visitas al área de producción de Babel Cervecería S. A. S., durante las cuales la directora técnica explicó el proceso de elaboración de la cerveza y la importancia de la trazabilidad, se explicó el manejo de barriles y los formatos empleados para el registro de las diferentes etapas productivas. A través de la observación directa se observó cómo el personal diligencia los formatos, cómo circula la información entre los operarios y qué dificultades se presentan en el manejo de la documentación.

Encuesta de satisfacción

Como parte de la fase final de la metodología y con el propósito de validar la aceptación del prototipo en un entorno de producción real, se estructuró una encuesta de satisfacción dirigida a los usuarios finales de la planta. Este instrumento cualitativo y cuantitativo se diseñó bajo una escala de Likert de cinco niveles, orientándose a medir dimensiones críticas como la usabilidad de la interfaz, la fiabilidad en la centralización de las recetas y la efectividad del control de trazabilidad. El levantamiento de estos datos metodológicos se aplicó formalmente al administrador, a la directora técnica y al cuerpo de operarios de Babel Cervecería SAS tras el periodo de pruebas en planta, consolidando así el marco evaluativo del proyecto mediante el cuestionario detallado que se adjunta en el Anexo 9.

Metodología de desarrollo

El desarrollo de este sistema se fundamenta en la necesidad de transformar los procesos manuales de la cervecería artesanal en una operación digital optimizada. Se implementa el paradigma de Programación Orientada a Objetos (POO), el cual permite modelar de manera eficaz las entidades reales de Babel Cervecería SAS, tales como lotes de producción, barriles y materias primas. Mediante el encapsulamiento de datos y comportamientos, el software garantiza un control coherente y estructurado de la información, lo que facilita la trazabilidad desde el insumo inicial hasta el producto final.

Para gestionar el desarrollo, se adopta la metodología Scrum bajo un enfoque flexible y adaptativo. El proyecto se organiza en intervalos temporales denominados *Sprints*, los cuales permiten realizar entregas incrementales y funcionales de forma periódica. En este marco de trabajo, se definen claramente las responsabilidades del *Product Owner* para la gestión de requerimientos, el *Scrum Master* como facilitador del proceso y el *Equipo de Desarrollo* para la construcción técnica. Cada iteración cumple con un ciclo riguroso de planificación, desarrollo, revisión y retrospectiva, lo que permite integrar retroalimentación constante y asegurar que el prototipo se alinee con las necesidades reales de la planta.

El análisis y diseño estructural se apoya en el Lenguaje de Modelado Unificado (UML), una técnica estandarizada que posibilita representar el sistema de forma nítida. A través de diagramas de casos de uso y de clases, se logra identificar a los actores principales, detallar las conexiones entre objetos y modelar el flujo operacional de los procesos cerveceros con precisión.

Finalmente, la arquitectura del sistema se construye sobre un stack tecnológico de alto rendimiento. El Backend se desarrolla en Node.js bajo una estructura MVC (Modelo-Vista-Controlador) para asegurar una separación clara de responsabilidades. Para el Frontend, se utiliza React junto a la biblioteca Material UI, lo que permite crear una interfaz dinámica, responsiva y profesional que optimiza la experiencia del usuario. La persistencia y seguridad de la información están a cargo de PostgreSQL, cuya robustez garantiza la integridad de los datos de trazabilidad. Todo el proceso se respalda con herramientas de vanguardia como Git para el control de versiones y Visual Studio Code como entorno de desarrollo principal.

Resultados y discusión

Análisis de los procesos actuales de registro, control y trazabilidad que se realizan en la producción de cerveza artesanal dentro de la empresa BABEL S.A.S.

Basados en los hallazgos de la entrevista y los objetivos estratégicos de digitalización y trazabilidad, se realizó un análisis y se obtuvo la argumentación técnica que sustenta la definición de los requerimientos para el sistema de gestión de Babel Cervecería SAS, lo cual se discute a continuación.

El análisis de la entrevista realizada a la directora técnica y al equipo operativo (Anexo 1) revela una brecha crítica entre la capacidad productiva de la empresa y su infraestructura de información. Actualmente, la dependencia de registros manuales actúa como un "cuello de botella" que compromete la confiabilidad de los datos y la eficiencia operativa. De lo cual se deduce que la transición hacia un sistema digital no es solo una mejora tecnológica, sino una

necesidad imperativa para garantizar la trazabilidad y el cumplimiento normativo (ISO 25010). El análisis de la entrevista permitió identificar requerimientos a los que debe responder el sistema los cuales se sustentan a continuación.

1. Sustento de los Requerimientos Funcionales (RF)

Los requerimientos funcionales identificados (desde la gestión de usuarios hasta el control de barriles y devoluciones) responden directamente a los puntos críticos detectados:

- Centralización y Visibilidad: La directora técnica señaló que la dispersión de documentos físicos impide una planeación adecuada. Al implementar un módulo de Gestión de Producción, el sistema permite visualizar en tiempo real el estado de cada lote, eliminando la incertidumbre sobre en qué etapa se encuentra el producto.
- Control de Ciclo de Vida del Barril: Uno de los hallazgos más críticos es la inconsistencia en el inventario de barriles. Los requerimientos planteados no solo buscan saber "dónde" está el barril, sino su estado. Al automatizar el cambio de estado (sucio, lavado, lleno), se mitigan riesgos de inocuidad alimentaria y se optimiza el flujo de activos.
- Gestión de Inventarios y Alertas: Dado que algunos insumos provienen del exterior, la falta de alertas de stock representa un riesgo en parar la planta de producción. Los requerimientos de

inventario digital aseguran que la información sea "viva", permitiendo una logística proactiva en lugar de reactiva.

- Trazabilidad y Cumplimiento Para cumplir con la normativa vigente mencionada en los objetivos del proyecto, el sistema debe ser capaz de reconstruir la historia de un producto hacia atrás (materias primas) y hacia adelante (llenado). Los requerimientos de búsqueda e historial son la base legal ante cualquier auditoría sanitaria.

2. Sustento de los Requerimientos No Funcionales (RNF)

Aunque los requerimientos funcionales definen qué hará el sistema, los no funcionales son los que garantizan que la solución sea adoptada con éxito por el personal:

- Fiabilidad e Integridad de los Datos: Ante la admisión de "errores, tachones y omisiones" por parte de los operarios, el sistema debe priorizar la validación de entradas. Esto transforma el registro de una tarea tediosa a un proceso guiado que reduce la carga cognitiva del trabajador.
- Usabilidad en Entorno Operativo: Los operarios manifestaron que la alta carga laboral induce al error. Por tanto, la interfaz debe ser ágil y minimizar la escritura manual (usando menús desplegables y lectores de códigos), facilitando que el registro ocurra en el momento exacto de la acción y no al final del turno.

- Seguridad y Persistencia: La preocupación de la directora sobre el deterioro y extravío de carpetas físicas fundamenta la necesidad de un sistema con respaldos (backups) y niveles de acceso, asegurando que la "memoria institucional" de la cervecería esté protegida.

En conclusión, la arquitectura de requerimientos propuesta busca atacar la desorganización y la desconfianza en los datos. Al digitalizar el proceso, se libera a la directora técnica de tareas de corrección manual, permitiéndole enfocarse en el control de calidad, mientras que los operarios ganan una herramienta que simplifica su labor diaria. En conjunto, estos requerimientos sientan las bases para que Babel Cervecería SAS no solo produzca cerveza de alta calidad, sino que cuente con el respaldo digital que exige la industria moderna.

Además, mediante revisión documental (ver Anexo 2 al 8), se pudieron identificar necesidades las cuales se consolidaron inicialmente para resolver las inquietudes del personal de la empresa, permitiendo estructurar los requerimientos técnicos detallados que guían el alcance del sistema.

A continuación, se discrimina los requerimientos Funcionales y no funcionales requeridos.

Requisitos

Requisitos funcionales

Tabla 1

Requerimiento Funcional: Gestión de usuarios y accesos

Código	RF 01
Nombre	**Gestión de usuarios y accesos**
Estado	Aprobado
Entradas	● Nombre de usuario ● Contraseña ● Rol asignado (administrador/operario) ● Permisos específicos (ver, registrar, editar)
Salidas	● Acceso permitido o denegado ● Mensajes de error en caso de credenciales incorrectas
Descripción	El sistema deberá permitir el inicio de sesión según el rol asignado, además de la creación, edición, permisos diferenciados y desactivación de usuarios.

Nota: Requerimiento establecido por privacidad de la información

Tabla 2

Requisito Funcional: Registro de clientes

Código	RF 02
Nombre	**Registro de clientes**
Estado	Aprobado
Entradas	• Nombres • Contacto • Dirección
Salidas	• Registro de cliente creado • Registro de cliente actualizado
Descripción	El sistema deberá permitir el registro, consulta y actualización de la información de los clientes.

Nota: Requerimiento establecido para seguimiento de barriles

Tabla 3

Requisito Funcional: Inventario de materias primas

Código	RF 03
Nombre	**Inventario de materias primas**
Estado	Aprobado
Entradas	• Nombre de la materia prima • Lote de ingreso • Fecha de ingreso y vencimiento • Cantidad • Registro de Calidad (si/no) • Proveedor
Salidas	• Registro creado
Descripción	El sistema deberá registrar la entrada, el consumo y vencimiento de materias primas, asociando cada lote a su proveedor, generará alertas cuando el stock esté bajo o próximo a vencerse además de registrar la calidad en la que llegó.

Nota: Requerimiento establecido para control de materias primas referencia (ver anexo2)

Tabla 4

Requisito Funcional: Gestión de producción

Código	RF 04
Nombre	**Gestión de producción**
Estado	Aprobado
Entradas	● Número de batch temporal ● Receta utilizada (materias primas y cantidades) ● Volumen a producir ● Fechas por etapa ● Seguimiento en producción de planeación, ajuste de agua, maceración hervido, fermentación, carbonatación y la inspección de producto terminado ● Variables correspondientes a cada etapa (temperatura, densidades, parámetros, Ph, etc) ● Operario responsable
Salidas	● Registro detallado del lote de producción ● Reportes de producción por lote o estilo ● Descuento automático de materias primas en inventario al crear un nuevo lote de producción
Descripción	Permitirá gestionar e informar los datos detallados de la producción de cerveza artesanal, asociando recetas e insumos ingresados por el usuario.

Nota: Requerimiento establecido para el control de producción, llevar seguimiento de cada etapa del proceso (ver anexo3 al 8)

Tabla 5

Requisito Funcional: Seguimientos de barriles

Código	RF 05
Nombre	**Seguimiento de barriles**
Estado	Aprobado
Entradas	● Código del barril ● Capacidad del barril ● Estado del barril (despachado/en bodega/Lavado/, sucio, cargado) ● Fecha de ingreso ● Fecha de salida ● Cliente asociado ● Responsable del estado ● Buscar por códigos ● Buscar por cliente o Empresa ● Tabla de control de barril (marca temporal, observaciones)
Salidas	● Registro si está dentro o fuera de la fábrica ● Registro de su estado actualizado ● Registro del historial de movimientos y devoluciones ● Actualización automática a sucio cuando el barril reingresa a la empresa
Descripción	El sistema deberá registrar y controlar los barriles, incluyendo su código, ubicación, responsable del estado y capacidad. Se podrá conocer en todo momento su estado y el historial de movimientos.

Nota: Requerimiento establecido conocer el lugar y estado de un barril

Tabla 6

Requisito Funcional: Inventario de producto terminado

Código	RF 06
Nombre	**Inventario de producto terminado.**
Estado	Aprobado
Entradas	• Nombre del producto terminado • Lote a ingresar • Fecha de ingreso y vencimiento • Cantidad
Salidas	• Stock actualizado en tiempo real • Alertas automáticas por vencimiento o bajo inventario • Reportes de existencias de productos
Descripción	El sistema deberá registrar y controlar el stock de productos terminados, indicando cantidades disponibles y si ya se pueden despachar.

Nota: Requerimiento establecido para conocer las cantidades almacenadas y llevar un control de necesidades de producción

Tabla 7

Requisito Funcional: Configuración de recetas

Código	RF 07
Nombre	**Configuración de recetas**
Estado	Aprobado
Entradas	• Selección de receta. • Ingredientes (maltas, adjuntos, lúpulos y levaduras). • Cantidades requeridas según su volumen. • Parámetros de agua de proceso. • Tiempos y condiciones de cada etapa.
Salidas	• Configuración asociada a la receta seleccionada. • Información disponible para iniciar un lote de producción.
Descripción	El sistema almacenará los parámetros técnicos de cada receta, materias primas, agua, tiempos y condiciones, como referencia para la ejecución en producción, garantizando así la estandarización y trazabilidad del proceso productivo.

Nota: Requerimiento establecido para establecer parámetros lógicos a las recetas antes de producción

Tabla 8

Requisito Funcional: Creación de recetas

Código	RF 08
Nombre	**Creación de Recetas**
Estado	Aprobado
Entradas	• Nombre de la receta. • Estilo de cerveza. • Volumen base. • Fecha de creación. • Estado de la receta. • Imagen de referencia.
Salidas	• Receta registrada en el sistema. • Lista de recetas creadas.
Descripción	El sistema debe administrar las recetas, registrando su nombre, estilo, volumen y estado, para que sirva como inicio en la planificación y ejecución de los diferentes pasos en producción.

Nota: Requerimiento establecido para crear nuevas recetas para la producción cervecera

Tabla 9

Requisito Funcional: Registro documental

Código	RF 09
Nombre	**Registro documental y formatos**
Estado	Aprobado
Entradas	● Selección del tipo de formato o registro. ● Ingreso de datos correspondientes a las etapas de ajustes de agua, planeación de producción, fermentación y demás procesos definidos por la empresa.
Salidas	● Formatos digitalizados almacenados en el sistema. ● Archivos exportables en formato PDF.
Descripción	El sistema gestionará el registro y almacenamiento digital de los formatos operativos de la cervecería, garantizando la trazabilidad de cada lote desde la producción. Además, permitirá consultar y exportar estos datos en PDF

Nota: Requerimiento establecido bajo la necesidad de extravió documental y organización, muchos errores en formatos (ver anexo 1)

Tabla 10

Requisito Funcional: Llenado de producto

Código	RF 10
Nombre	**Llenado de producto**
Estado	Aprobado
Entradas	• Fecha de lote • Lote de cerveza • Nombre • Presentación • Código empaque • Cantidad • Responsable
Salidas	• Registro de formato en producto llenado. • Actualización del inventario en producto terminado
Descripción	El sistema registrará el llenado de producto terminado, vinculando el lote de cerveza, la presentación, la cantidad producida y el responsable de la operación.

Nota: Requerimiento establecido tras la finalización de la producción y conocer en qué estado sale el producto y que presentación tiene (ver anexo 8)

Requisitos no funcionales

Rendimiento: el sistema debe cargar cualquier página en menos de 5 segundos con una conexión a internet estándar y tener un componente para almacenar el registro de la información en modo offline o sin conexión a internet.

Seguridad: el sistema debe generar un control de accesibilidad para garantizar privacidad, integridad y confidencialidad de los datos

Usabilidad: la interfaz de usuario debe ser intuitiva, con iconos claros y un flujo de trabajo lógico.

Disponibilidad: el sistema debe estar disponible el 99.5% del tiempo.

Lista de reglas

Tabla 11

Regla 1

CÓDIGO:	REG-01

Descripción: Cada lote de producción debe tener un identificador único.

Nota: Regla establecida para conocer el seguimiento de cada lote de producción que no se pueden duplicar en el año.

Tabla 12

Regla 2

CÓDIGO:	REG-02

Descripción: Cada registro de producción debe incluir fecha, hora y responsable.

Nota: Regla establecida para identificar fechas de inicio y final de cada lote en producción, además conocer la persona encargada.

Tabla 13

Regla 3

CÓDIGO:	REG-03

Descripción: No se puede registrar producción si no hay materia prima suficiente en inventario.

Nota: Regla establecida para controlar la producción y evitar la falta de materias primas.

Tabla 14

Regla 4

CÓDIGO:	REG-04

Descripción: El sistema debe actualizar automáticamente el inventario después de cada proceso de producción.

Nota: Regla establecida con el fin de controlar las cantidades y salidas de las materias después de cada producción

Tabla 15

Regla 5

CÓDIGO:	REG-05

Descripción: Cada etapa de producción debe estar asociado a un responsable.

Nota: Regla establecida para conocer el responsable por el que pasa cada etapa de producción

Tabla 16

Regla 6

CÓDIGO:	REG-06

Descripción: Cada cliente debe estar registrado.

Nota: Regla establecida para tener almacenada la información de los clientes.

Tabla 17

Regla 7

CÓDIGO:	REG-07

Descripción: Un barril no puede estar en más de un estado al mismo tiempo.

Nota: Regla establecida para evitar los conflictos en estados de barriles y que tengan mas de 1 estado en la empresa

Tabla 18

Regla 8

CÓDIGO:	REG-08
Descripción: Todo movimiento de inventario debe quedar registrado en el sistema.	

Nota: Regla establecida para tener control del histórico de la información registrada, relacionada con el inventario

Tabla 19

Regla 9

CÓDIGO:	REG-09
Descripción: Cada usuario debe autenticarse para acceder al sistema.	

Nota: Regla establecida para evitar el ingreso de personas externas de la empresa

Tabla 20

Regla 10

CÓDIGO:	REG-10
Descripción: Cada receta creada debe pasar por una configuración de parámetros establecidos	

Nota: Regla establecida para mantener establecidos parámetros de las recetas antes de realizar la producción de lotes

Lista de actores

Tabla 21

Actor 1

Actor:	Gerente
Descripción:	

Propietario de la empresa; responsable de la supervisión de los procesos y la toma de decisiones estratégicas.

Funciones:

* Consultar reportes de producción e inventario
* Supervisar la trazabilidad de los procesos
* Gestionar información general del sistema
* Visualizar la cantidad de lotes creados.

Nota: Actor establecido para identificar funciones dentro de la empresa

Tabla 22

Actor 2

Actor:	Directora Técnica
Descripción:	
Responsable de la planificación, ejecución y supervisión de los procesos productivos dentro de la empresa.	
Funciones:	
* Registrar y gestionar los procesos de producción * Controlar el uso de materias primas * Supervisar el estado de los barriles * Validar la información registrada por los operarios * Generar reportes operativos	

Nota: Actor establecido para identificar funciones dentro de la empresa

Tabla 23

Actor 3

Actor:	Operario
Descripción:	
Encargado de ejecutar actividades operativas dentro del proceso productivo y registrar la información correspondiente en el sistema.	
Funciones:	
* Registrar los valores en la etapa de producción * Actualizar el estado de los barriles * Visualizar cantidades del inventario * Reportar incidencias en el proceso	

Nota: Actor establecido para identificar funciones dentro de la empresa

Diseño de la arquitectura de software y comportamiento de usuarios

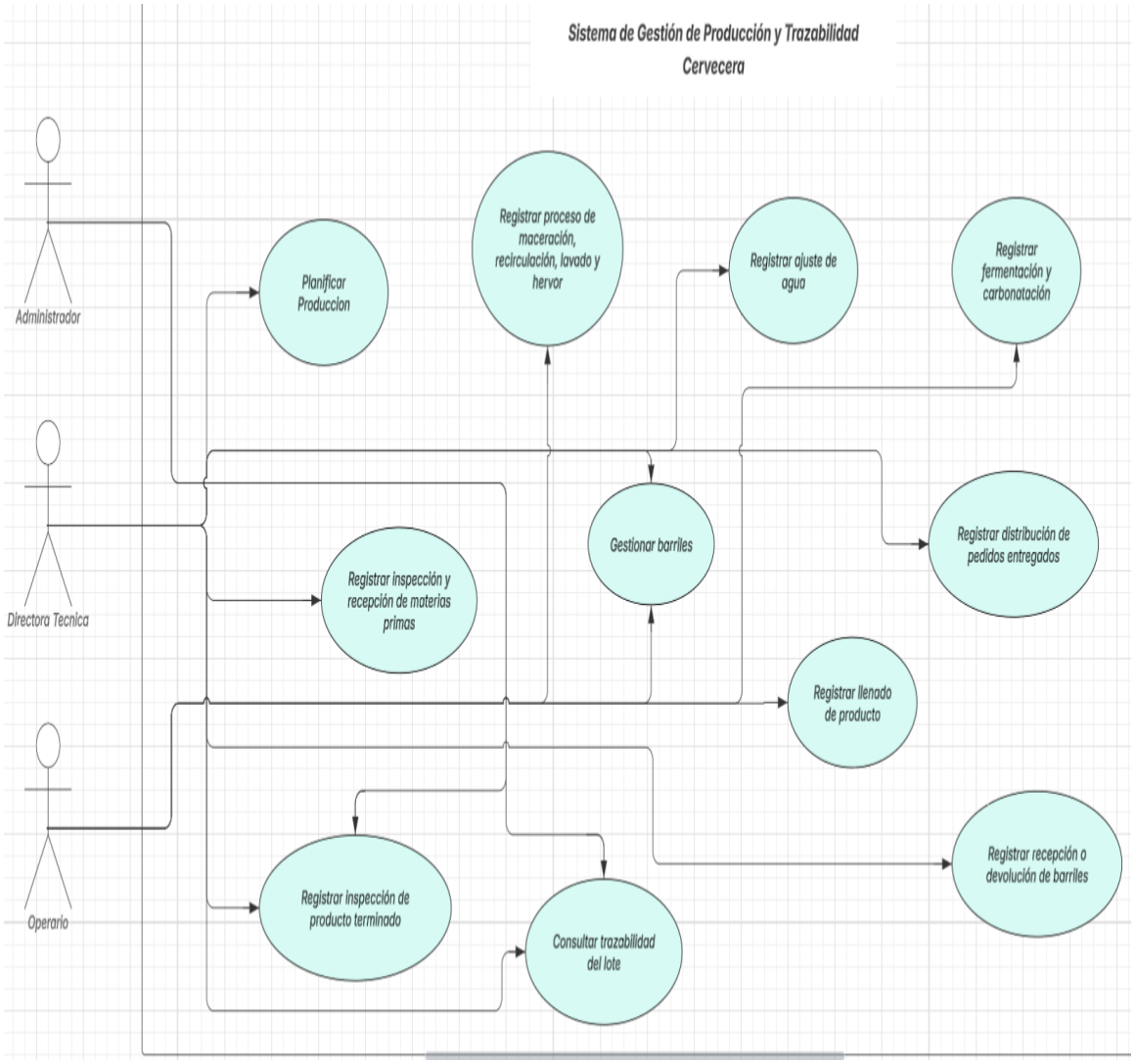
En este capítulo, establecemos la modelación del comportamiento de los usuarios para el prototipo sugerido, sirviendo como el vínculo esencial entre la especificación de requisitos y la implementación física del sistema.

A través del estándar de modelado UML, se realiza una transición de lo general a lo particular, se presentan primero los diagramas de casos de uso con el fin de brindar un mapa visual y global de las interacciones, después encontramos las fichas de caso de uso donde se describe cuidadosamente. Luego, este comportamiento operacional se convierte en estructuras relacionales y lógicas por medio del diagrama de clases y el modelo de la base de datos. De esta manera, se asegura una arquitectura sólida, que puede escalarse y que está completamente alineada con las exigencias de gestión y rastreo de la cervecería artesanal.

Diagramas de caso de uso

Ilustración 1

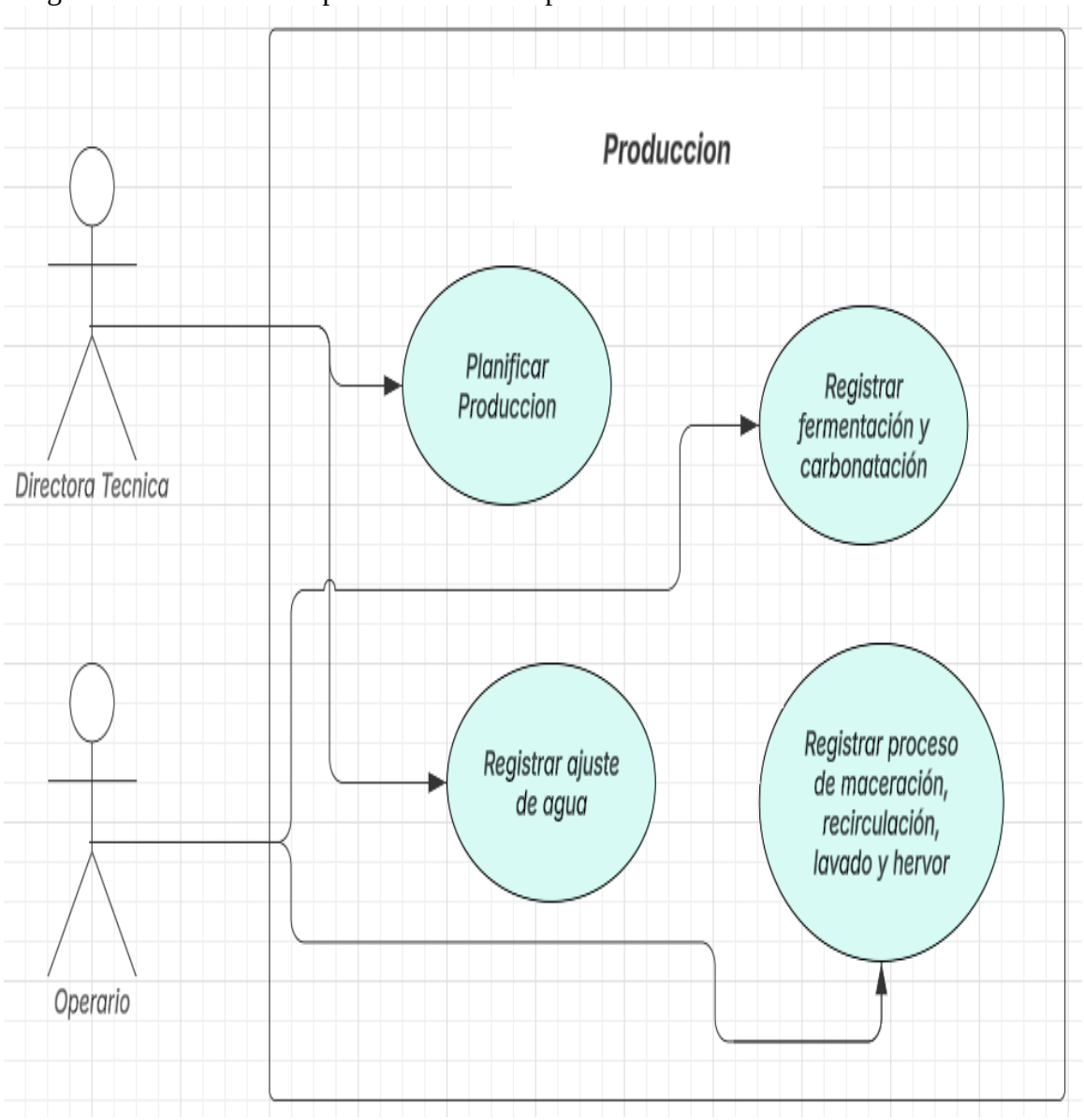
Diagrama de casos de uso general para el prototipo de software de gestión de producción y trazabilidad



Nota. El diagrama ilustra las interacciones lógicas entre los diferentes actores y los módulos del sistema, abarcando desde el control de inventarios de materia prima hasta el seguimiento de los lotes.

Ilustración 2

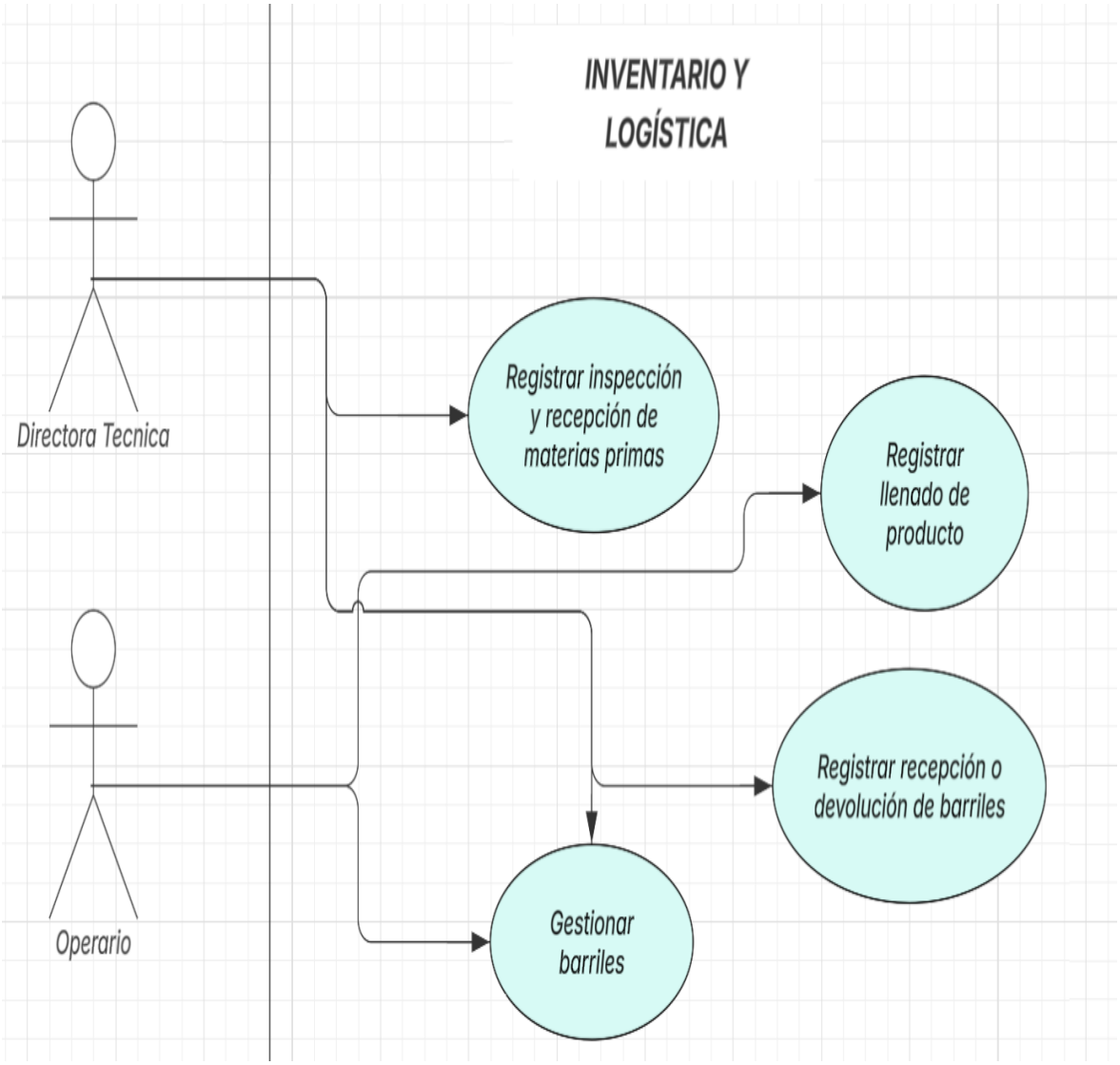
Diagrama de casos de uso para el módulo de producción



Nota. El diagrama representa la estructura de las etapas de producción dentro del sistema, teniendo en vista los actores que operan estos pasos dentro del proceso productivo.

Ilustración 3

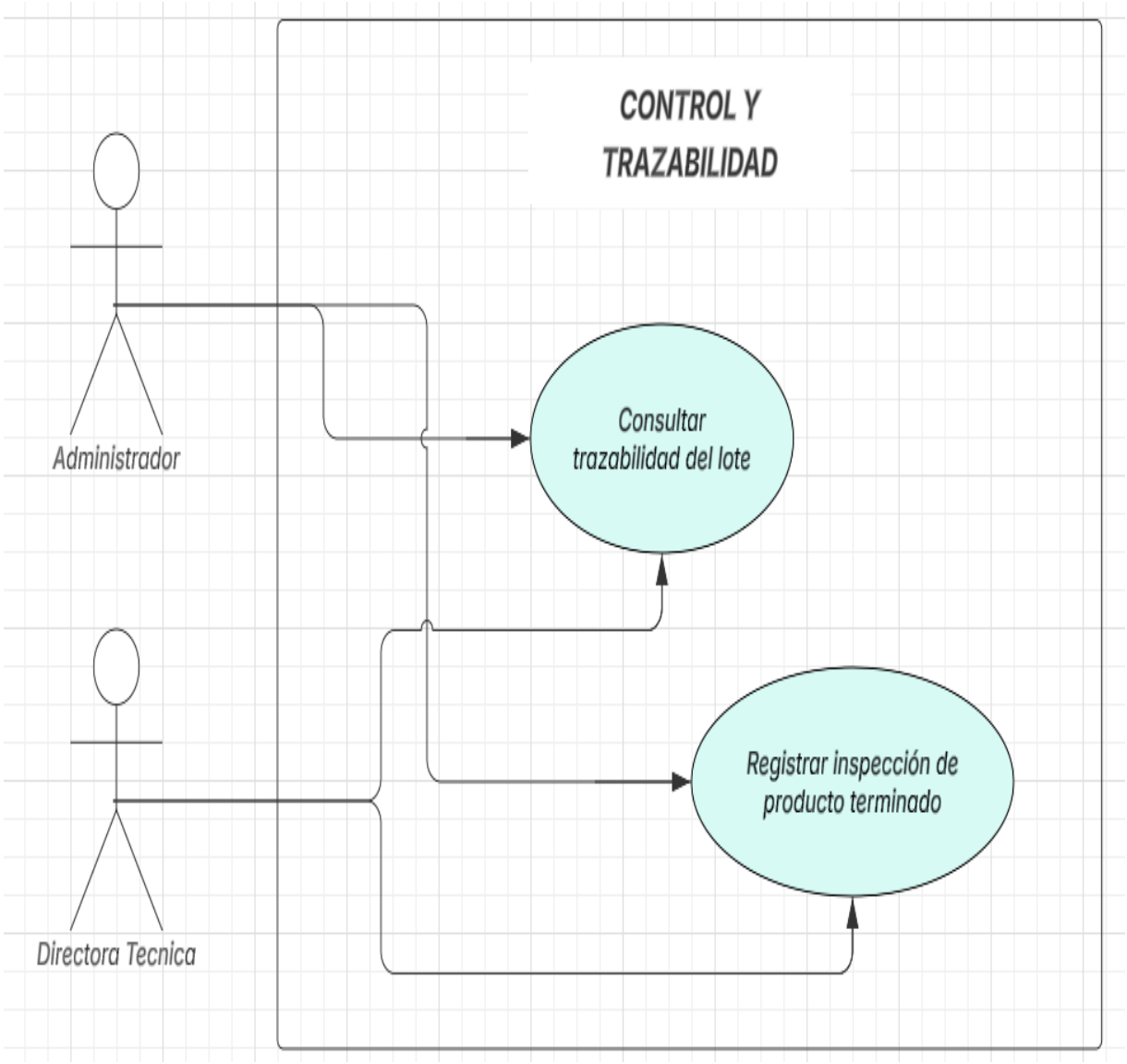
Diagrama de casos de uso para el módulo de inventario y logística



Nota. El diagrama representa los actores que tienen flujo de seguimiento con el inventario de materias primas y llenado de producto, al igual que control de los barriles como su estado o su lugar de ubicación si está dentro o fuera de la empresa.

Ilustración 4

Diagrama de casos de uso para el control y trazabilidad del producto



Nota. El diagrama representa la actividad de registrar como terminan los productos y el conocer cada etapa del lote producido, con sus características y parámetros utilizados

Fichas de caso de uso

Tabla 24

Ficha de caso de uso: Iniciar sesión

Código:	FCU-01
Nombre:	Iniciar sesión
Actor:	• Administrador • Directora Técnica • Operario
Descripción:	Permite al usuario autenticarse en el sistema mediante las credenciales de acceso y utilizar las funcionalidades del sistema.
Precondiciones:	1. El usuario debe estar registrado en el sistema. 2. La cuenta del usuario debe estar activa. 3. El sistema debe estar en funcionamiento. 4. El usuario debe poseer sus credenciales de acceso.
Flujo principal:	1. El usuario ingresa al apartado de inicio sesión. 2. El sistema muestra el formulario de autenticación. 3. El usuario ingresa su correo electrónico. 4. El usuario ingresa su contraseña. 5. El usuario presiona el botón "Iniciar Sesión". 6. El sistema valida que los campos obligatorios hayan sido diligenciados. 7. El sistema verifica las credenciales. 8. El sistema crea la sesión del usuario. 9. El sistema ingresa al apartado panel principal. 10. El sistema muestra las opciones y módulos disponibles
Flujo alternativo:	1. Si hay campos vacíos, el sistema no puede continuar hasta que no se diligencia todos los campos 2. Si se ingresan credenciales incorrectas, el sistema detecta que la información no coincide y arroja error 3. Si el usuario se encuentra en estado inactivo, el sistema inhabilita

	el ingreso al usuario
Postcondiciones:	1. El usuario queda autenticado en el sistema. 2. Se registra la fecha y hora de acceso. 3. Se habilitan los módulos del sistema. 4. Se crea una sesión activa para la interacción con el sistema.

Nota. La ficha detalla el requerimiento técnico y los flujos necesarios para la autenticación y control de acceso de los usuarios al prototipo de software.

Tabla 25

Ficha de caso de uso: Gestionar recetas

Código:	FCU-02
Nombre:	Gestionar recetas.
Actor:	• Administrador • Directora Técnica
Descripción:	Permite al sistema registrar y consultar recetas de cerveza que serán utilizadas como base para los procesos de producción dentro de la organización.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión. 2. Deben existir estilos de cerveza previamente registrados en el sistema.
Flujo principal:	1. El usuario accede al módulo Gestión de Recetas. 2. El sistema muestra el listado de recetas registradas. 3. El usuario selecciona la opción Nueva Receta. 4. El sistema muestra el formulario de registro. 5. El usuario ingresa la información general de la receta: nombre, estilo, volumen de producción y fecha de creación. 6. El usuario guarda la información. 7. El sistema valida los datos ingresados. 8. El sistema registra la nueva receta. 9. El sistema muestra un mensaje de registro exitoso.

	10. La receta queda disponible para su posterior configuración.
Flujo alternativo:	1. Si faltan datos obligatorios, el sistema no permite guardar
Postcondiciones:	1. La receta queda registrada en el sistema. 2. La receta puede ser utilizada para configurar parámetros productivos. 3. La información queda disponible para futuras producciones. 4. La receta queda disponible para consulta.

Nota. La ficha describe la especificación del requerimiento y la secuencia de pasos para el registro y consulta de recetas base de cerveza artesanal.

Tabla 26

Ficha de caso de uso: Configurar receta

Código:	FCU-03
Nombre:	Configurar recetas
Actor:	• Administrador • Directora Técnica
Descripción:	Permite al sistema definir y administrar los parámetros técnicos que componen una receta de cerveza, los cuales serán utilizados automáticamente durante la ejecución y seguimiento de la producción.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión. 2. Debe existir una receta previamente registrada.
Flujo principal:	1. El usuario accede al módulo Gestión de Recetas. 2. El sistema muestra las recetas registradas. 3. El usuario selecciona la opción Configurar Receta. 4. El sistema muestra las secciones configurables: Agua de

	proceso, maltas y adjuntos, parámetros objetivo, maceración, lúpulos, levaduras, procesos de receta. 5. El usuario selecciona una sección. 6. El sistema muestra los registros asociados. 7. El usuario agrega, modifica o elimina parámetros. 8. El usuario guarda la configuración. 9. El sistema valida la información. 10. El sistema almacena los parámetros definidos. 11. El sistema confirma la actualización de la receta.
Flujo alternativo:	1. Datos inválidos 2. Actualización de parámetros 3. Eliminación de parámetro
Postcondiciones:	1. La receta queda completamente configurada. 2. Los parámetros quedan almacenados en el sistema. 3. La receta puede ser utilizada para crear producciones. 4. El sistema podrá utilizar automáticamente estos parámetros.

Nota: La ficha describe las fórmulas de la fábrica y el sistema se asegura de que los tiempos de macerado, los lúpulos y el perfil del agua queden fijos. Así, la directora técnica controla los estándares y se evitan errores humanos.

Tabla 27

Ficha de caso de uso: Crear producción

Código:	FCU-04
Nombre:	Crear Producción
Actor:	• Directora Técnica • Operario
Descripción:	Permite al sistema crear un nuevo lote de producción con su batch a partir de una receta previamente configurada, eligiendo el volumen a producir y generando un registro que será utilizado durante todo el seguimiento de producción.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema. 2. Debe existir al menos una receta activa.

	3. La receta debe tener configurados sus parámetros de producción. 4. Debe existir volúmenes de producción habilitados.
Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo Gestión de Producción. 2. El sistema muestra producciones ya registradas. 3. El usuario selecciona un volumen para producción. 4. El sistema carga las recetas disponibles y el usuario selecciona la receta. 5. El usuario presiona el botón Crear Producción. 6. El sistema genera automáticamente un registro con un número de batch, estilo, su volumen de producción, la fecha de creación de la producción y estado inicial como Activa. 7. El sistema almacena la información. 8. El sistema muestra un mensaje confirmando la creación exitosa.
Flujo alternativo:	1. Si el usuario no define la receta no se logra iniciar la producción.
Postcondiciones:	1. Se genera un nuevo batch de producción. 2. El batch queda asociado a una receta específica. 3. La información queda disponible para registrar los valores en el módulo Seguimiento de Producción.

Nota: La ficha en este caso indica el inicio de la producción, esta enlaza una receta con un volumen específico, el sistema genera automáticamente el número de batch único. Esto evita que los operarios mezclen datos o dupliquen lotes, asegurando que cada cocción empiece con un orden digital claro.

Tabla 28

Ficha de caso de uso: Registrar etapa ajuste de agua

Código:	FCU-05
Nombre:	Registrar etapa de ajuste de agua
Actor:	• Directora Técnica • Operario
Descripción:	

	Permite al sistema registrar y actualizar los valores en parámetros de agua, sales y fisicoquímicos para cada producción seleccionada.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema. 2. Debe existir una producción batch previamente creada. 3. La receta asociada a la producción debe estar configurada. 4. Deben existir parámetros de agua activos. 5. Deben existir parámetros de sales activos. 6. Deben existir parámetros fisicoquímicos activos.
Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo Seguimiento de Producción. 2. El sistema muestra las producciones disponibles. 3. El usuario selecciona el batch que desea gestionar. 4. El usuario accede al apartado Ajuste de Agua. 5. El sistema carga la fecha a diligenciar el ajuste de agua 6. El sistema carga los parámetros de agua definidos para la receta del lote. 7. El sistema muestra las sales disponibles. 8. El sistema indica los parámetros fisicoquímicos disponibles 9. El usuario registra o modifica los valores correspondientes. 10. El usuario presiona el botón Guardar Ajuste.
Flujo alternativo:	1. Si el usuario intenta guardar el ajuste con campos vacíos que son obligatorios se genera un error. 2. Si el usuario intenta guardar con valores inválidos se genera un error
Postcondiciones:	1. Los valores de ajuste de agua quedan almacenados para la producción seleccionada. 2. Los datos quedan disponibles para consulta, seguimiento y generación de formatos. 3. Se actualiza el inventario de materias primas

Nota: La ficha para este módulo es crucial para garantizar ajustes exactos y precisos para el agua, las sales y variables fisicoquímicas, el sistema ayuda a que la directora técnica evalúe si las adiciones reales coinciden con la receta base programada.

Tabla 29

Ficha de caso de uso: Registrar etapa planeación de producción

Código:	FCU-06
Nombre:	Registrar etapa planeación de producción
Actor:	• Directora Técnica • Operario
Descripción:	Permite al sistema cargar automáticamente los parámetros definidos de la receta, durante el proceso de planeación de producción se logra registrar, actualizar y se controlan los datos de esta etapa.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema. 2. Debe existir una producción batch previamente creada. 3. La receta asociada a la producción debe estar configurada.
Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo Seguimiento de Producción. 2. El sistema muestra las producciones disponibles. 3. El usuario selecciona el batch que desea gestionar. 4. El usuario accede al apartado Planeación de Producción. 5. El sistema carga la fecha a diligenciar la Planeación de Producción 6. El sistema carga automáticamente la información configurada en la receta asociada. 7. El usuario selecciona los componentes de planeación correspondiente: maltas y adjuntos, parámetros objetivo, maceración, lúpulos, levaduras, procesos receta y otros ingredientes. 8. El sistema muestra los parámetros definidos para la receta. 9. El usuario registra o actualiza los datos requeridos para la ejecución del lote. 10. El usuario guarda la información registrada.

Flujo alternativo:	1. Si el usuario intenta guardar el ajuste con campos vacíos que son obligatorios se genera un error. 2. Si el usuario intenta guardar con valores inválidos se genera un error
Postcondiciones:	1. Los valores de ajuste de planeación de producción quedan almacenados para la producción ya seleccionada. 2. Los datos quedan disponibles para consulta, seguimiento y generación de formatos. 3. Se actualiza el inventario de materias primas

Nota: La ficha para este módulo amarra la configuración de receta creada se carga en pantalla los tiempos de macerado, lúpulos y levaduras ya programados, el software brinda parámetros para que se continue con la producción.

Tabla 30

Ficha de caso de uso: Registrar etapa de fermentación y carbonatación

Código:	FCU-07
Nombre:	Registrar etapa de fermentación y carbonatación
Actor:	• Directora Técnica • Operario
Descripción:	Permite al sistema registrar las mediciones realizadas durante el proceso de fermentación y carbonatación de un lote de producción, con el fin de monitorear la evolución de esta etapa y garantizar el cumplimiento de los parámetros establecidos.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema. 2. Debe existir una producción batch previamente creada. 3. El lote debe encontrarse en etapa de fermentación y carbonatación.

Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo Seguimiento de Producción. 2. El sistema muestra las producciones disponibles. 3. El usuario selecciona el batch que desea gestionar. 4. El usuario accede al apartado Fermentación y Carbonatación. 5. El sistema muestra la información general para la etapa: fecha de inicio, fermentador asignado, tipo de cerveza, volumen del lote, responsable del proceso. 6. El sistema muestra los módulos a registrar: transferencia KWT, método pitching. oxigenación, carbonatación y seguimiento a fermentación y parámetros finales. 7. El usuario registra o actualiza los datos requeridos para la ejecución del lote 8. El usuario guarda la información registrada.
Flujo alternativo:	1. Si el usuario intenta guardar el ajuste con campos vacíos que son obligatorios se genera un error. 2. Si el usuario intenta guardar con valores inválidos se genera un error
Postcondiciones:	1. La medición queda registrada en el historial de fermentación y carbonatación. 2. Los datos quedan asociados al lote correspondiente. 3. El gráfico de control de fermentación se actualiza con la nueva información. 4. Los valores de ajuste de fermentación y carbonatación quedan almacenados para la producción ya seleccionada. 5. Los datos quedan disponibles para consulta, seguimiento y generación de formatos.

Nota: *La ficha para este módulo define el perfil de la cerveza y al registrar variables clave como la oxigenación, el método pitching y la carbonatación, el software le permite a la directora técnica chequear que el proceso biológico en los tanques marche bajo las condiciones correctas.*

Tabla 31

Ficha de caso de uso: Registrar etapa de maceración y hervor

Código:	FCU-08
Nombre:	Registrar etapa de maceración y hervor
Actor:	• Directora Técnica • Operario
Descripción:	Permite al sistema registrar y almacenar la información correspondiente a las etapas del proceso de maceración y hervor de un lote de producción requeridas durante el proceso.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema. 2. Debe existir una producción batch previamente creada. 3. El lote debe encontrarse en etapa de maceración y hervor.
Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo Seguimiento de Producción. 2. El sistema muestra las producciones disponibles. 3. El usuario selecciona el batch que desea gestionar. 4. El usuario accede al apartado maceración y hervor. 5. El sistema carga la información registrada previamente para el lote. 6. El sistema muestra los módulos a registrar: macerado, temperatura, pH, prueba de yodo, recirculado, riego, corrección de pH, hervor y whirlpool. 7. El usuario registra o actualiza los datos requeridos para la ejecución del lote 8. El usuario guarda la información registrada.
Flujo alternativo:	1. Si el usuario intenta guardar el ajuste con campos vacíos que son obligatorios se genera un error. 2. Si el usuario intenta guardar con valores inválidos se genera un error
Postcondiciones:	1. La medición queda registrada en el historial de maceración y hervor. 2. Los datos quedan asociados al lote correspondiente.

	3. Los valores de ajuste de macerado y hervor quedan almacenados para la producción ya seleccionada. 4. Los datos quedan disponibles para consulta, seguimiento y generación de formatos.

Nota: *La ficha en este módulo es indispensable para controlar la extracción de azúcares y el amargor, al registrar variables en caliente como el pH, la prueba de yodo y el whirlpool, el software le permite a la directora técnica verificar que la transformación se ejecute bajo los tiempos y temperaturas exactos.*

Tabla 32

Ficha de caso de uso: Registrar etapa inspección de producto

Código:	FCU-09
Nombre:	Registrar etapa de inspección de producto
Actor:	• Directora técnica
Descripción:	Permite al sistema registrar los resultados de la inspección del producto terminado mediante el diligenciamiento digital, incluyendo información general del lote, características fisicoquímicas, evaluación visual, análisis sensorial y resultado final de aprobación o rechazo del producto.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema. 2. Debe existir una producción batch previamente creada. 3. El lote debe haber completado las etapas anteriores del proceso.
Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo Seguimiento de Producción. 2. El sistema muestra las producciones disponibles. 3. El usuario selecciona el batch que desea gestionar. 4. El usuario accede al apartado de inspección de producto.

	5. El sistema carga la información general del lote. 6. El usuario registra los resultados de los análisis fisicoquímicos correspondientes. 7. El usuario diligencia la información relacionada con la evaluación visual del producto. 8. El usuario registra los resultados del análisis sensorial de acuerdo con los criterios establecidos. 9. El usuario registra observaciones y retroalimentación cuando sea necesario. 10. El usuario selecciona el resultado final de la inspección. 11. El usuario guarda la información registrada.
Flujo alternativo:	1. Si el usuario intenta guardar el ajuste con campos vacíos que son obligatorios se genera un error. 2. Si el usuario intenta guardar con valores inválidos se genera un error
Postcondiciones:	1. El formato de inspección queda almacenado en el sistema. 2. La evaluación queda asociada al lote de producción correspondiente. 3. El resultado de aprobación o rechazo queda registrado. 4. Los datos quedan disponibles para consulta, seguimiento y generación de formatos.

Nota: *La ficha en este módulo actúa como el filtro de calidad definitivo de la fábrica, al evaluar los exámenes visuales, fisicoquímicos y sensoriales en un solo formulario digital, la directora técnica cuenta con el soporte necesario para avalar la salida del lote.*

Tabla 33

Ficha de caso de uso: Registrar etapa de llenado de producto

Código:	FCU-010
Nombre:	Registrar etapa de llenado de Producto
Actor:	• Administrador • Directora Técnica

Descripción:	Permite al sistema registrar los datos del proceso de envasado del producto final sea en latas o barriles, controlando el volumen total obtenido y el inventario de empaques utilizados.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema. 2. Debe existir una producción batch previamente creada. 3. El lote debe haber aprobado la etapa de inspección de producto.
Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo Gestión de Producción. 2. El sistema muestra las producciones disponibles. 3. El usuario selecciona el batch que desea gestionar. 4. El usuario accede al apartado Llenado de Producto. 5. El sistema carga la información del lote y la fecha actual del proceso. 6. El sistema muestra las variables a registrar: tipo de envase barril o lata, cantidad de unidades llenadas, volumen neto total 7. El usuario registra o actualiza los datos del envasado. 8. El usuario presiona el botón Guardar Llenado. 9. El sistema valida la consistencia de los datos. 10. El sistema almacena la información física del lote. 11. El sistema muestra un mensaje confirmando el registro exitoso.
Flujo alternativo:	1. Si el usuario intenta guardar el ajuste con campos obligatorios vacíos se genera un error. 2. Si el usuario intenta guardar con valores negativos o inválidos se genera un error.
Postcondiciones:	1. Los datos del llenado quedan almacenados y amarrados al batch. 2. Se actualiza el inventario de producto terminado listo para distribución. 3. La información relacionada con el llenado del lote queda disponible para su consulta.

Nota: *La ficha en este módulo es clave para medir la eficiencia, al registrar las unidades finales almacenadas, ayudando a la directora técnica a identificar fallas en las llenadoras.*

Tabla 34

Ficha de caso de uso: Gestionar inventario de cuarto frio

Código:	FCU-011
Nombre:	Gestionar inventario de cuarto frio
Actor:	• Administrador • Directora Técnica
Descripción:	Permite al sistema registrar, actualizar y consultar las existencias reales de producto terminado, guardadas dentro del cuarto frío, controlando las entradas por llenado.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema. 2. Debe existir producto envasado registrado previamente en la etapa de llenado.
Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo Gestión de Producción. 2. El usuario selecciona la opción Inventario de Cuarto Frío. 3. El sistema muestra la lista de productos almacenados con su tipo de envase, estilo de cerveza, número de batch y cantidad disponible. 4. El usuario selecciona la acción a realizar: registrar entrada, reportar salida o actualizar stock manual. 5. El usuario digita las cantidades y el motivo del movimiento. 6. El usuario presiona el botón Guardar Movimiento. 7. El sistema procesa los datos y actualiza las existencias en tiempo real. 8. El sistema muestra un mensaje confirmando la actualización exitosa.
Flujo alternativo:	1. Si el usuario deja campos obligatorios vacíos o ingresa caracteres no válidos, el sistema genera un error.

Postcondiciones:	1. El stock general del cuarto frío queda actualizado y guardado en la base de datos. 2. Los movimientos quedan registrados con fecha, hora y responsable en el historial. 3. Los datos de inventario quedan disponibles para la consulta comercial y logística

Nota: *La ficha para este módulo es indispensable para mantener el orden logístico de la bodega, se encarga de centralizar las entradas y salidas del cuarto frío, la directora técnica sabe con total exactitud cuántas unidades físicas de cada estilo están listas para despacho, evitando confusiones o descuadres de stock a fin de mes.*

Tabla 35

Ficha de caso de uso: Gestionar inventario de materias primas

Código:	FCU-012
Nombre:	Gestionar inventario de materias primas
Actor:	• Administrador • Directora Técnica
Descripción:	Permite al sistema listar, actualizar y controlar el catálogo general de los productos como materias primas, mostrando el stock disponible, la unidad de medida y permitiendo confirmar si hay necesidad de adquirir estos productos.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema

Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo de Inventario de Productos. 2. El sistema muestra la tabla general con la información necesaria. 3. El usuario puede filtrar o buscar un producto en específico. 4. El usuario puede identificar si algún producto está en muy bajo stock. 5. El usuario puede crear nuevas categorías para sus productos. 6. El usuario puede crear nuevas medidas para sus productos
Flujo alternativo:	1. Si el usuario intenta duplicar un nombre de producto existente o deja campos vacíos, el sistema genera un error.
Postcondiciones:	1. El producto se encuentra disponible en el catálogo base. 2. El insumo ya puede ser seleccionado en las etapas de planeación de producción o recetas.

Nota: *La ficha para este módulo centraliza la observación de insumos de la empresa, al organizar todo por categorías y unidades fijas, la directora técnica evita que se creen productos duplicados o con unidades de medida cruzadas, manteniendo la base de datos limpia, además de controlar el evento de una escasez no deseada.*

Tabla 36

Ficha de caso de uso: Recepción de materias primas

Código:	FCU-013
Nombre:	Recepción de materias primas
Actor:	• Directora Técnica • Administrador
Descripción:	Permite registrar formalmente el ingreso de nuevas unidades de materia prima al almacén, asociándolas a un número de lote del proveedor, fecha de vencimiento y cantidad recibida.

Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema.
Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo de Recepción de materias primas. 2. El sistema muestra el historial de las recepciones anteriores. 3. El usuario presiona el botón "Nueva Recepción". 4. El sistema despliega el formulario con los campos ya establecidos 5. El usuario presiona el botón Guardar Recepción. 6. El sistema valida los datos e incrementa automáticamente el stock en el inventario general. 7. El sistema muestra la notificación de guardado exitoso.
Flujo alternativo:	1. Si el usuario ingresa cantidades negativas, evade un dato, registra una fecha inválida, el sistema bloquea el proceso y arroja un error.
Postcondiciones:	1. El stock físico del producto seleccionado se actualiza de inmediato. 2. El lote del proveedor queda amarrado a la base de datos para la trazabilidad. 3. Los datos quedan listos y almacenados de compras y rendimiento de insumos.

Nota: *La ficha en este módulo la funcionalidad es digitalizar el ingreso de insumos al almacén, al obligar al operario a registrar las cantidades y lotes al momento de la descarga, se elimina el desfase informativo entre lo que se compra en papel y lo que realmente hay en las estanterías.*

Tabla 37

Ficha de caso de uso: Gestionar barriles

Código:	FCU-014
Nombre:	Gestionar Barriles
Actor:	• Administrador • Directora Técnica • Operario
Descripción:	Permite al sistema registrar, actualizar y controlar los barriles de la cervecería, monitoreando su disponibilidad actual y su ubicación en los flujos de la empresa o distribución.
Precondiciones:	1. El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema. 2. El sistema debe tener previamente creados barriles para realizar actualizaciones
Flujo principal:	1. El usuario ingresa al módulo de Inventario de Barriles. 2. El sistema muestra la tabla general con la información de los barriles e histórico. 3. El usuario presiona el botón Nuevo Barril 4. El sistema despliega un formulario con los campos: Código de Barril, Capacidad en Litros y Estado Inicial. 5. El usuario digita los datos del contenedor y presiona Guardar. 6. El sistema permite consultar el estado actual o el histórico del barril. 7. El sistema permite consultar movimiento actual o pasado por donde ha ido el barril. 8. El sistema valida que el código no esté repetido, almacena la información y actualiza la lista. 9. El sistema confirma que el barril fue registrado con éxito.
Flujo alternativo:	1. Si el usuario intenta guardar el ajuste con campos vacíos que son obligatorios se genera un error. 2. Si el usuario ingresa un código de barril que ya existe en el sistema, el sistema arroja un error y no guarda el registro.

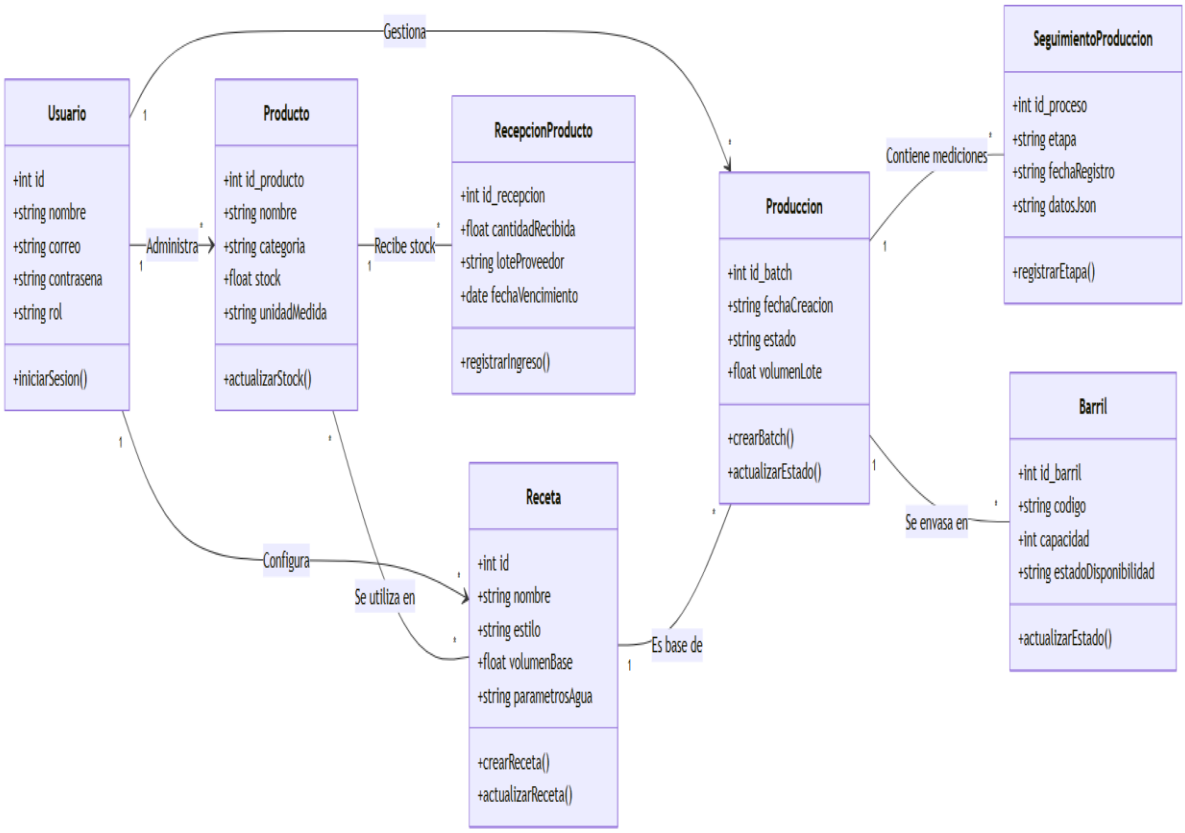
Postcondiciones:	1. El barril queda ingresado en el sistema y queda como un activo de la empresa. 2. El contenedor queda disponible para ser enlazado a un lote en la etapa de llenado de producto.

Nota: *La ficha en este módulo es indispensable para no perder el rastro de los barriles, al controlar si un barril específico está libre, sucio o asignado a un cliente, el sistema le permite a la directora técnica organizar las jornadas de lavado y planificar los despachos sin quedarse sin stock.*

Diagrama de clases

Básicamente, el diagrama organiza el software acoplando las partes clave de la empresa, el flujo inicia con el usuario es quien controla las tres áreas grandes: las recetas, el inicio de la producción y el seguimiento a este, sin dejar a un lado los inventarios. El núcleo del sistema cruza la receta base con cada producción que se inicia; además, para no llenar el plano con mil cuadros idénticos, metimos una clase comodín llamada SeguimientoProducción que absorbe los datos de todas las fases, como es ajuste de agua, planeación, el macerado o la fermentación.

Por otro lado, el inventario se divide, tenemos las materias primas o productos que aumentan su stock cada vez que se registra una recepción con el lote del proveedor, y por el otro el control independiente de los barriles, asegurando que cada contenedor se amarre al lote correcto al momento de envasar la cerveza.



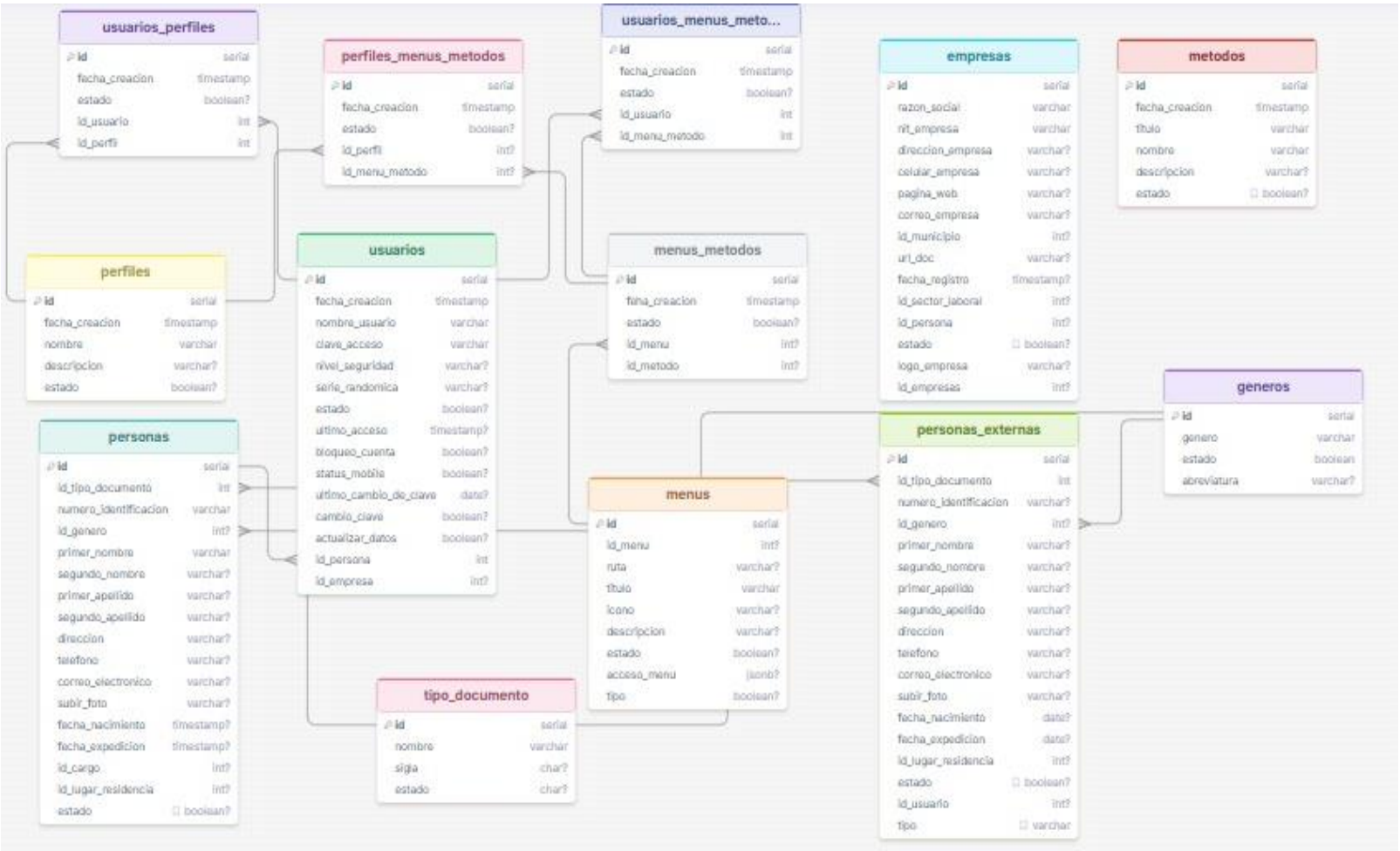
Modelo bases de datos

Con base en la revisión documental (ver Anexo 2 al 8) y con el propósito de asegurar la persistencia y coherencia de los registros en el motor relacional, se diseñó la estructura física de las entidades cuyos tipos de datos, restricciones de integridad y llaves foráneas se desglosan por completo en el diccionario de datos correspondiente. Con este análisis se estableció el modelo de base de datos

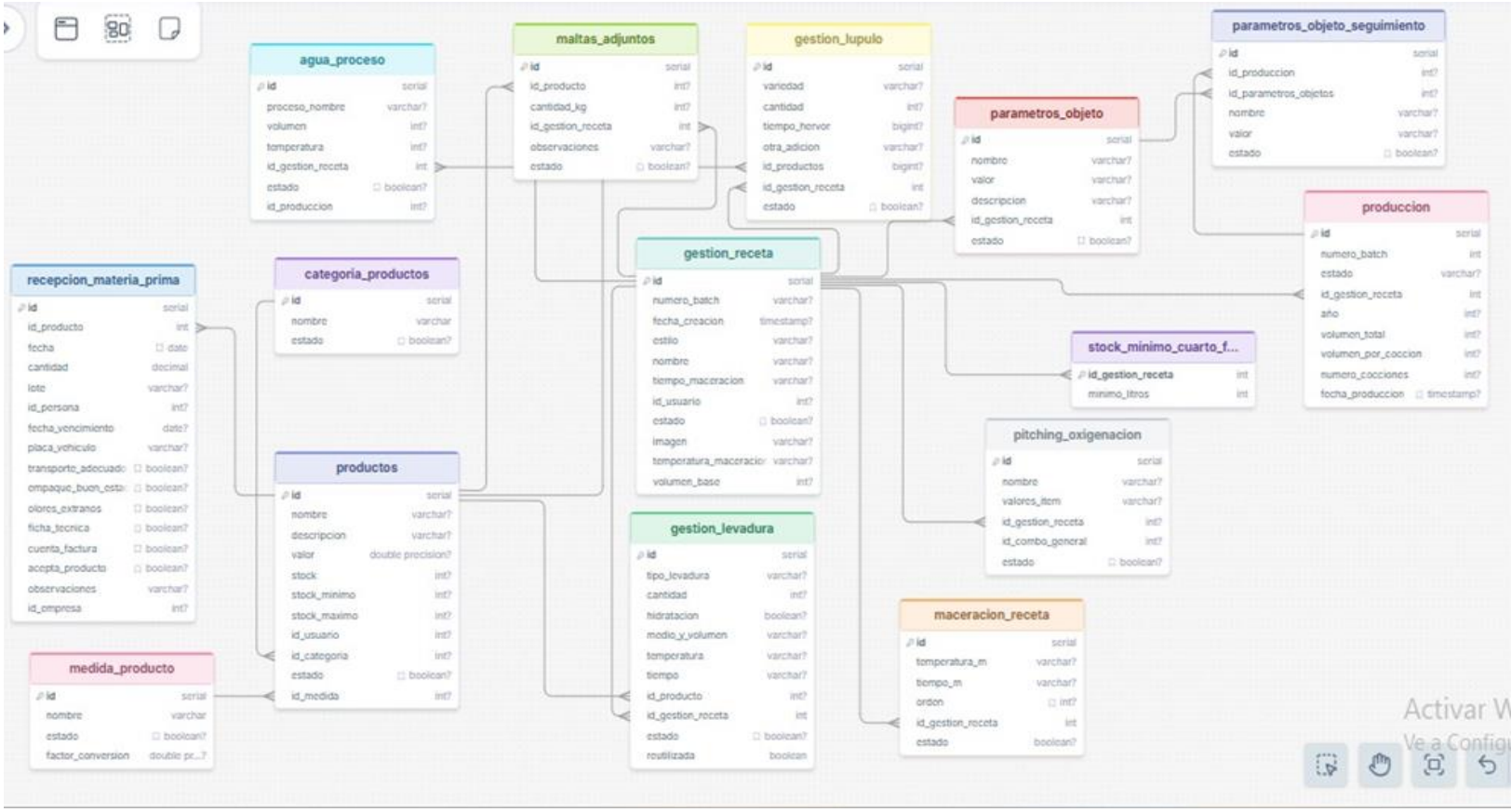
A partir de este proceso se definió el modelo lógico de la base de datos. Debido a la cantidad de entidades y relaciones que conforman el sistema, dicho modelo se presenta dividido en cuatro partes para facilitar su visualización y

comprensión, manteniendo la conexión entre todos los elementos que integran la solución propuesta.

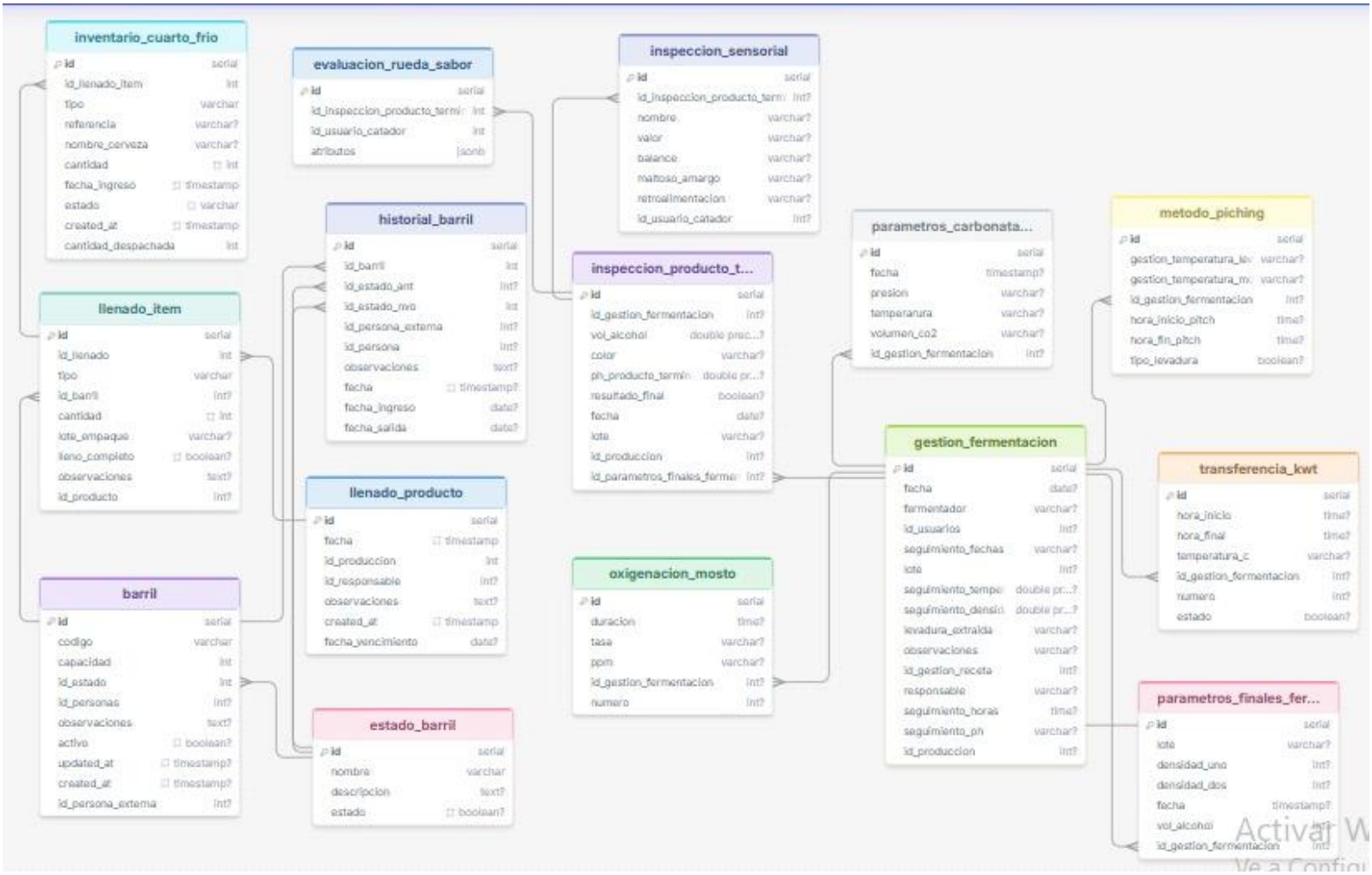
Sección 1 — Catálogos + Usuarios + Permisos



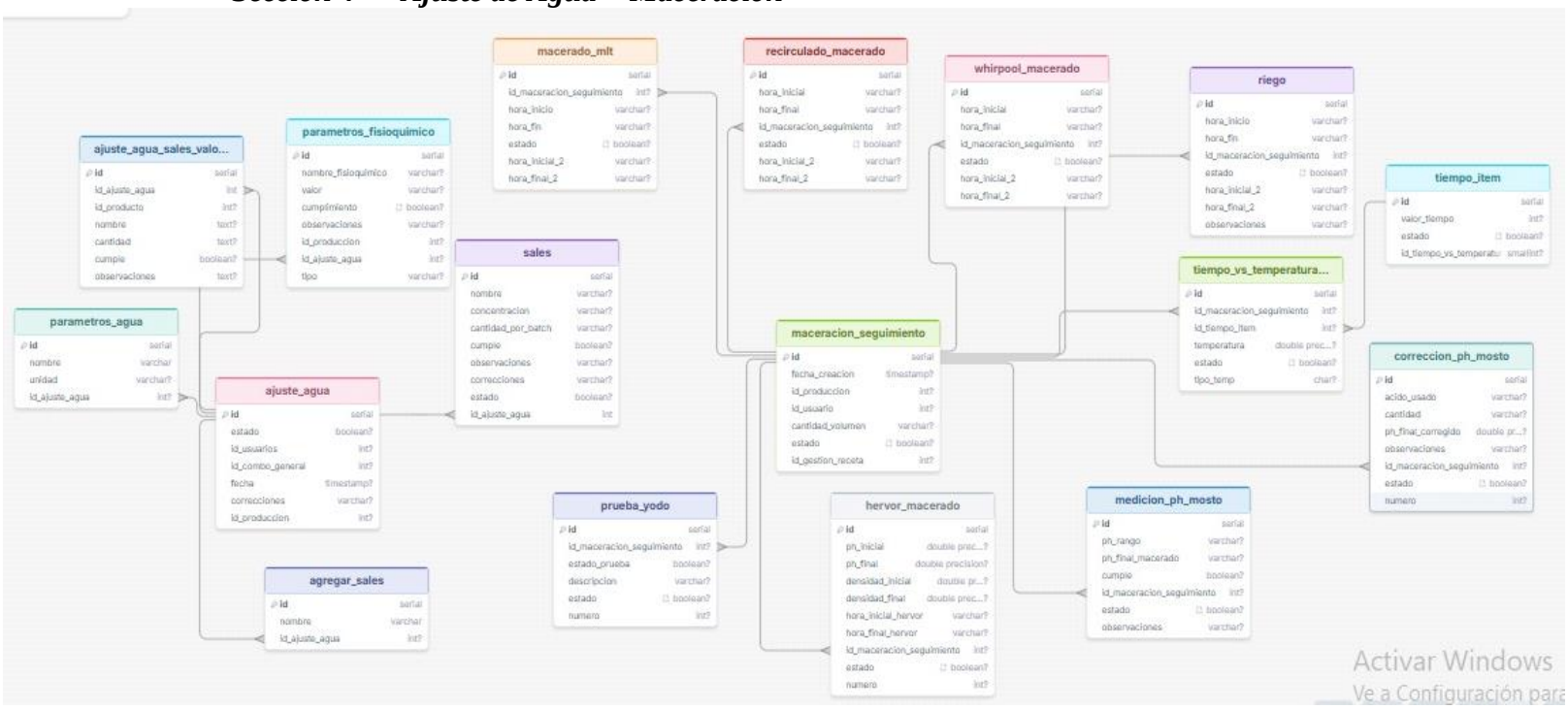
Sección 2 — Inventario + Receta + Producción



Sección 3 — Fermentación + Calidad + Cuarto Frío



Sección 4 — Ajuste de Agua + Maceración



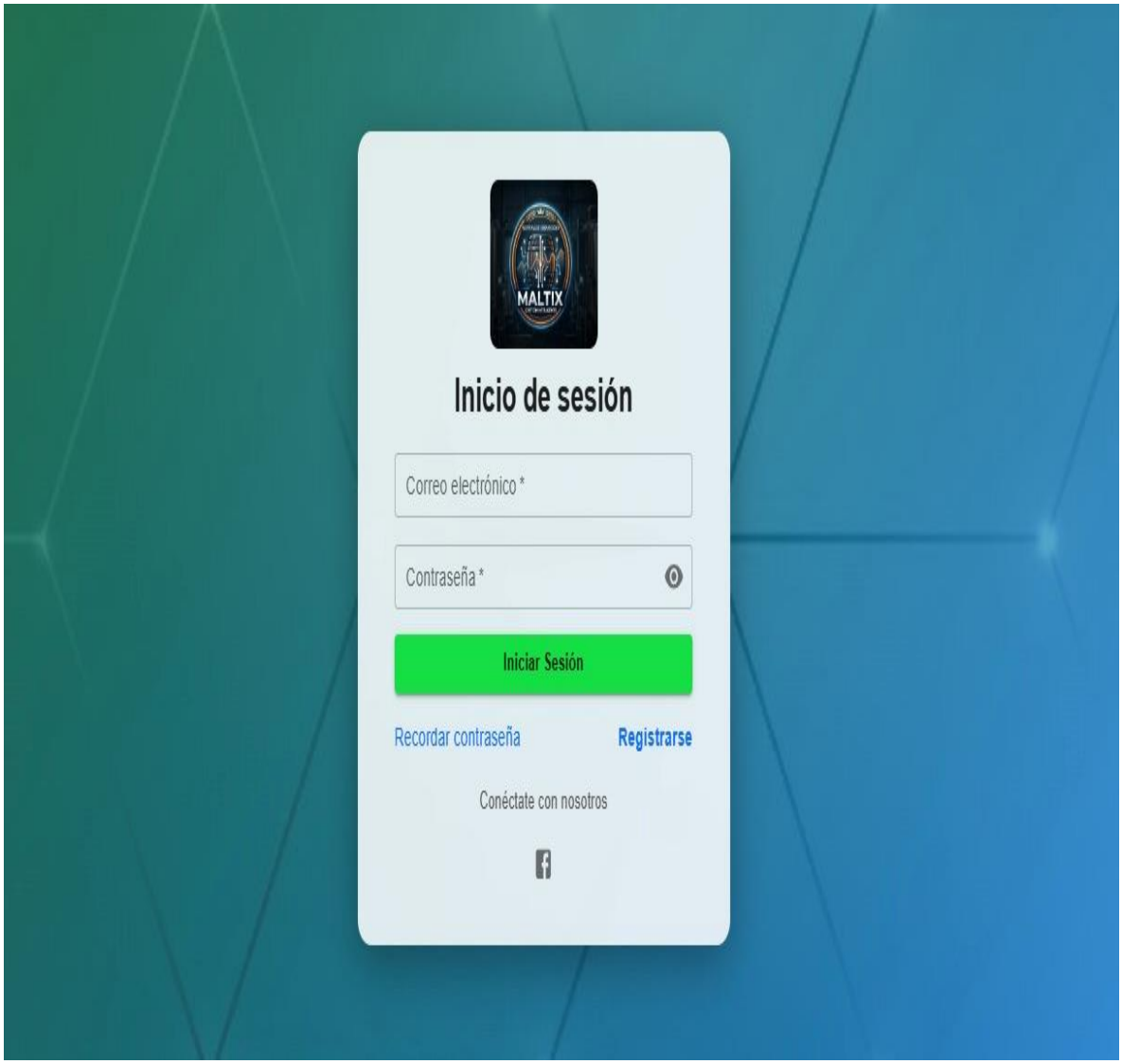
Prototipo de gestión y trazabilidad para la producción en Babel Cervecería SAS.

El resultado concreto del proyecto, el prototipo creado para automatizar y supervisar las operaciones en Babel Cervecería SAS, se presenta en esta sección. Después de solidificar los esquemas lógicos del sistema, lo prioritario en esta fase fue transferir toda la información de los requisitos funcionales, de los diagramas y bases de datos a un contexto visual que fuera intuitivo y sencillo para el personal que lo va a operar. A continuación, se muestran los diseños de las interfaces en módulos operativos, donde el proceso de navegación ayudara a los operadores y a la dirección técnica en el registro de materias primas, control de inventario en cuarto frio, su respectivo seguimiento con los estados de los barriles y el seguimiento en tiempo real de la producción en ejecución hasta su almacenamiento.

Diseño de interfaces

Ilustración 5

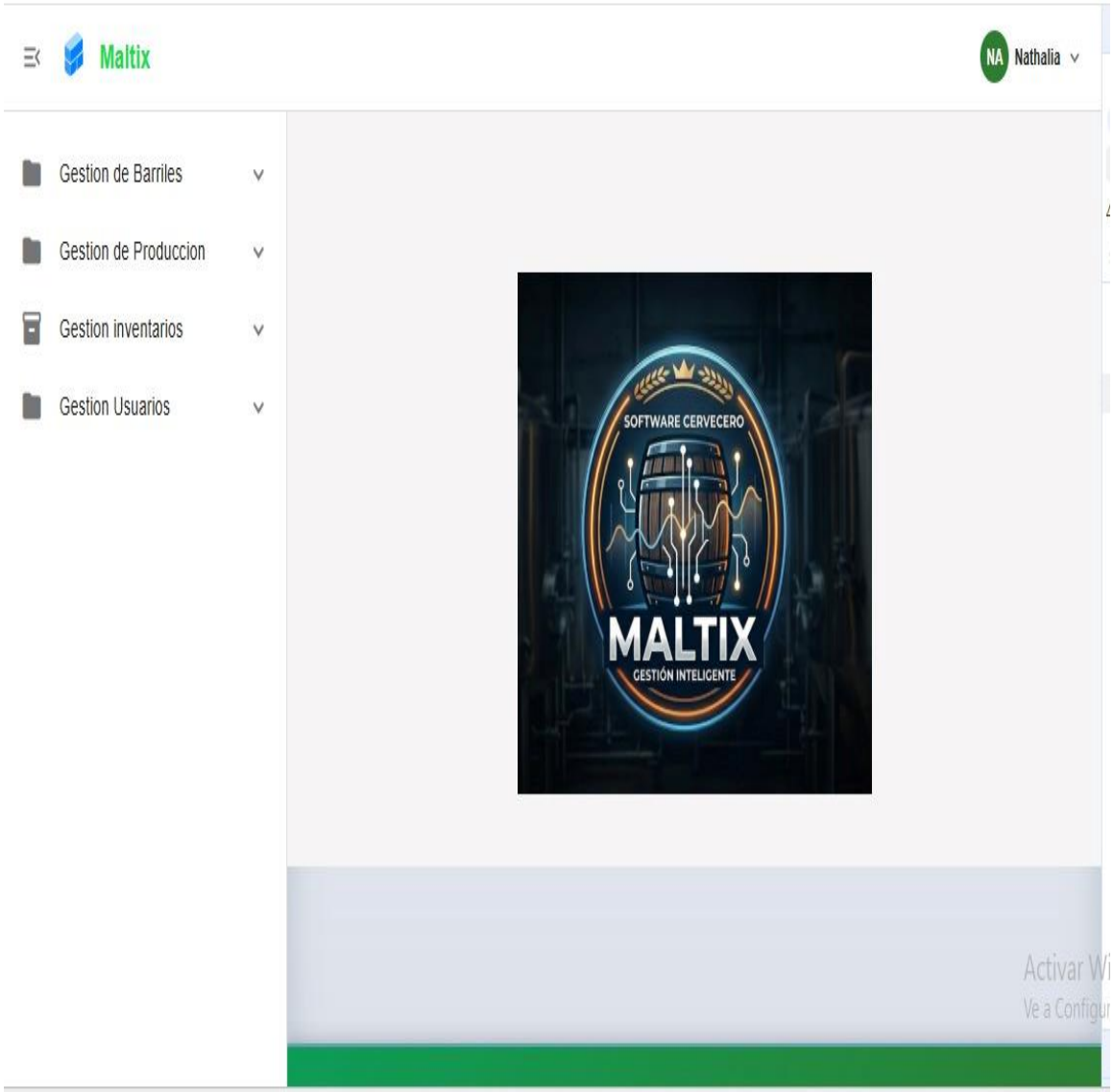
Interfaz inicio de sesión



Nota: En esta interfaz podemos hacer el ingreso a la plataforma, permite autenticar a los usuarios e ingresar con credenciales activas.

Ilustración 6

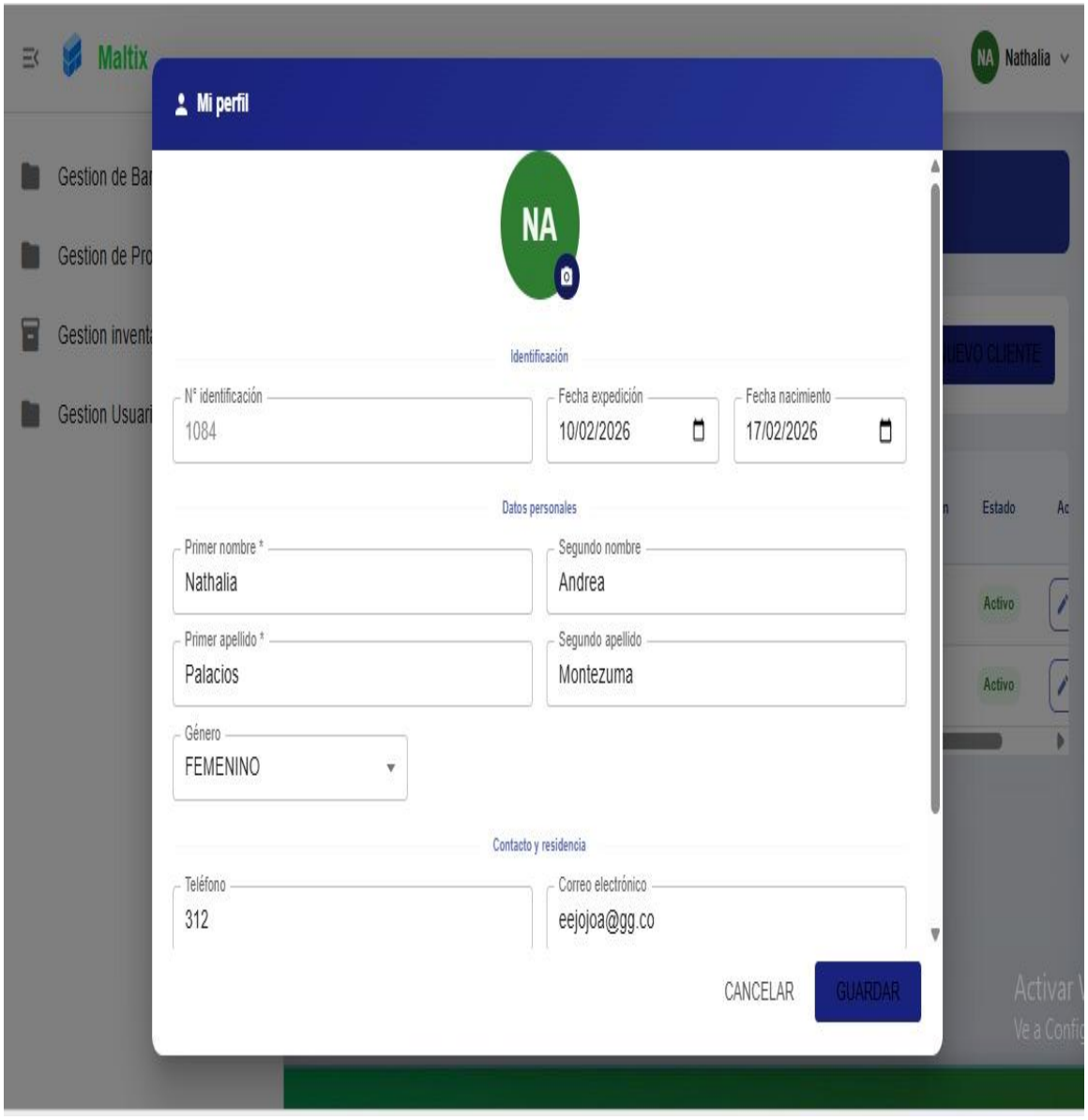
Interfaz ingreso al sistema



Nota: En esta interfaz se evidencia en ingreso efectivo a la plataforma, después de esto el usuario puede elegir el módulo a utilizar.

Ilustración 7

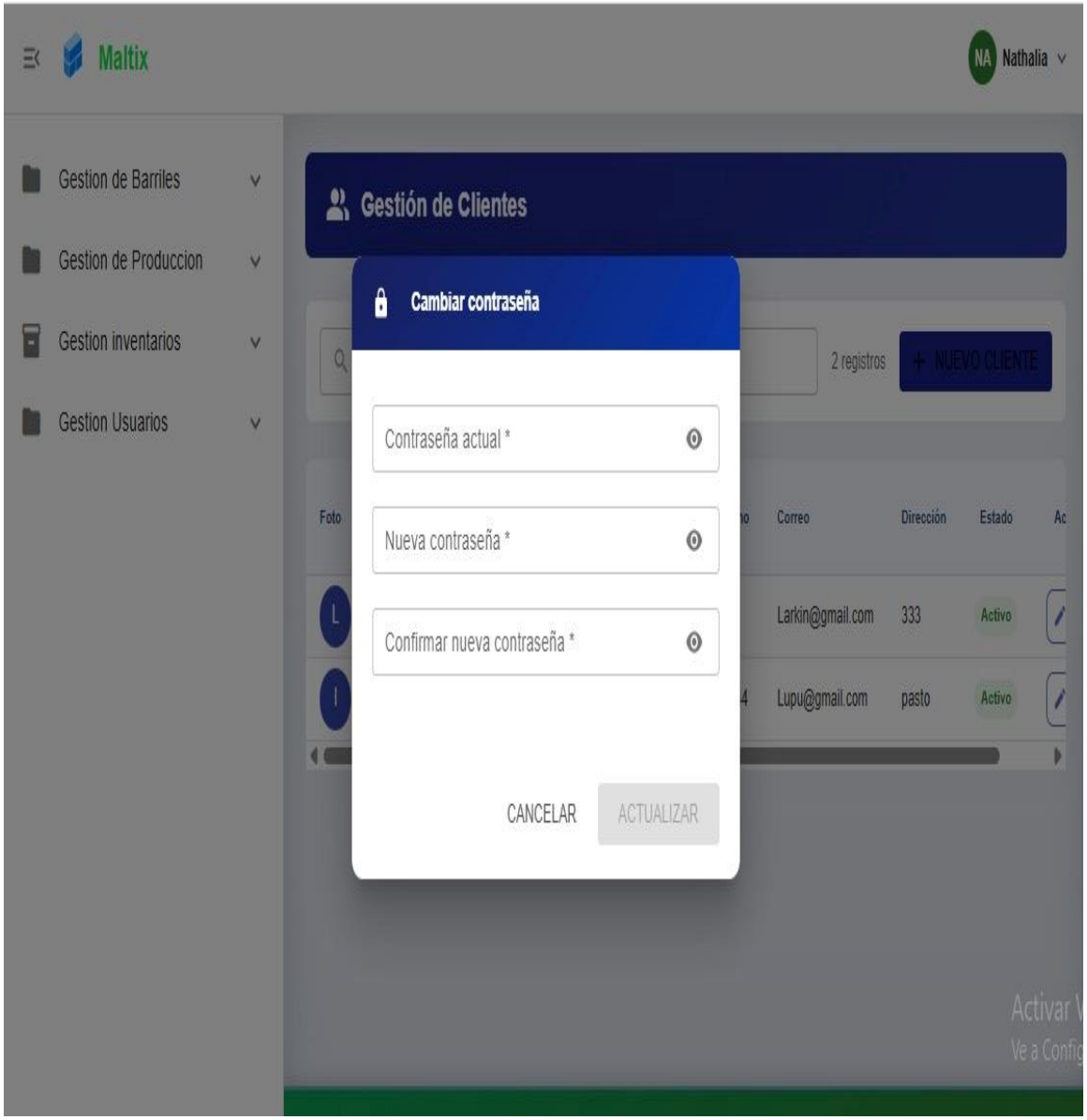
Interfaz actualizar perfil



Nota: En esta interfaz el usuario puede actualizar algún dato personal, para que el perfil sea actualizado.

Ilustración 8

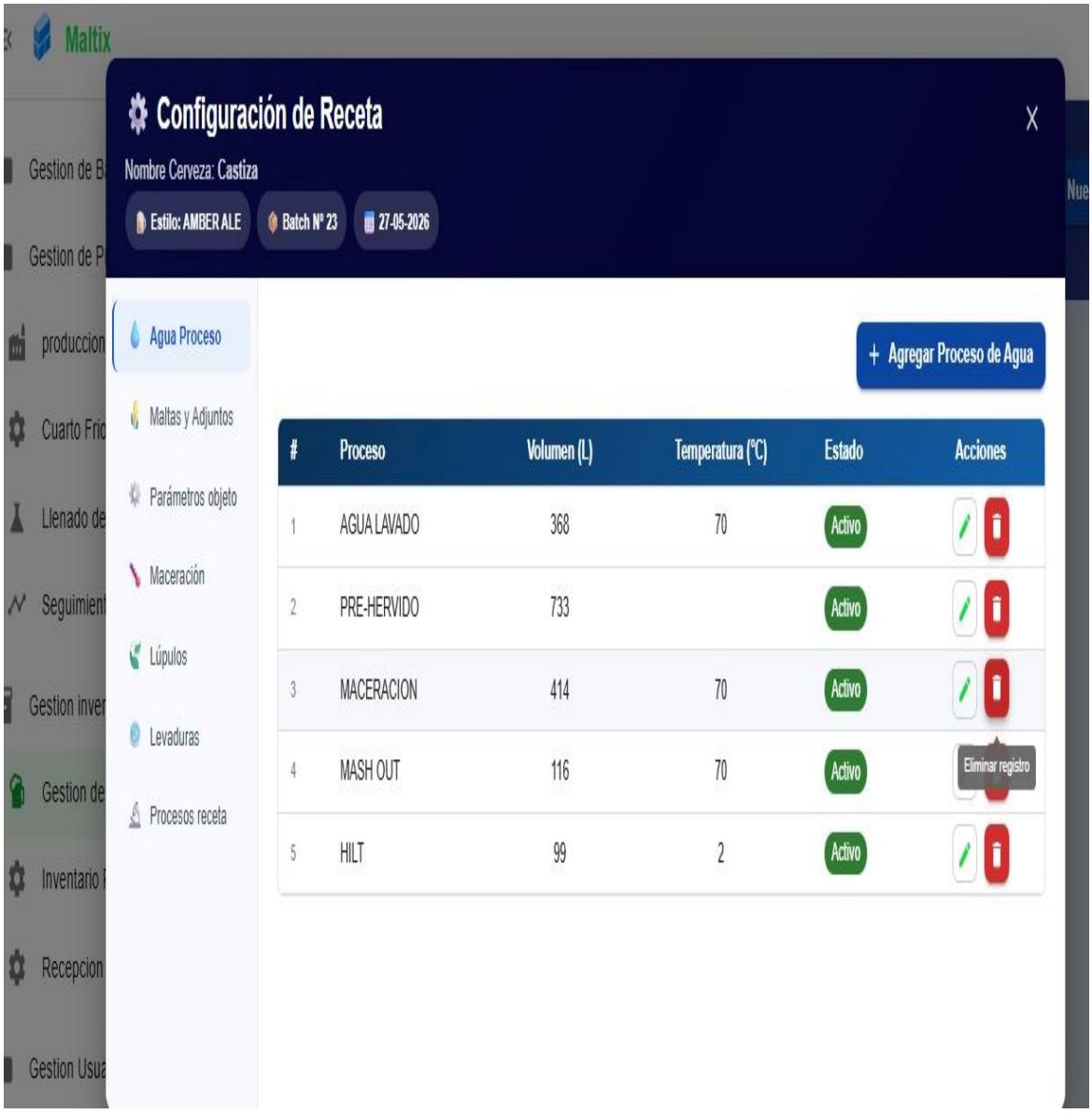
Interfaz módulo de cambio de credenciales



Nota: En esta interfaz el usuario puede realizar el cambio de su contraseña por algún motivo de seguridad, para que este actualizada esta credencial en el sistema.

Ilustración 9

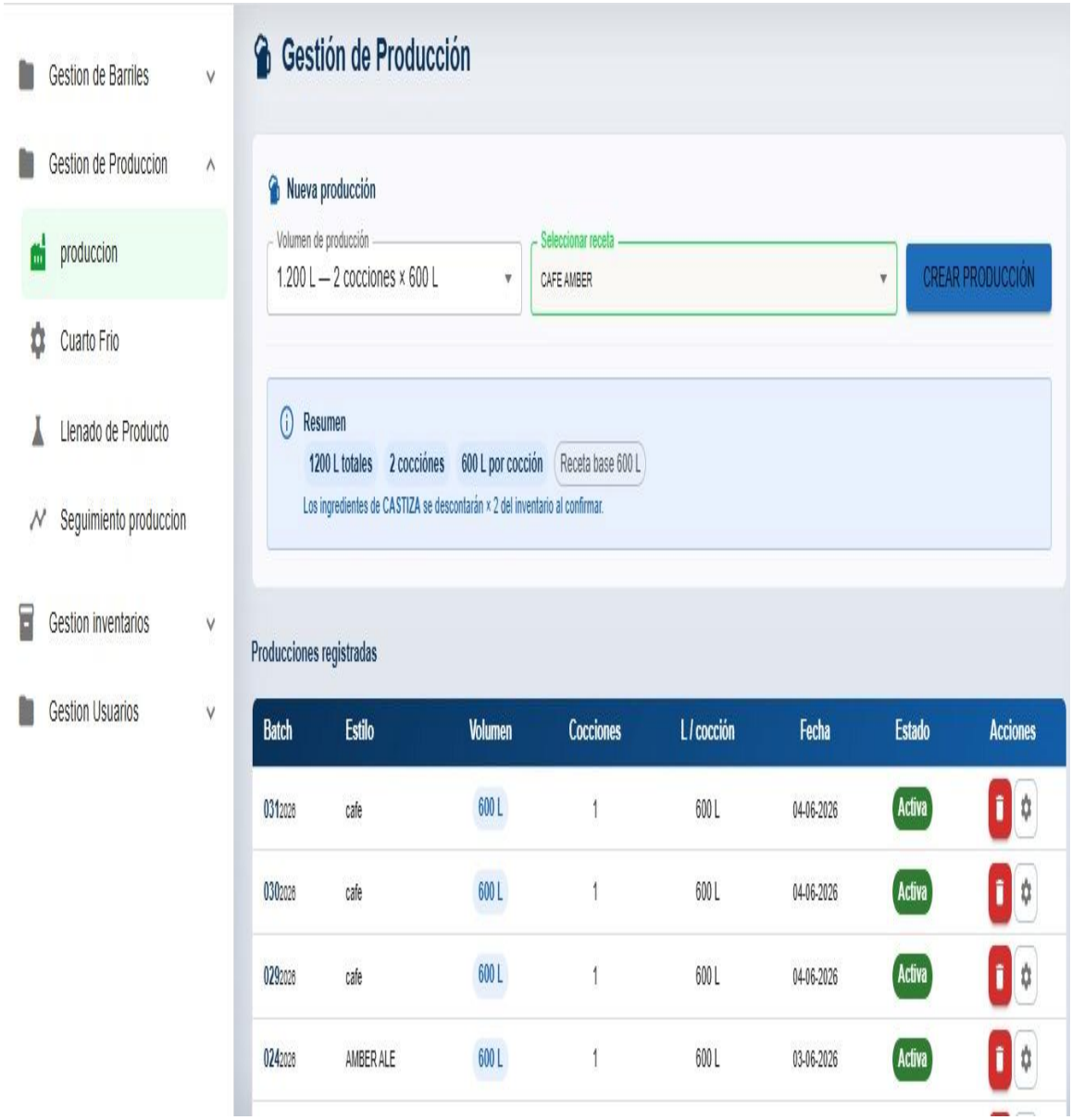
Interfaz módulo configuración de recetas



Nota: En esta interfaz podemos asignar todos los parámetros necesarios para una receta ya sea actualizar o elimina, para que en producción únicamente traiga los datos ya registrados en este modulo

Ilustración 10

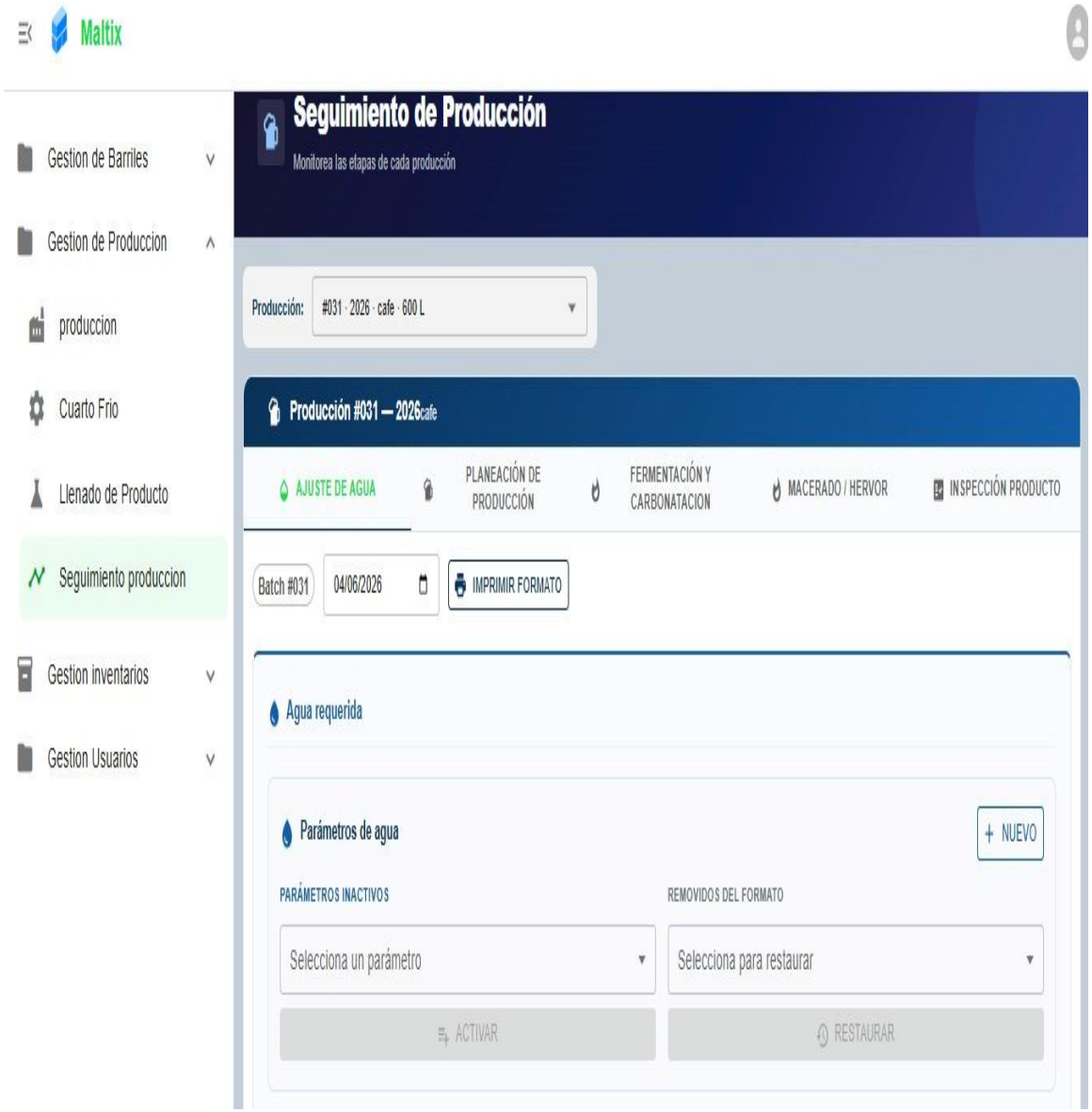
Interfaz módulo inicio de producción



Nota: En esta interfaz podemos iniciar la producción de un lote de cerveza, asignamos la cantidad de volumen a fabricar y siguiente seleccionamos que tipo de cerveza se desea producir

Ilustración 11

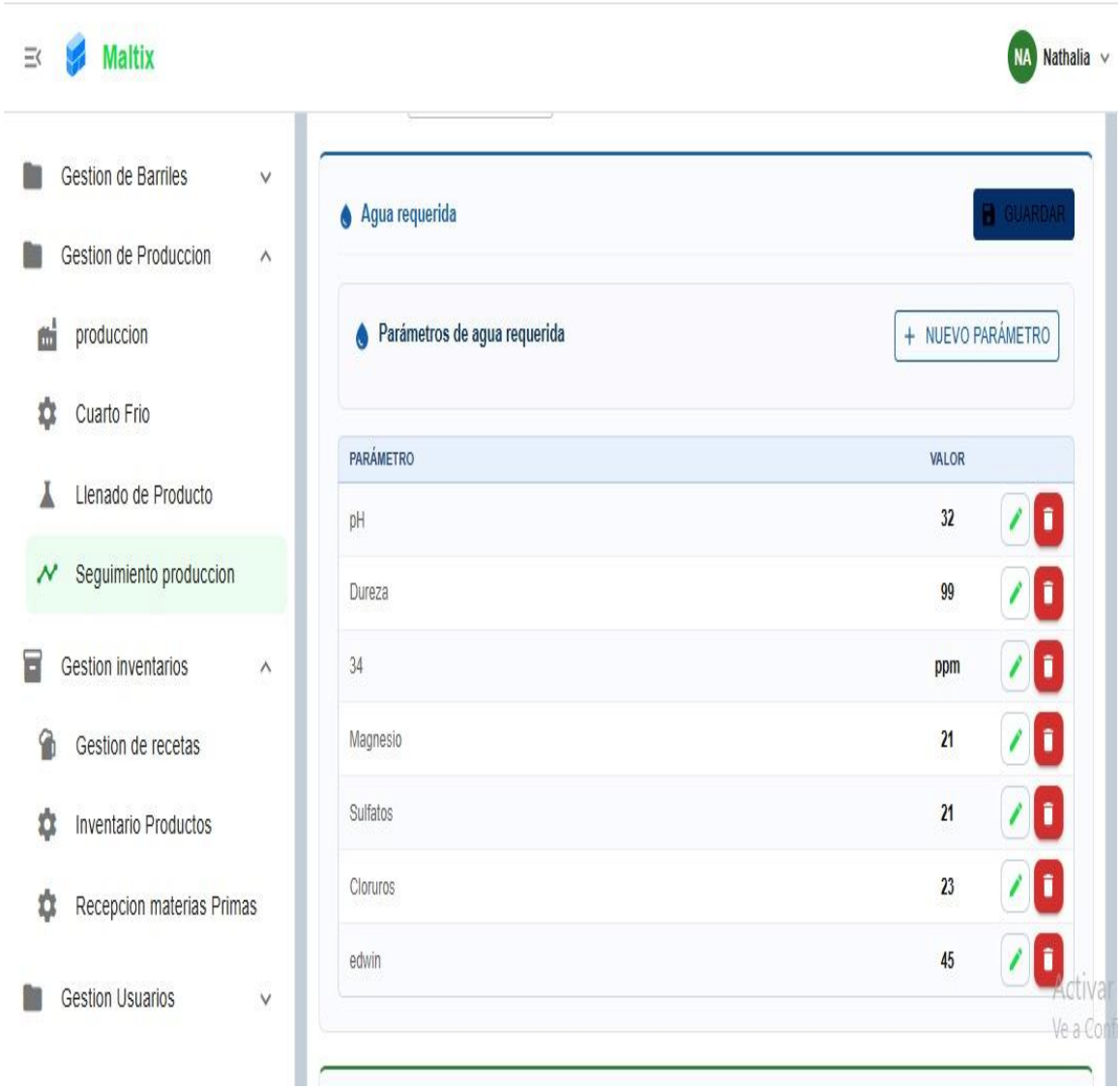
Interfaz módulo ajuste de agua



Nota: En esta interfaz inicia el seguimiento a la producción, se elige un batch para iniciar los ajustes del agua, para este módulo utilizamos de referencia el formato ajuste de agua de producción (ver anexo 5)

Ilustración 12

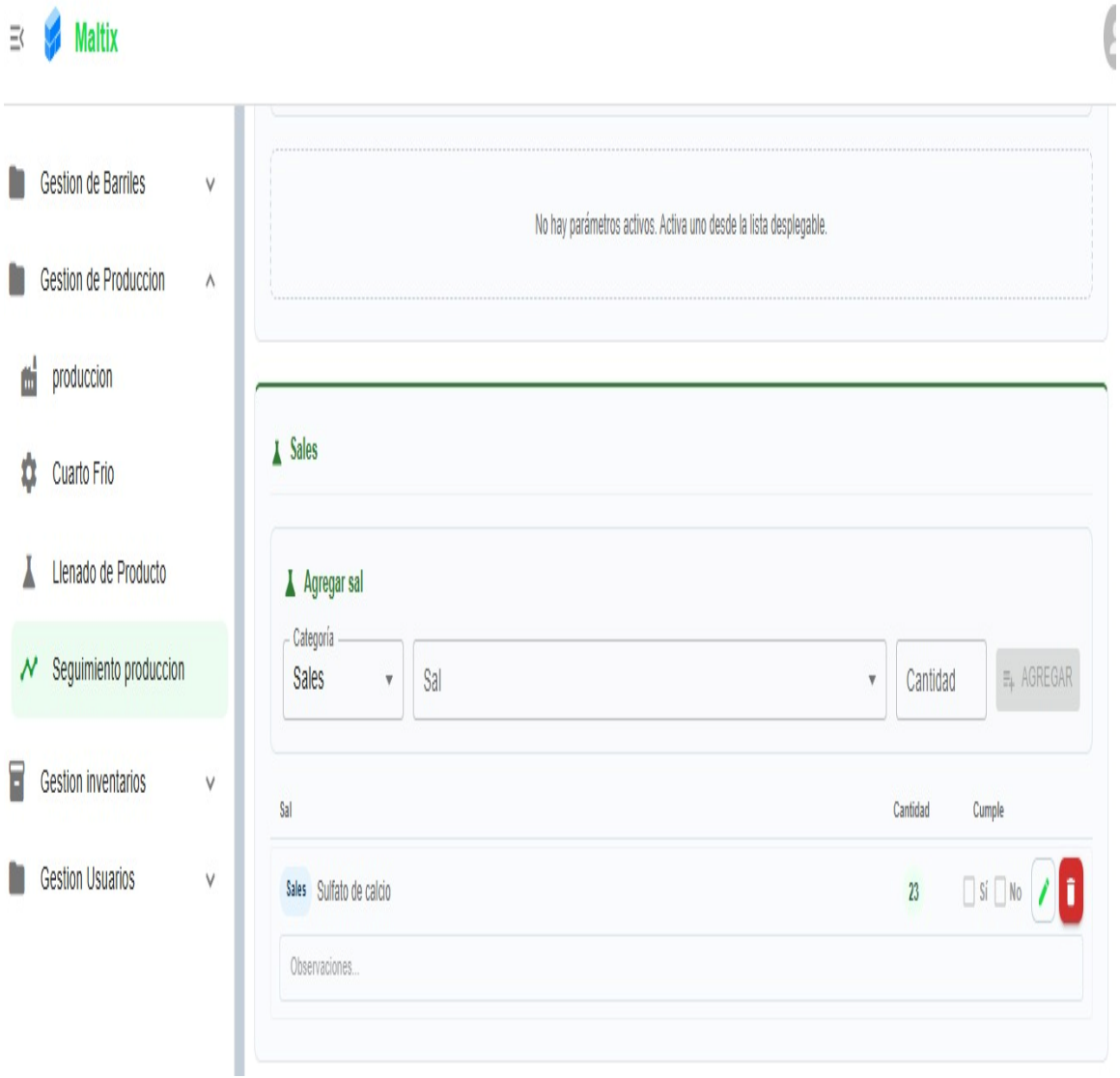
Interfaz módulo ajuste de agua para parámetros de agua



Nota: En esta interfaz el usuario puede ajustar los parámetros de agua que se van a relacionar con la receta, el usuario puede editar o agregar nuevos parámetros a la producción escogida.

Ilustración 13

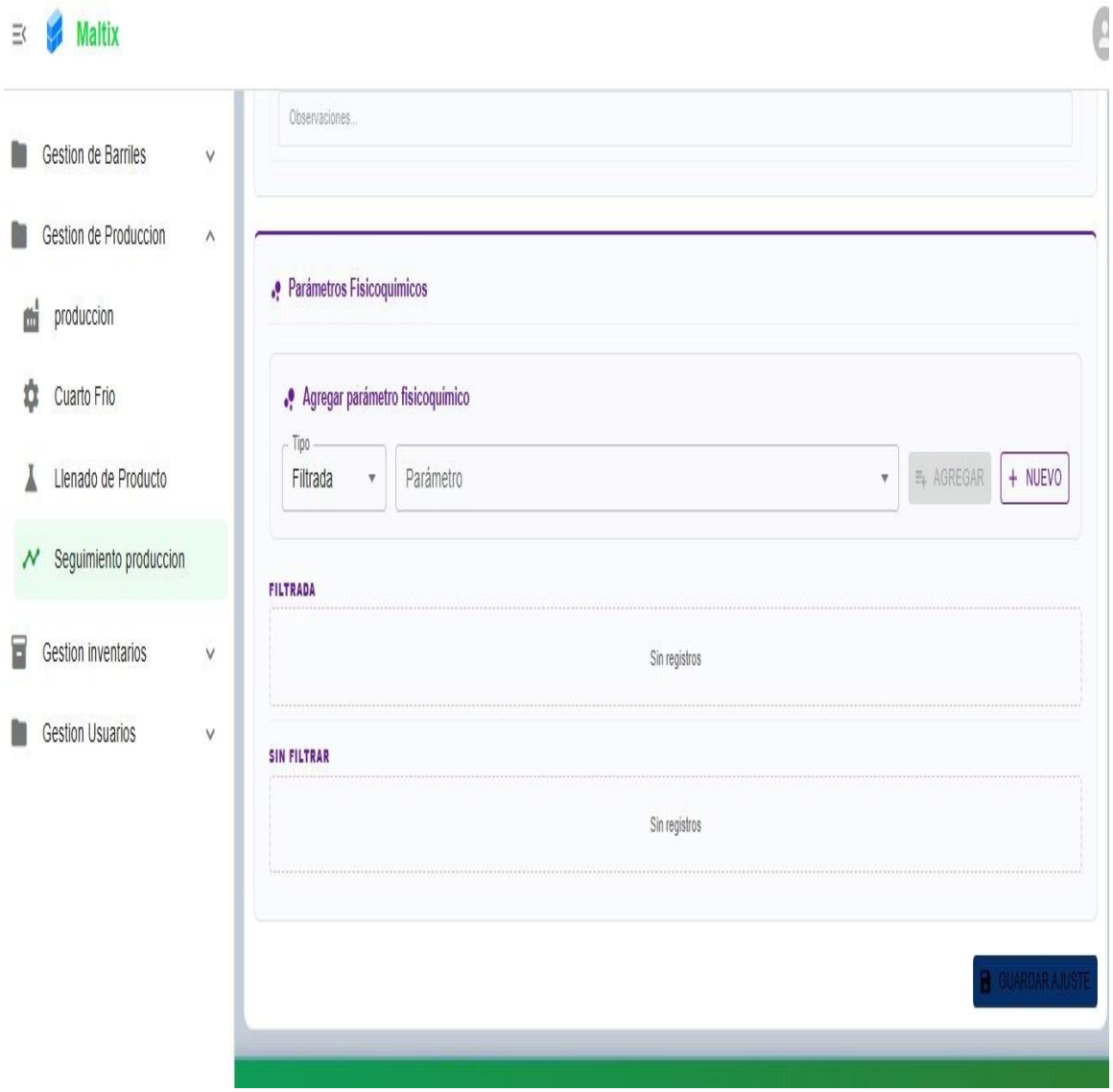
Interfaz módulo ajuste de agua para parámetros sales



Nota: En esta interfaz el usuario puede ajustar los parámetros de sales que se van a relacionar con la receta, el usuario puede editar, verificar si cumple o no y realizar alguna observación pertinente, este insumo de sales se descontarían al inventario de productos.

Ilustración 14

Interfaz módulo ajuste de agua para parámetros fisicoquímicos



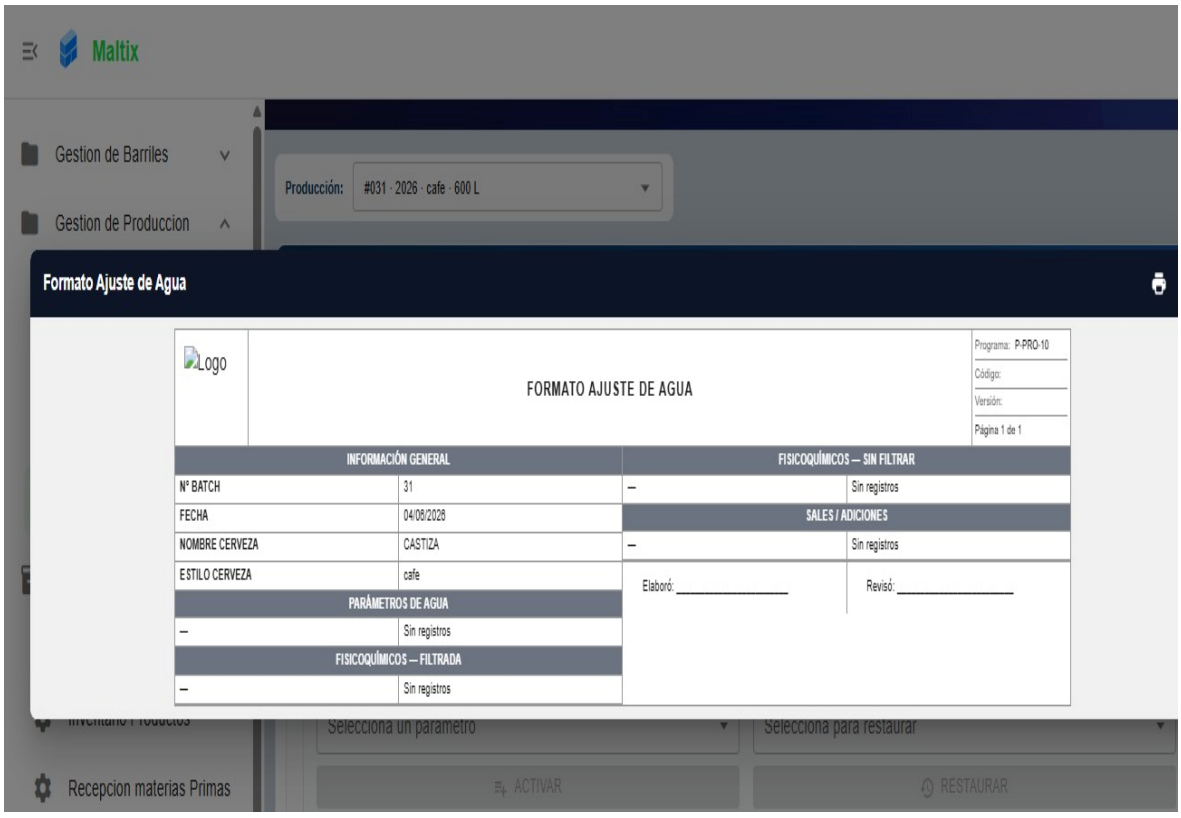
Nota: En esta interfaz el usuario puede ajustar los parámetros fisicoquímicos que se van a relacionar con la receta, el usuario puede editar o agregar nuevos parámetros a la producción escogida.

Formato ajuste de agua

La interfaz destinada al ajuste del agua se concibió como un entorno crítico dentro del módulo de producción, puesto que allí el personal técnico parametriza las correcciones químicas necesarias para la etapa de macerado. En esta pantalla, el sistema procesa los volúmenes de entrada y calcula las dosis exactas de sales y minerales requeridos para modificar el perfil del agua según el estilo de cerveza artesanal que se vaya a programar, el diseño estético general de este formulario, se basó en el Anexo 5.

Ilustración 15

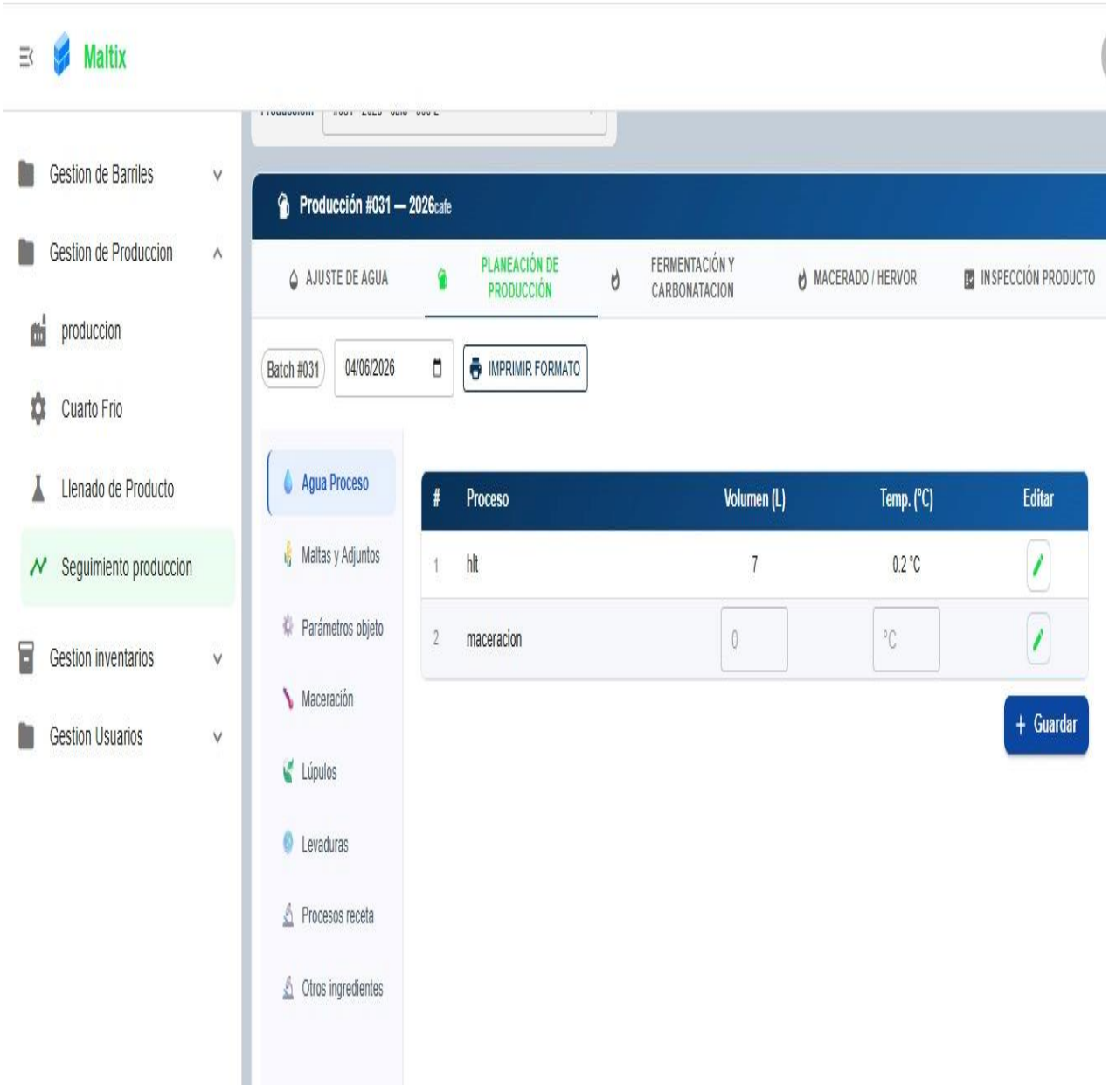
Formato ajuste de agua



Nota: Para este formulario se utilizó como guía el formato de ajuste de agua entregado por la cervecería.

Ilustración 16

Interfaz módulo planeación de producción



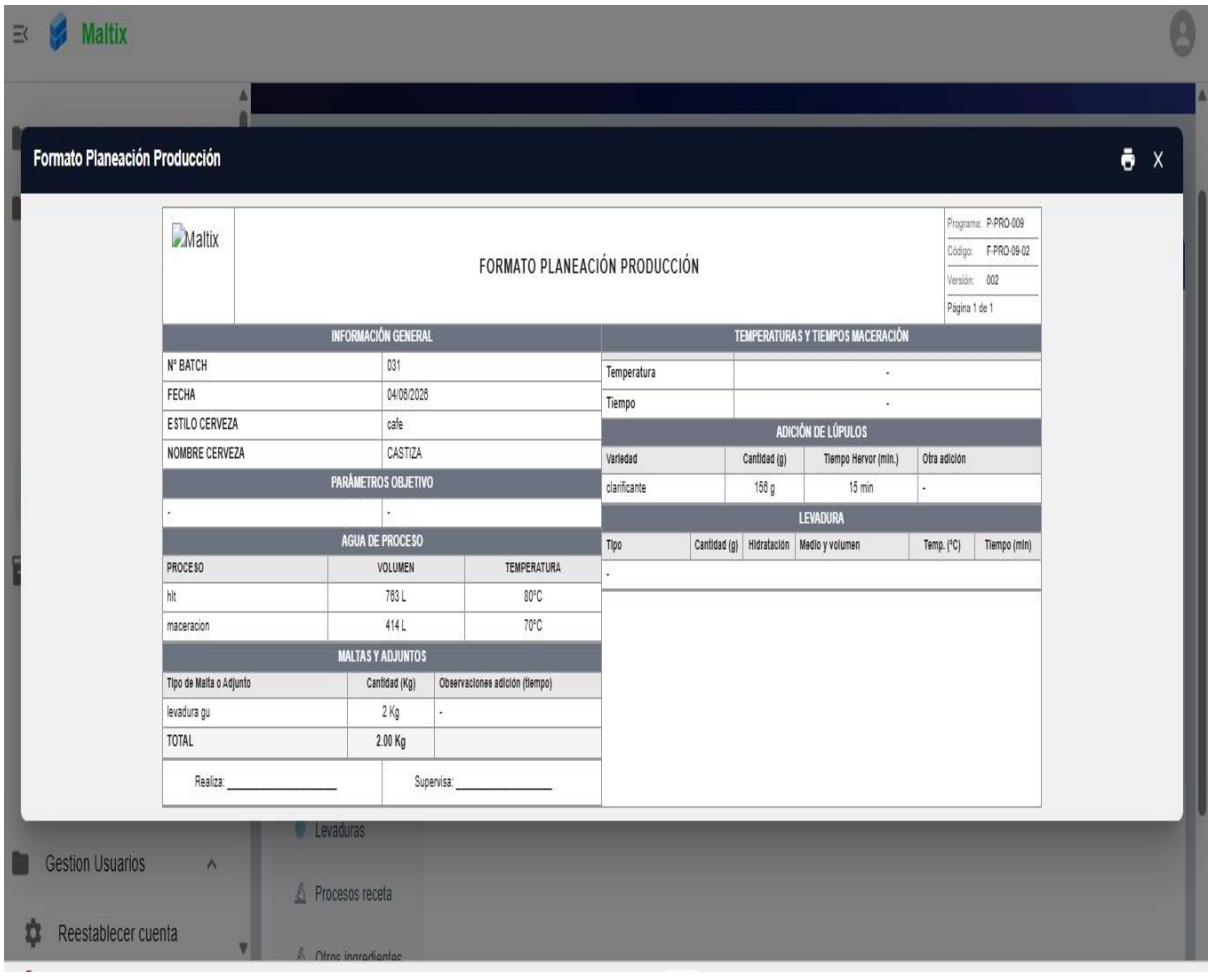
Nota: En esta interfaz el usuario ingresa a la segunda etapa de la producción, igualmente con el mismo número de bacth que ya se eligió para iniciar la anterior etapa se continua con la evaluación y digitalización de parámetros en este componente.

Formato de planeación de producción

El entorno visual de esta interfaz se estructuró bajo criterios de accesibilidad para facilitar las tareas del operario en planta. El esquema general de interconexión y la ruta de navegación entre las pantallas desarrolladas el diseño estético general de este formulario, se basó en el Anexo 4.

Ilustración 17

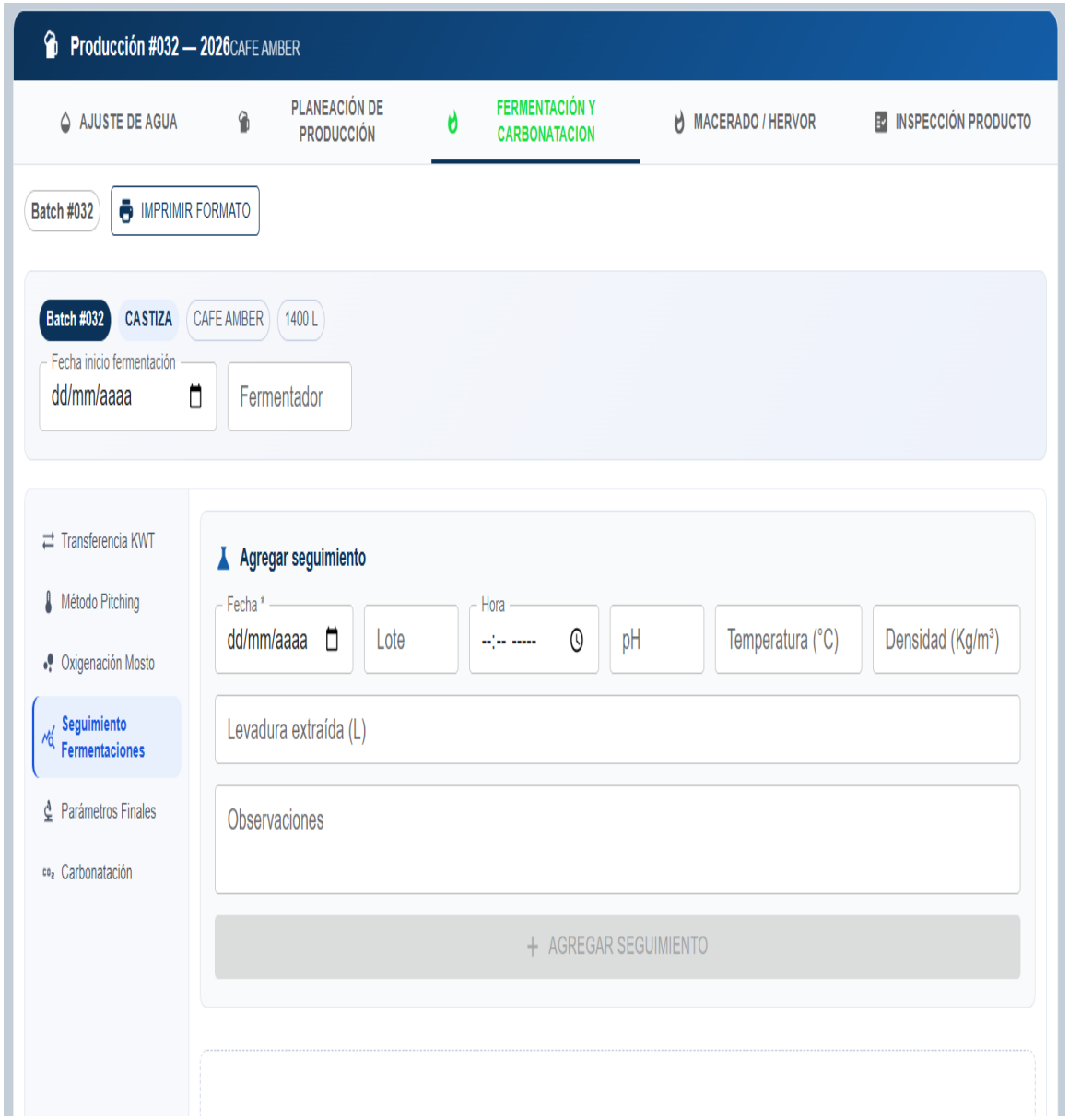
Formato planeación de producción



Nota: Para este formulario se utilizó como guía el formato planeación de producción entregado por la cervecería.

Ilustración 18

Interfaz módulo fermentación y carbonatación



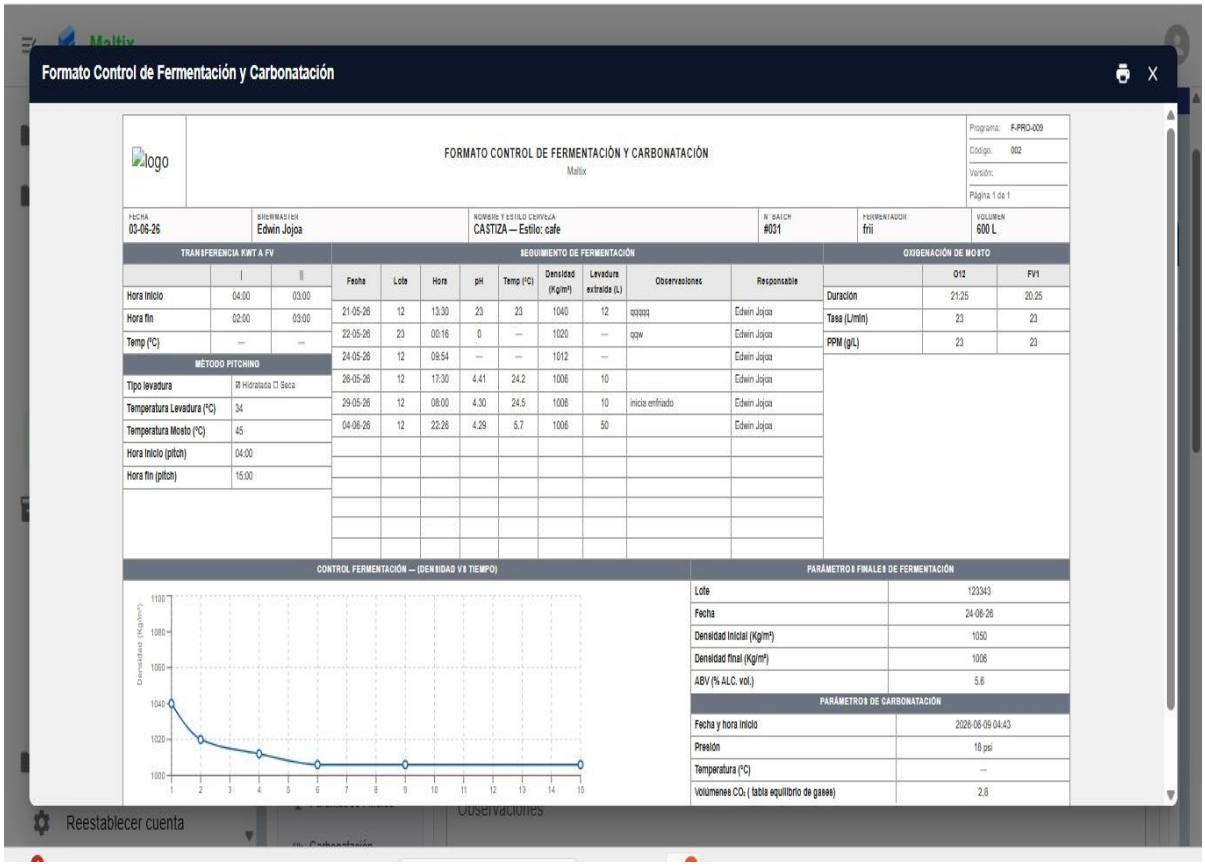
Nota: En esta interfaz el usuario ingresa a la tercera etapa de la producción, igualmente con el mismo número de bacth que ya se eligió para iniciar la anterior etapa se continua con la evaluación y digitalización de parámetros en este componente.

Formato control de fermentación y carbonatación

La vista de detalle de los lotes de producción se diseñó como el núcleo de monitoreo en planta, ya que consolida de forma cronológica los parámetros críticos de control de las etapas de fermentación y carbonatación de la cerveza artesanal. En esta sección del sistema, se puede supervisar variables de alta sensibilidad operativa, con el propósito de examinar en profundidad la distribución de este panel de control, los campos de lectura de datos y el comportamiento de la barra de estado de fabricación, el diseño estético general de este formulario, se basó en el Anexo 6.

Ilustración 19

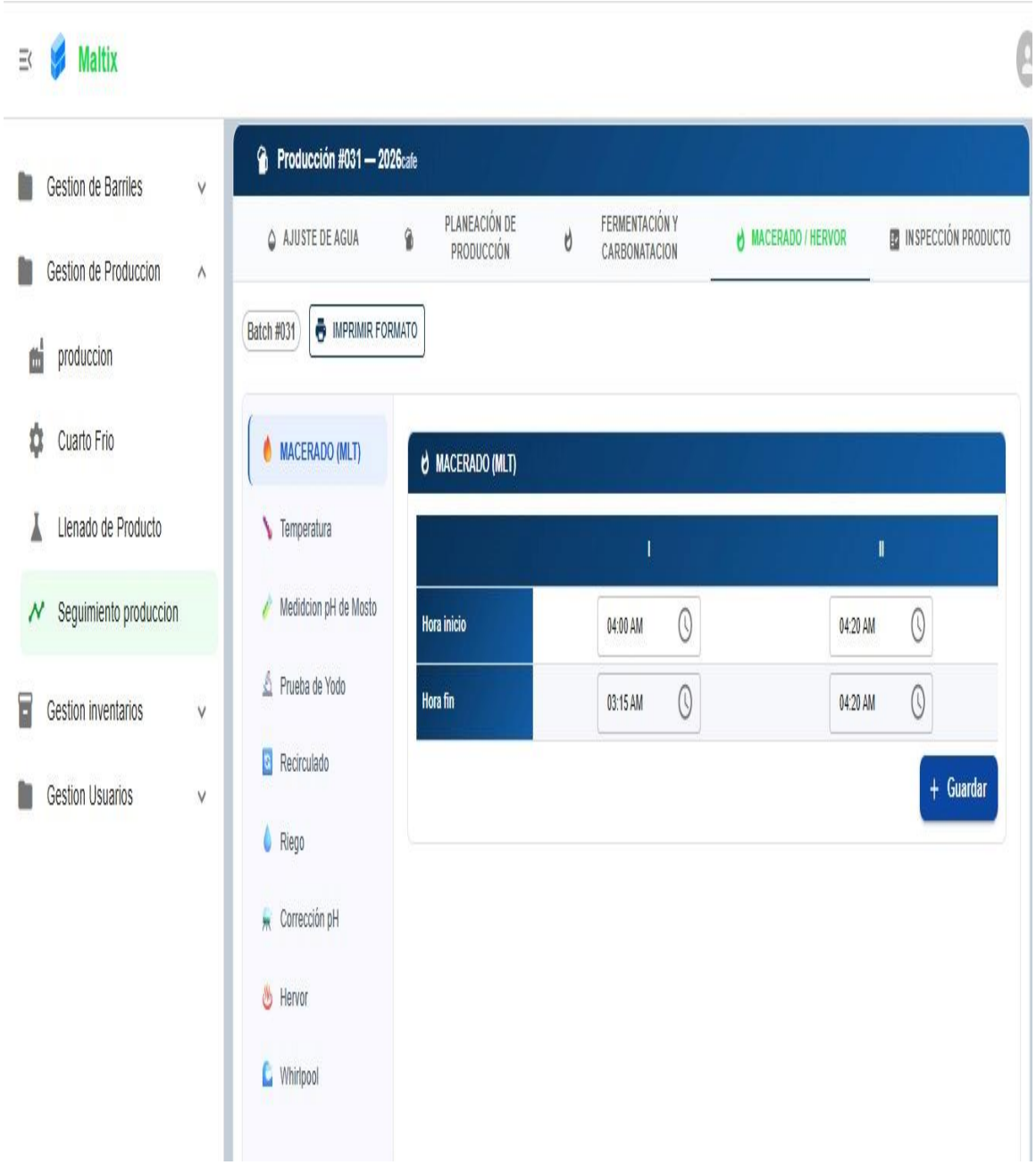
Formato fermentación y carbonatación



Nota: Para este formulario se utilizó como guía el formato planeación de producción entregado por la cervecería.

Ilustración 20

Interfaz módulo macerado y hervor



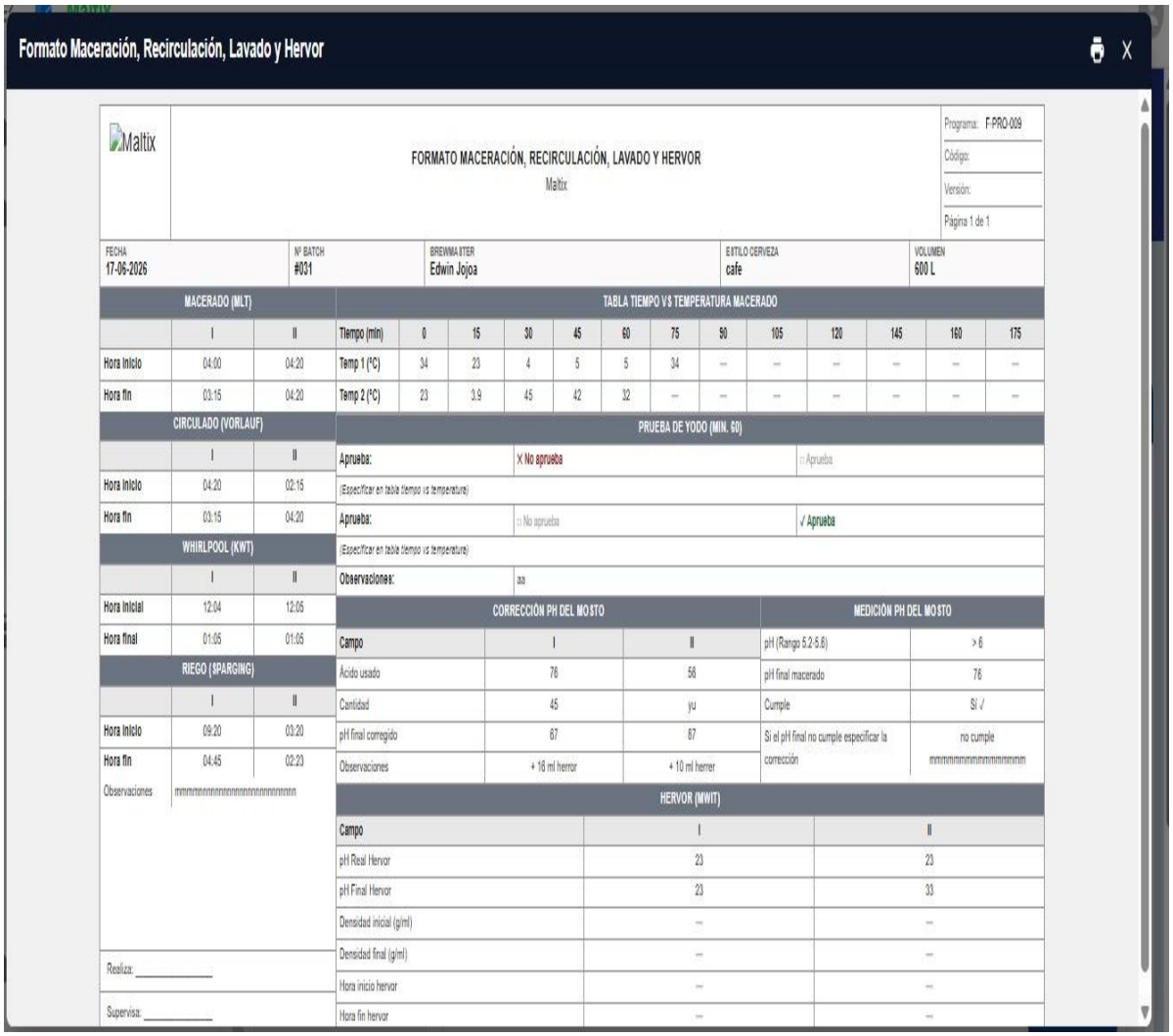
Nota: En esta interfaz el usuario ingresa a la cuarta etapa de la producción, igualmente con el mismo número de bacth que ya se eligió para iniciar la anterior etapa se continua con la evaluación y digitalización de parámetros en este componente.

Formato control de maceración, recirculación, lavado y hervor

El entorno visual de esta interfaz se estructuró bajo criterios de accesibilidad para facilitar las tareas del operario en planta. El esquema general de interconexión y la ruta de navegación entre las pantallas desarrolladas, el diseño estético general de este formulario, se basó en el Anexo 3.

Ilustración 21

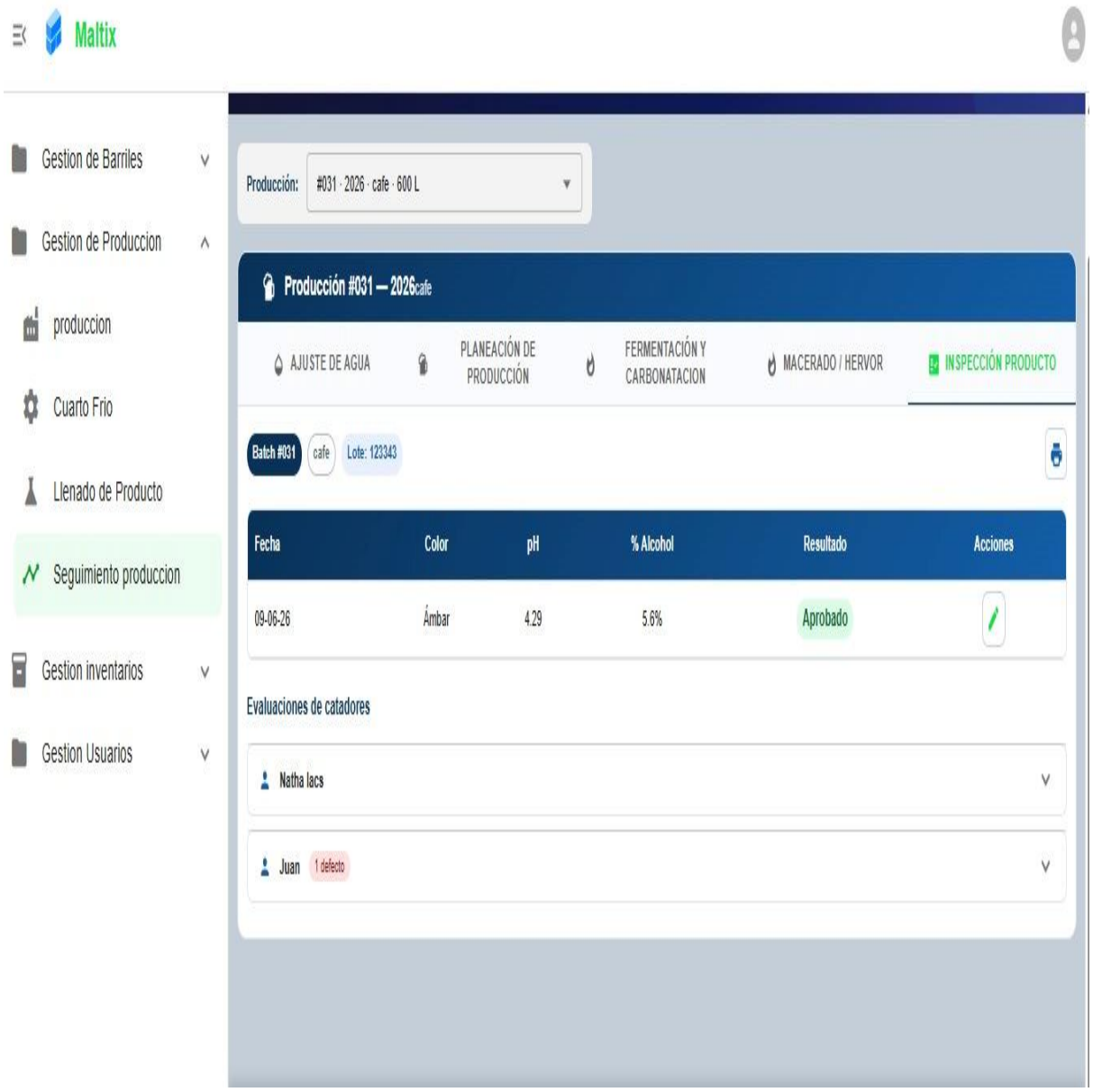
Formato maceración recirculación lavado y hervor



Nota: Para este formulario se utilizó como guía el formato planeación de producción entregado por la cervecería

Ilustración 22

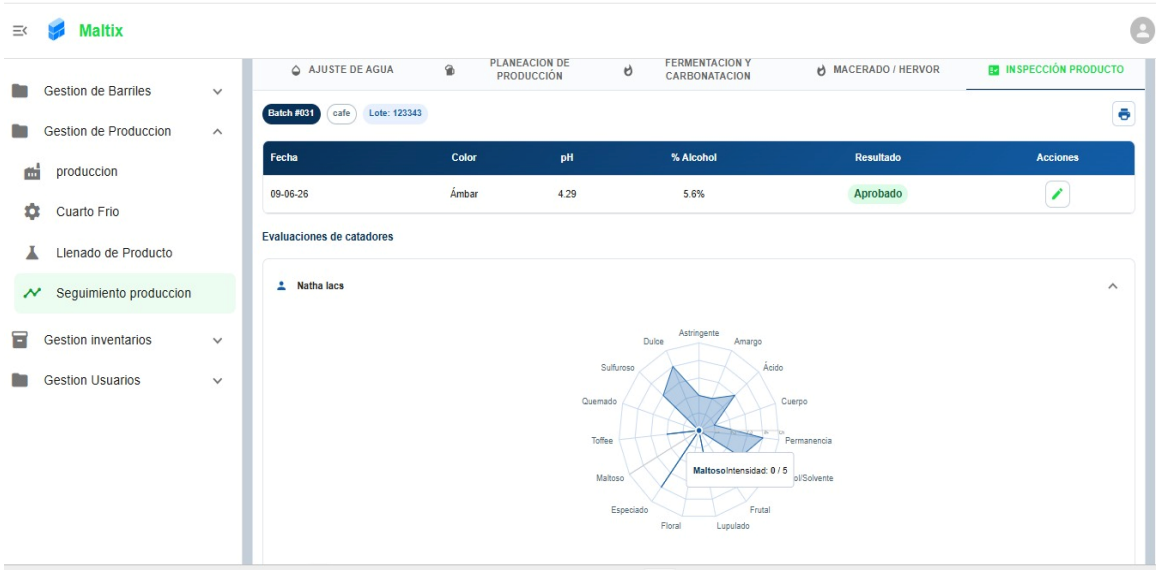
Interfaz módulo inspección de producto



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa a la última etapa de la producción, donde se realiza una evaluación de todo el proceso para determinar el producto en qué estado salió, si está en excelentes condiciones, pasa al siguiente apartado que es de llenado.

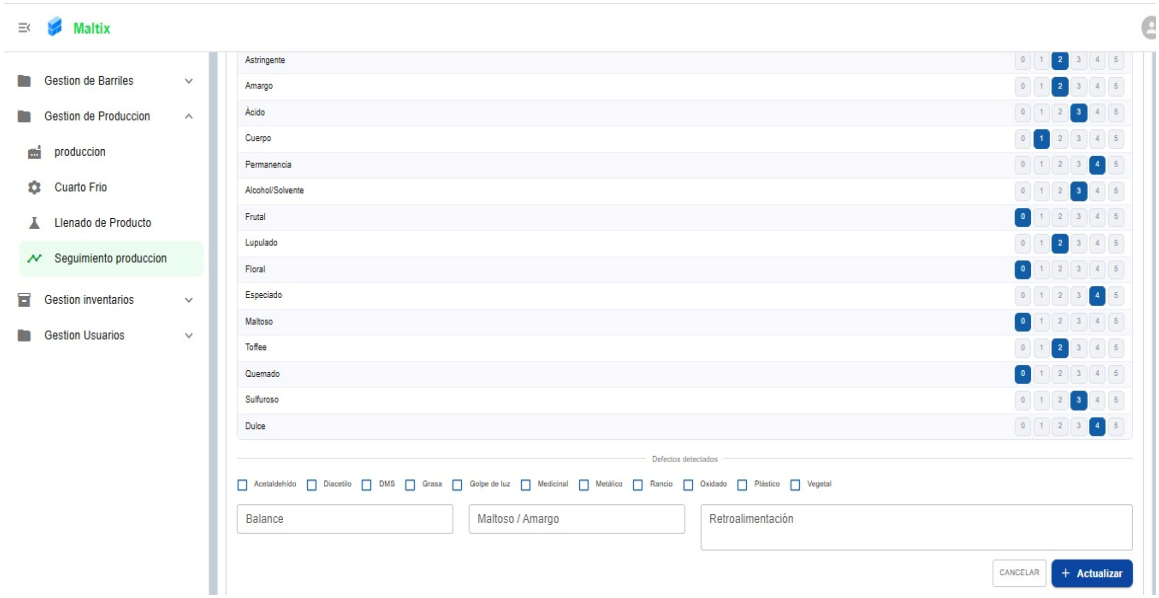
Ilustración 23

Interfaz módulo inspección de producto 2



Nota: De esta etapa salieron varios pantallazos, porque es una evaluación larga.
Ilustración 24

Interfaz módulo inspección de producto 3



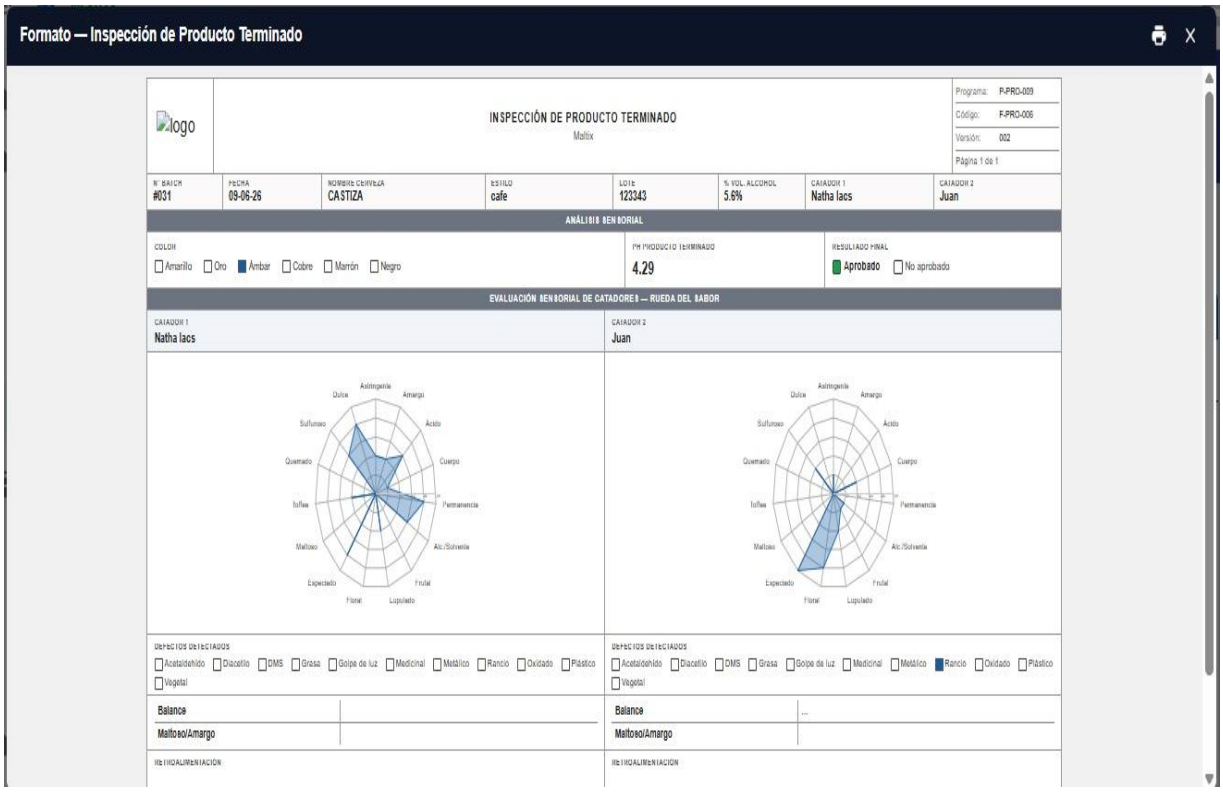
Nota: Esta parte es lo último de la evaluación del producto, para definir su estado de calidad.

Formato de inspección en producto terminado

La interfaz diseñada para el formato de inspección de producto terminado se constituye como el último filtro de control operativo antes de autorizar la distribución comercial de la cerveza artesanal. Dentro de este entorno web, la directora técnica evalúa y registra de manera formal parámetros físicos y cualitativos esenciales del lote final. Las especificaciones sobre la organización de este formulario, la disposición de sus casillas de verificación y el diseño estético general de este formulario, se basó en el Anexo 7.

Ilustración 25

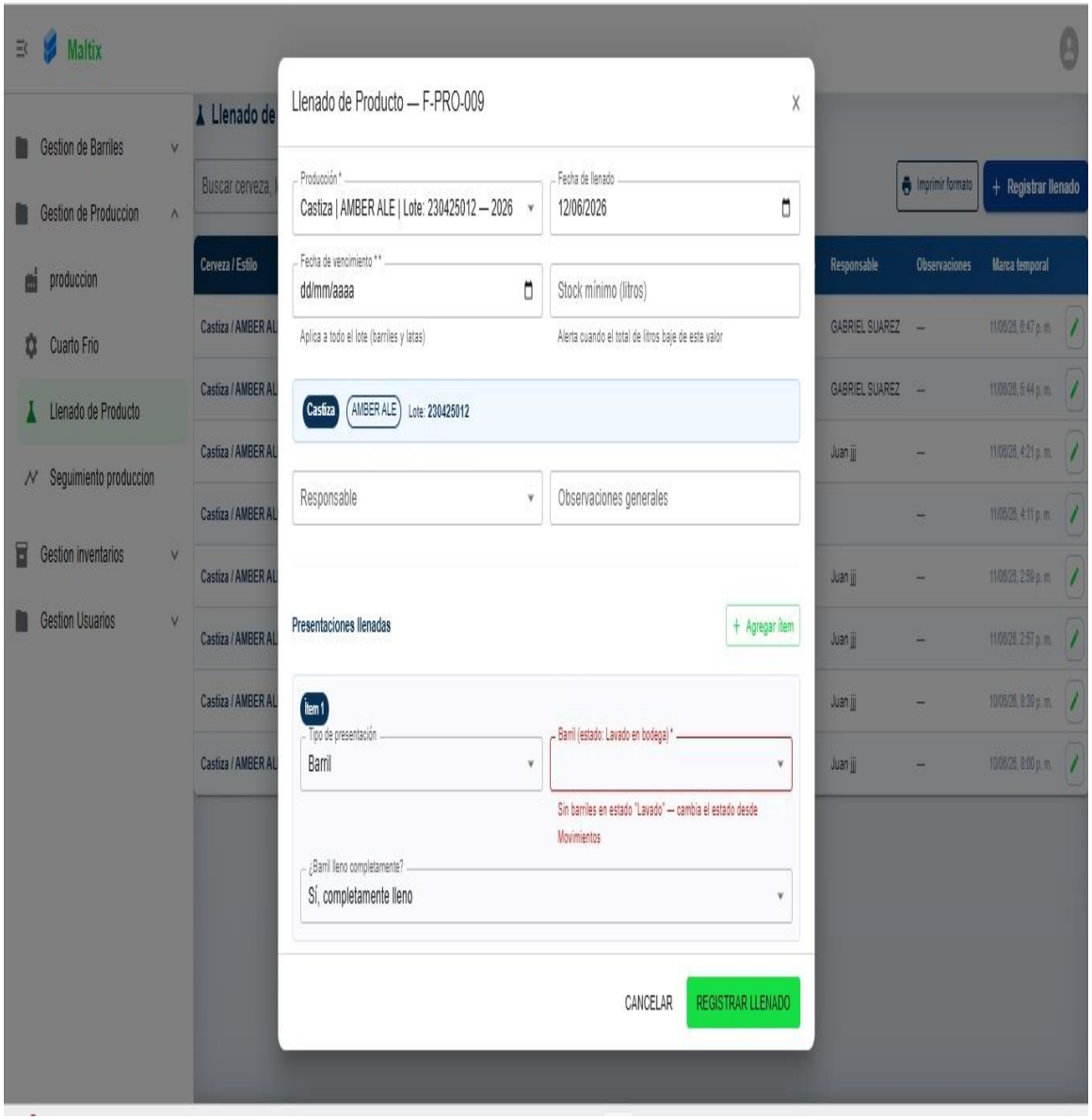
Formato inspección de producto terminado



Nota: Para este formulario se utilizó como guía el formato planeación de producción entregado por la cervecería.

Ilustración 26

Interfaz módulo llenado de producto



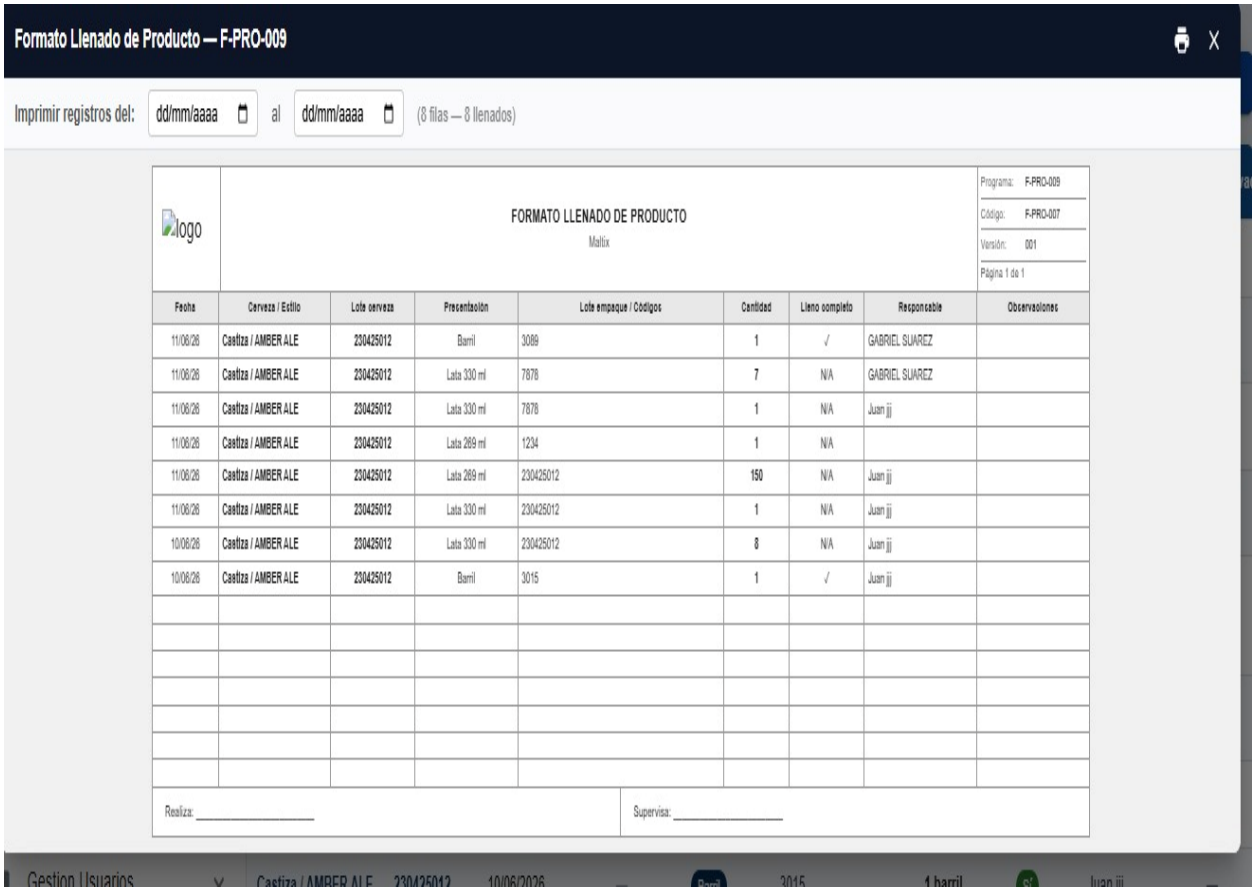
Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de llenar el producto, para finalizar con el proceso de producción, y destinar en que presentación se va almacenar el lote, danto un numero al lote, una fecha de registro y su cantidad en stock.

Formato llenado de producto

La interfaz diseñada para el formato de llenado de producto constituye el componente operativo central durante la etapa de envasado y finalización del lote en Babel Cervecería SAS. A través de este entorno web, los operarios registran los datos cuantitativos del proceso. Las maquetas de pantallas desarrolladas para este módulo, la distribución de sus campos numéricos de captura y el diseño estético general de este formulario, se basó en el Anexo 8.

Ilustración 27

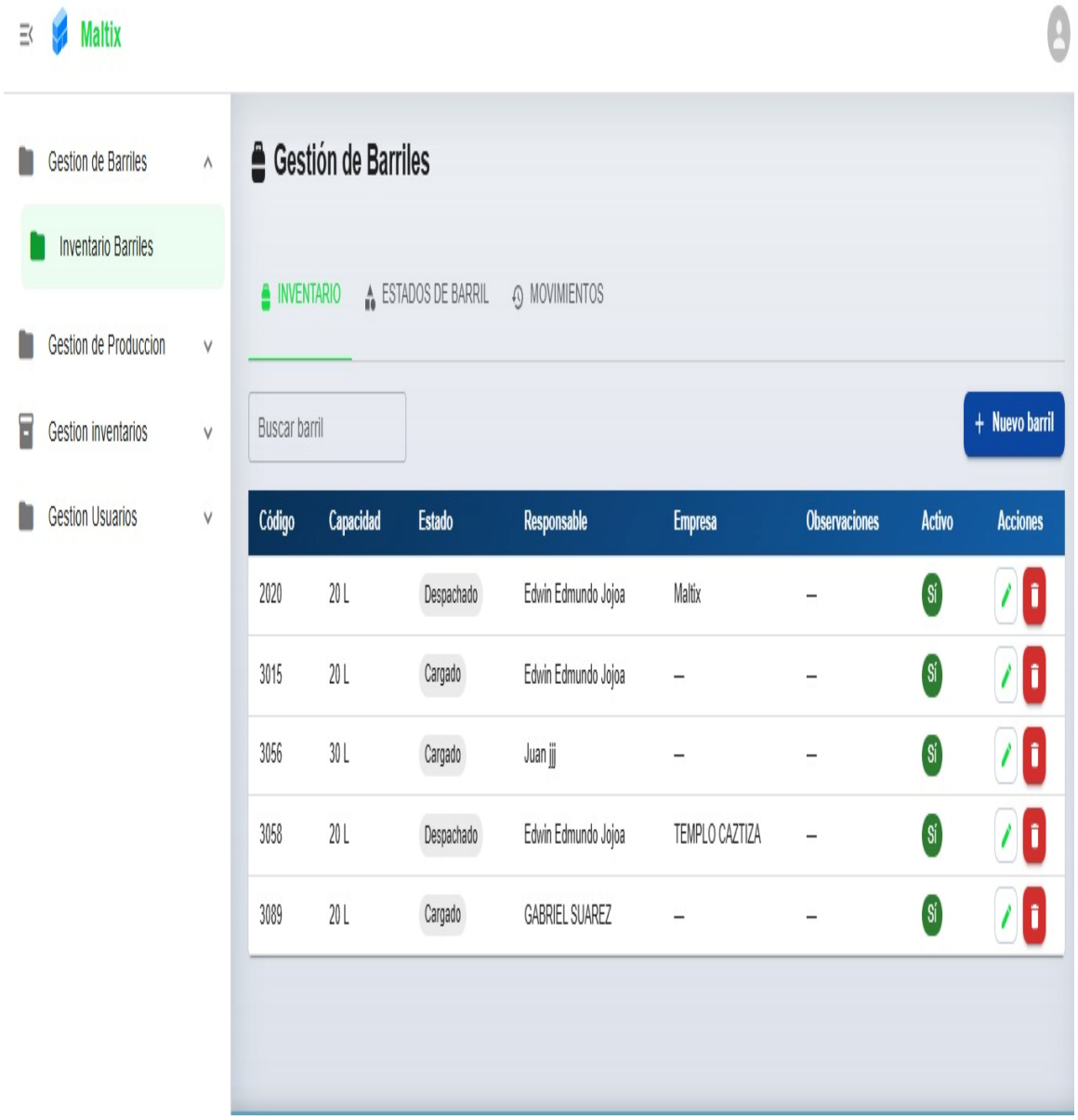
Formato llenado de producto



Nota: Para este formulario se utilizó como guía el formato planeación de producción entregado por la cervecería.

Ilustración 28

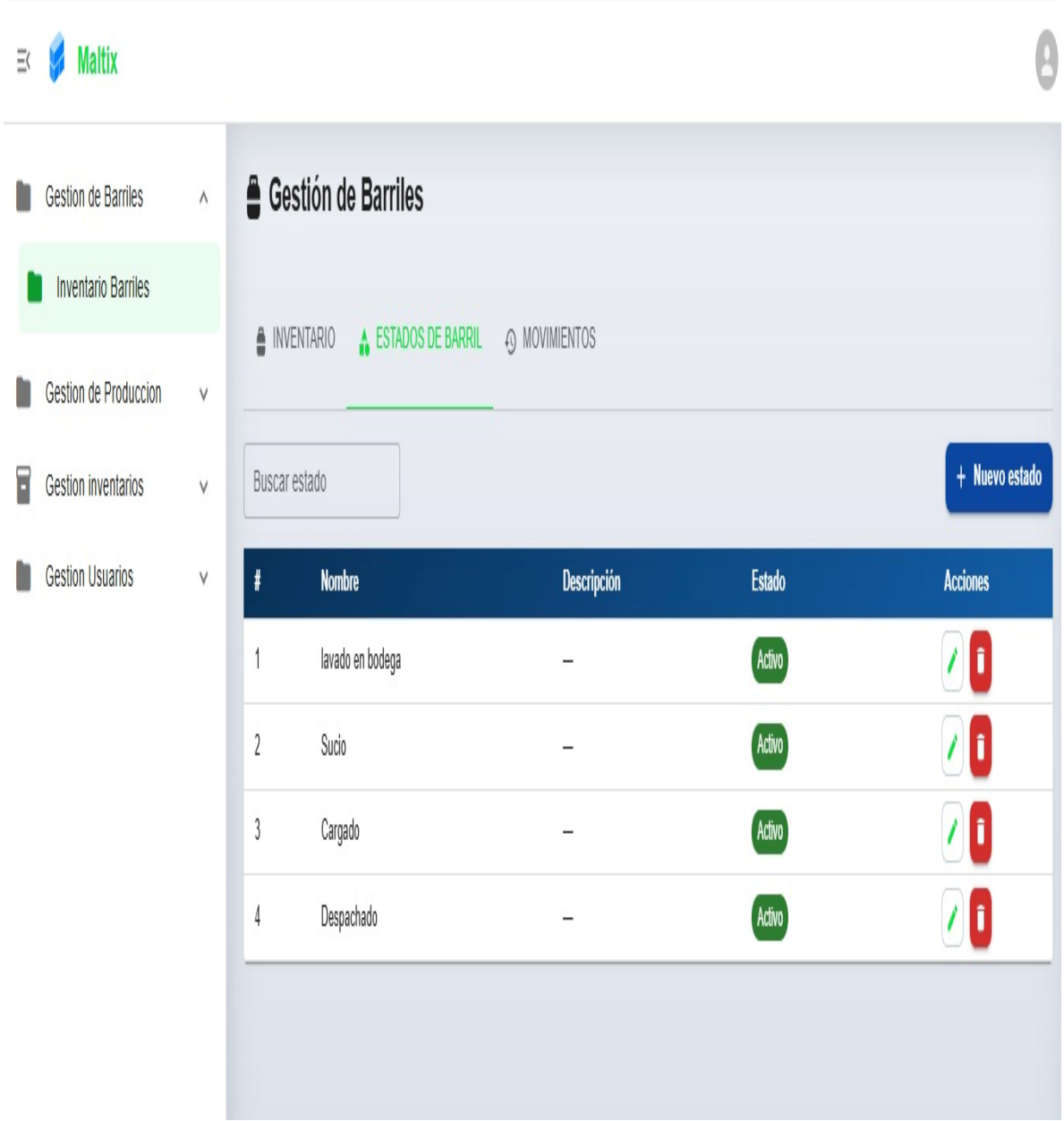
Interfaz módulo gestión de barriles



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de gestión de barriles para llevar el control de los barriles, se puede hacer la búsqueda directa filtrando e igual se puede agregar un nuevo barril, se conoce su última actualización de estado.

Ilustración 29

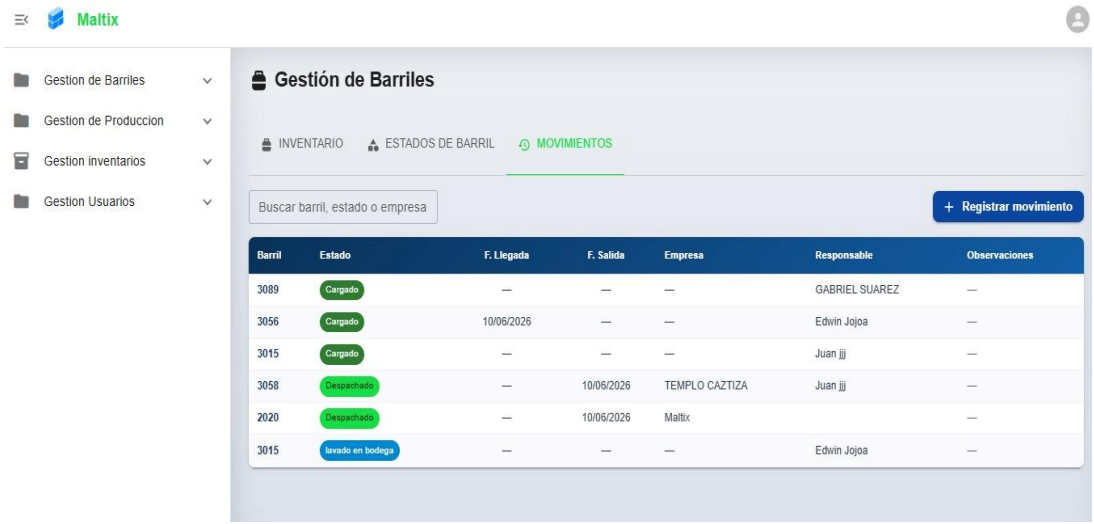
Interfaz módulo gestión y estados de barriles



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de gestión de barriles y en el apartado de estados, puede agregar un nuevo estado que pueda ocurrir del barril, como es un apartado diferente se plasma un pantallazo adicional.

Ilustración 30

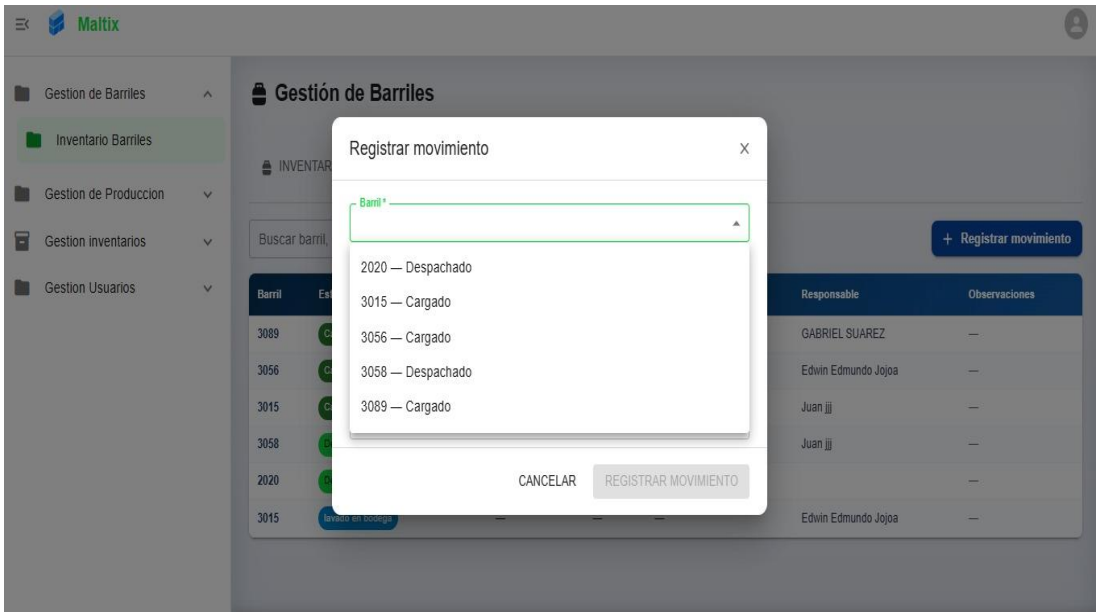
Interfaz módulo gestión y movimientos de barriles



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de gestión de barriles y puede consultar el histórico de los barriles para tener un control más preciso.

Ilustración 31

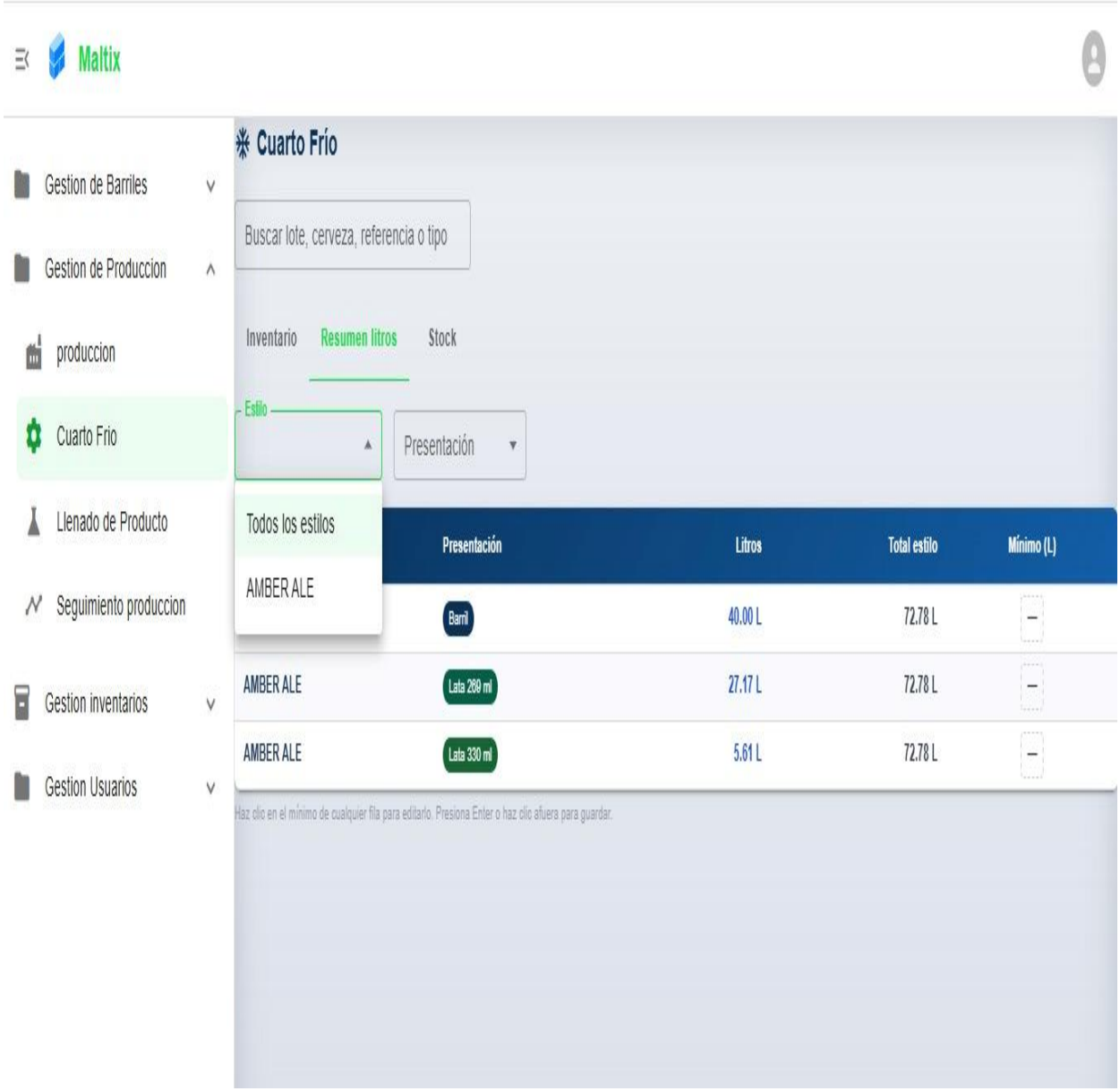
Interfaz módulo gestión y registro de movimientos de barriles



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de gestión de barriles y seleccionar la opción de dar un registro nuevo con relación algún barril y darle una actualización

Ilustración 32

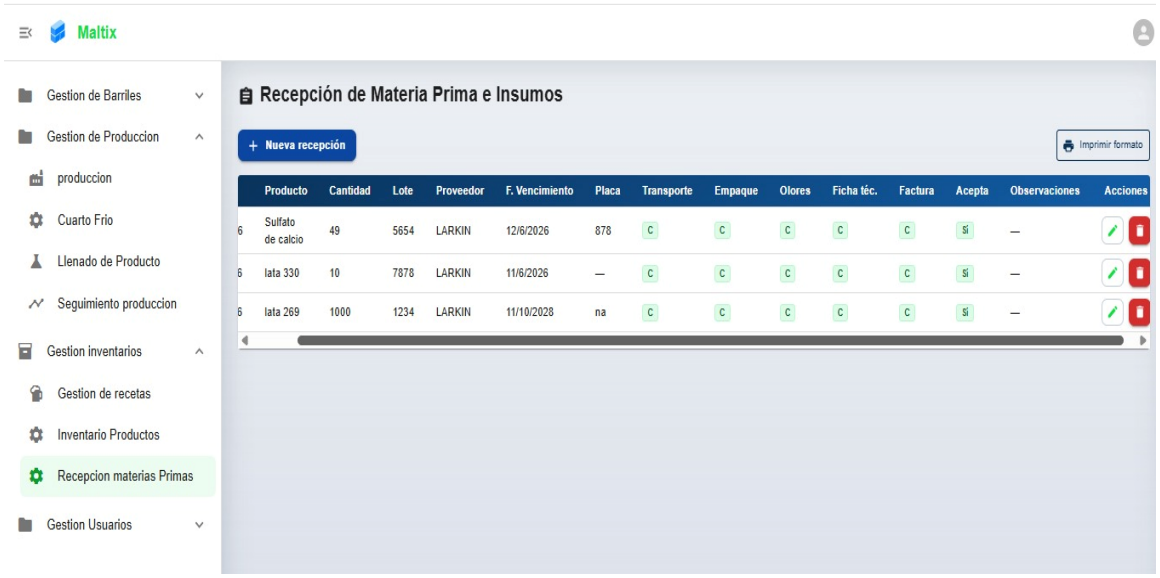
Interfaz módulo cuarto frio



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de cuarto frio, este es un inventario que se actualiza por cada llenado se resume en los litros disponibles y se suma la cantidad de latas, más los barriles por estilo seleccionado.

Ilustración 33

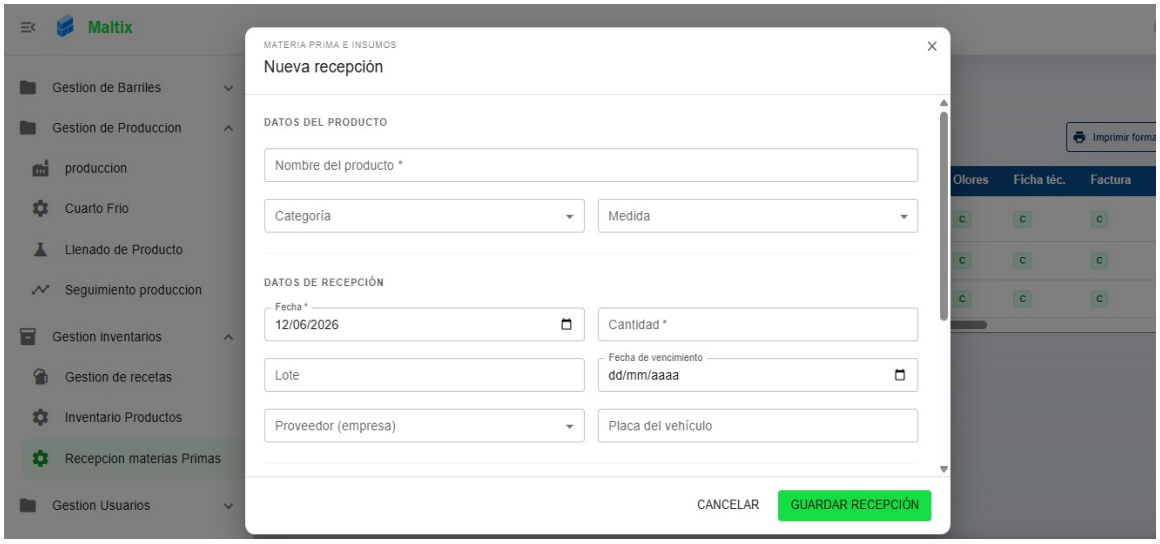
Interfaz módulo recepción de materias primas



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de recepción de materias primas y se muestra un histórico de todos los productos que han ingresado a la empresa.

Ilustración 34

Interfaz módulo formulario recepción de materias primas



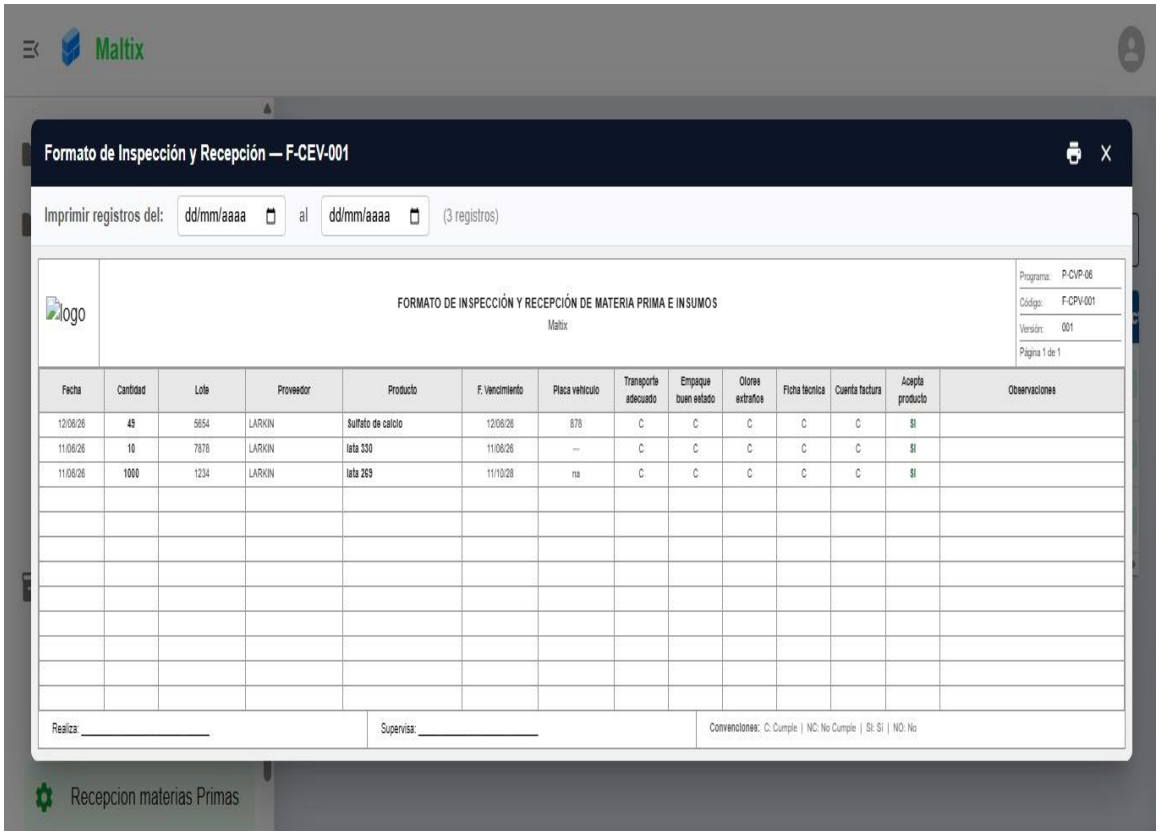
Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de recepción de materias primas y aquí se indica el formulario en cómo se debe ingresar un nuevo producto al inventario, para poder gestionar la producción.

Formato de inspección y recepción de materias primas

La interfaz diseñada para el formato de inspección y recepción de materias primas constituye el componente operativo para ingreso de nuevos productos a la empresa. A través de este entorno web, los operarios registran la información necesaria, para llevar el control pertinente y el diseño estético general de este formulario, se basó en el Anexo 2.

Ilustración 35

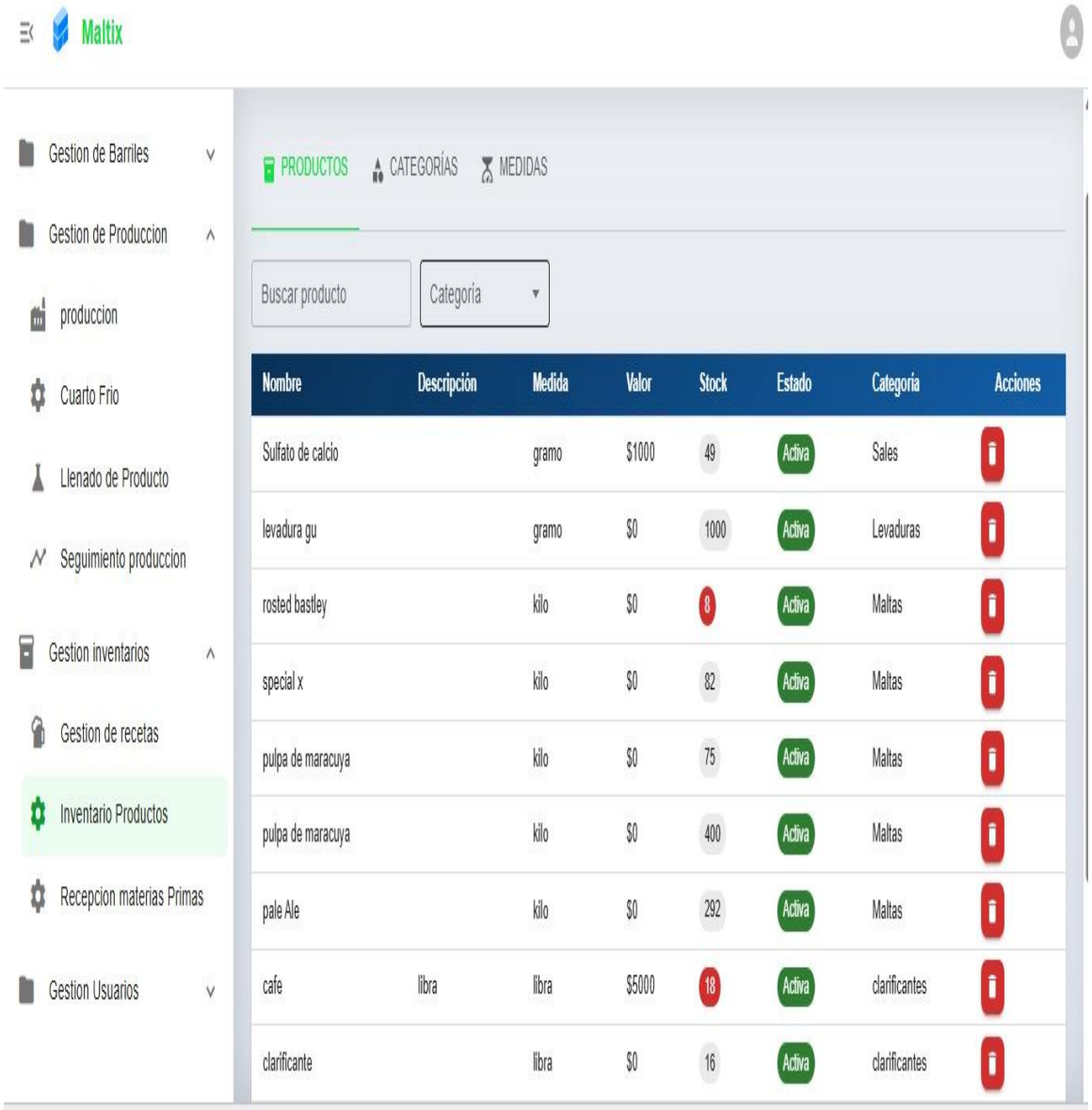
Formato de inspección y recepción de materias primas



Nota: Para este formulario se utilizó como guía el formato planeación de producción entregado por la cervecería.

Ilustración 36

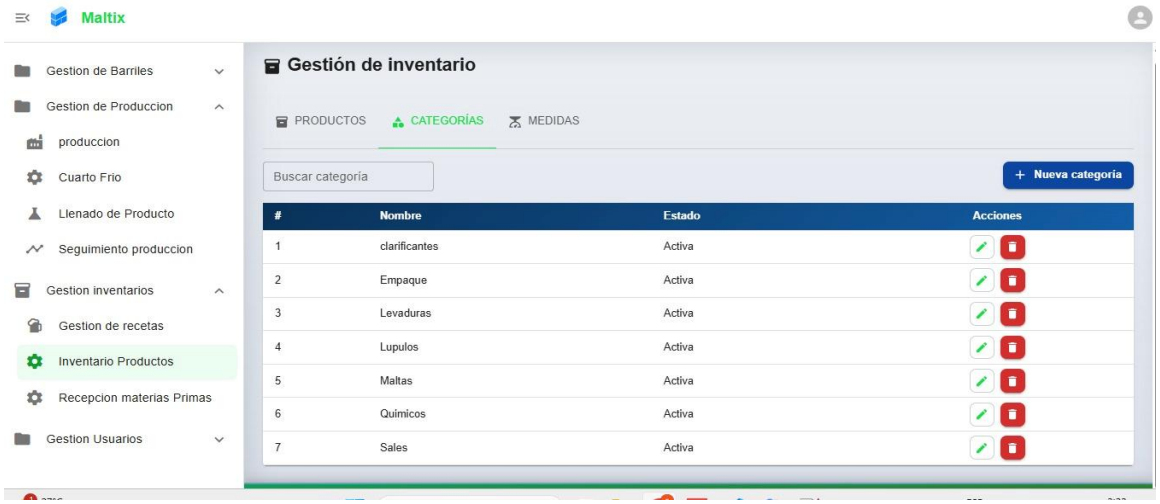
Interfaz módulo inventario de productos



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de inventario de productos, donde podrá encontrar la información de los productos que se tiene dentro de la empresa, muy importante la alerta del stock para evitar escasez de materias primas y no arriesgar las producciones.

Ilustración 37

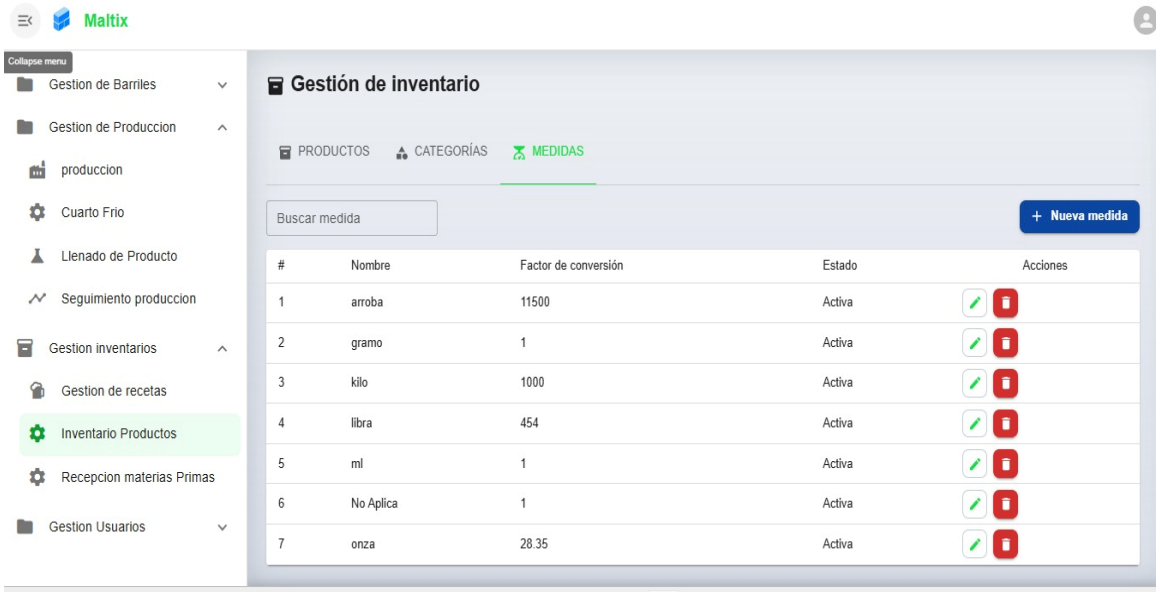
Interfaz módulo inventario de productos y categorías



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de inventario de productos, en el apartado de categorías podrá crear nuevas por si llegan productos que no están parametrizados o creados.

Ilustración 38

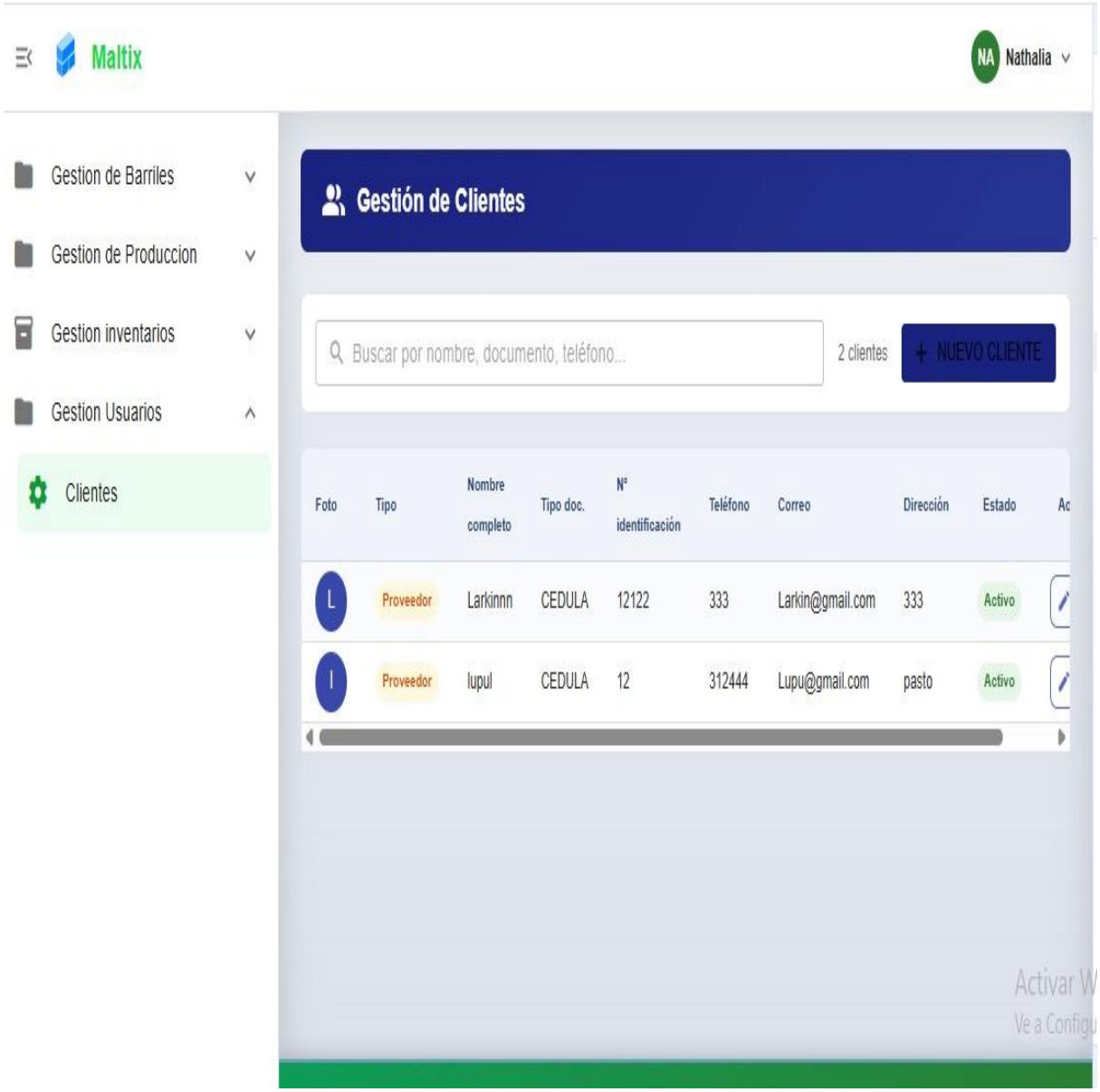
Interfaz módulo inventario de productos y unidades de medida



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de inventario de productos, en el apartado de medidas podrá crear nuevas por si llegan productos que no están parametrizados o creados.

Ilustración 39

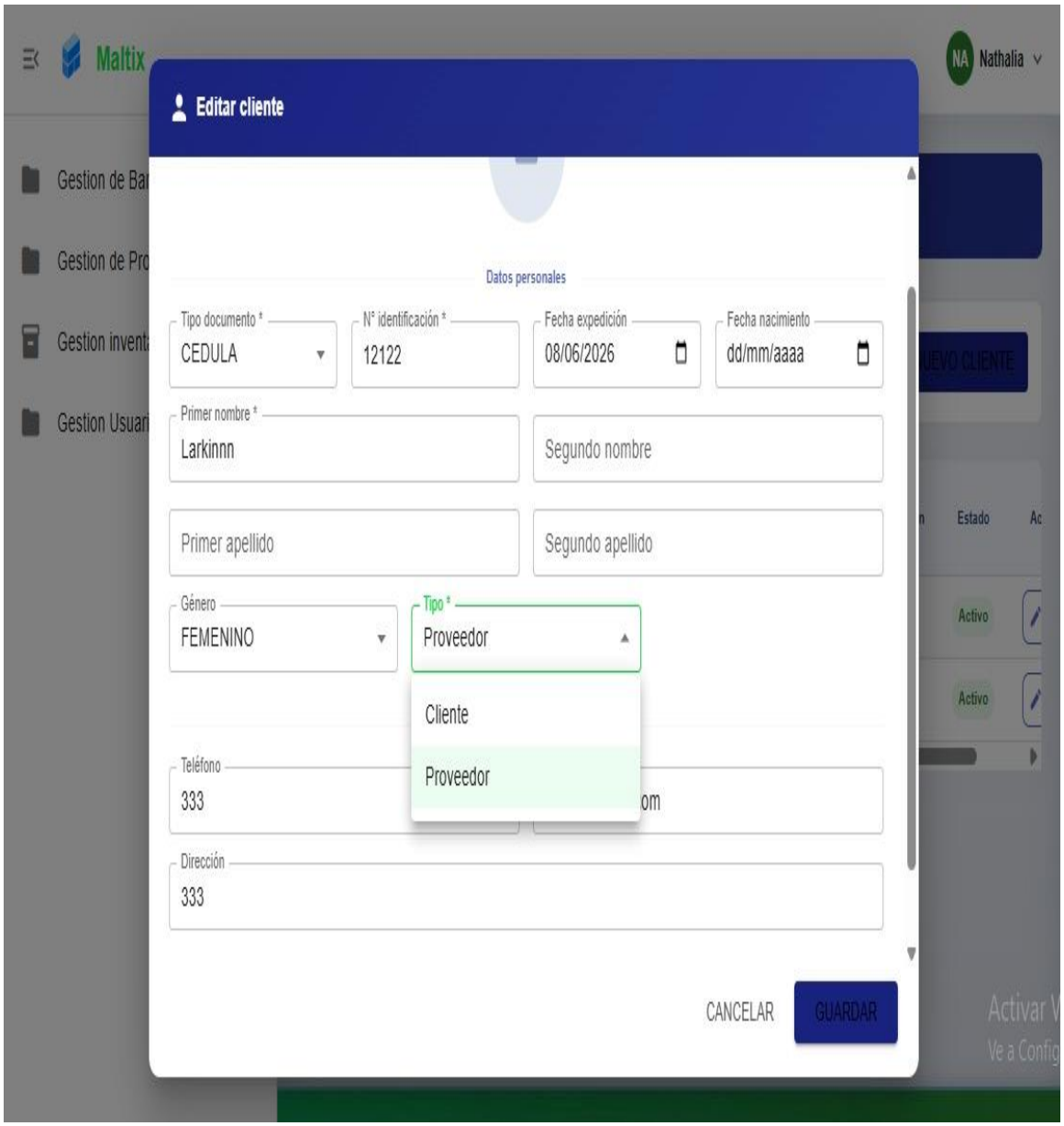
Interfaz módulo Gestión de clientes



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de gestión de clientes y podrá acceder a todos los clientes que se han registrado dentro de la empresa y hacer búsqueda por un filtro de datos, se va a poder verificar si el cliente o proveedor se encuentra activo en el momento exacto

Ilustración 40

Interfaz módulo Gestión de cliente y nuevo cliente



Nota: En esta interfaz el usuario ingresa al módulo de gestión de clientes y puede crear un nuevo cliente, sale su respectivo formulario donde se deben registrar la información solicitada para crear ya sea un proveedor o cliente, se deben suministrar todos los datos que sean obligatorios

Descripción de las tecnologías y link al repositorio

Para materializar el prototipo y asegurar su estabilidad operativa, se seleccionó un conjunto de tecnologías enfocadas en el desarrollo ágil y la persistencia de datos. El núcleo de la aplicación utiliza Node.js junto con el entorno de trabajo Express para gestionar toda la lógica del servidor, la seguridad y el enrutamiento de peticiones. En cuanto al almacenamiento de información, se optó por un motor relacional mediante PostgreSQL, el cual permite estructurar detalladamente el inventario, las fórmulas y la trazabilidad de los lotes de producción.

El código fuente completo, el historial de cambios y la arquitectura del proyecto se encuentran alojados y disponibles para su revisión en el repositorio público de GitHub mediante el enlace: https://github.com/nathalia1515/Babel.git.

Implementación y evaluación del prototipo en el entorno real de Babel SAS

Para evaluar el desempeño real del prototipo en las operaciones diarias de Babel Cervecería SAS, se llevó a cabo un proceso de validación directa con el personal de la empresa, se hizo una recolección de percepciones donde se estructuró mediante el instrumento detallado en el Anexo 9, el cual fue aplicado formalmente al administrador, a la directora técnica y a los operarios de la empresa después de interactuar con el sistema, se realizaron las siguientes preguntas que se dividieron en tres: usabilidad de la interfaz, funcionalidad en la gestión de los datos y efectividad en el control de la trazabilidad. Los datos consolidados, que emplean

una escala de valoración de uno a cinco, revelan una recepción altamente favorable respecto a la optimización de los procesos internos, tal como se interpreta a continuación:

Al analizar el primer componente, enfocado en la usabilidad y la visualización de la interfaz, tanto los operarios como el personal administrativo coincidieron en que la distribución de los módulos facilita una navegación fluida entre el inventario, las recetas y el seguimiento de la producción, asimismo, el mecanismo de autenticación recibió puntuaciones óptimas, confirmando que el sistema opera con rapidez y protegen los datos de manera efectiva.

En cuanto a la dimensión puramente funcional, los encargados de la formulación recalcaron que el software agiliza significativamente la parametrización de las recetas base necesarias para la producción, dando a la automatización de registros una ayuda muy significativa a disminuir las fallas humanas y la pérdida de apuntes manuales.

Finalmente, el impacto más notorio se observó en el módulo de trazabilidad, los usuarios destacaron la confiabilidad del historial cronológico generado, el cual conecta con exactitud los ingredientes desde su entrada al inventario hasta el lote final de cerveza artesanal, consolidando al prototipo como un soporte firme para mejorar los procesos y respaldar las decisiones operativas de la empresa.

Conclusiones

La recolección inicial de datos en la planta de producción dejó al descubierto fallas críticas ocasionadas por el registro manual en cuadernos y hojas sueltas. Al examinar cómo se ejecutaban las etapas de cocción, fermentación y maduración, se logró consolidar un listado de requerimientos técnicos alineado con las necesidades reales del negocio. Este diagnóstico previo fue clave; garantizó que el desarrollo posterior no fuera una solución genérica, sino un reflejo fiel de las dinámicas de trabajo locales y de las exigencias de control sanitario que pesan sobre la industria cervecera en el municipio de Sandoná.

La etapa de diseño técnico aportó la coherencia estructural necesaria para que el sistema funcione de manera ordenada bajo los estándares del lenguaje UML. Definir paso a paso las fichas de casos de uso ayudó a traducir los flujos cotidianos de la fábrica en rutas de pantalla comprensibles para usuarios con diferentes niveles de alfabetización digital. Por otra parte, el modelado de clases y el esquema relacional montado en PostgreSQL resolvieron el desorden informativo previo, garantizando que las fórmulas y las existencias queden enlazadas bajo restricciones estrictas que impiden la pérdida o duplicidad de datos.

El desarrollo del prototipo demostró la efectividad de acoplar herramientas modernas como Node.js y Express para estructurar un backend liviano, rápido y seguro. Al conectar esta lógica centralizada con las interfaces de usuario y la base de datos relacional, el prototipo logró unificar el control de materias primas, la edición de recetas base y la asignación automatizada de los números de lote. El

almacenamiento del código en los repositorios de GitHub sirvió como resguardo técnico.

La puesta en marcha del prototipo dentro del entorno real de Babel Cervecería SAS probó la utilidad de la herramienta para optimizar los tiempos de reporte. Las pruebas de campo realizadas con el administrador, la directora técnica y los operarios demostraron una reducción notable en los errores de digitación y una agilización en la consulta de historiales de fabricación, dando unas respuestas positivas recolectadas en los cuestionarios de satisfacción confirmaron que el software es percibido como un recurso cómodo y confiable, validando el cumplimiento del proyecto al transformarse en un soporte real para supervisar la calidad de la cerveza artesanal.

Referencias

Andrade, J. C., Silva, M. A., & Torres, R. (2020). *Proceso de producción de cerveza artesanal: Explorando dos formulaciones (IPA al estilo británico y Tripel belga)*. Revista de Agroindustria y Alimentos, 12(2), 45-58.

Autodesk. (2023). *Fusion Operations: Gestión de producción en la nube para talleres eficientes*. https://www.autodesk.com/products/fusion-operations

Corrientes Hoy. (s. f.). *Cómo funciona un sistema de gestión de producción en una empresa*. http://www.corrienteshoy.com/notas/tecnologia/gestion-produccion

Gestión Cervecera. (2023). *Trazabilidad y control de lotes para fábricas artesanales en Latinoamérica*. https://www.gestioncervecera.com

Ekos Software Inc. (2025). *Ekos Brewmaster: Craft brewery management software*. https://www.goekos.com/brewmaster

OBS Business School. (s. f.). *¿Qué es la gestión de la producción y cómo tener éxito en su implementación?* https://www.obsbusiness.school/blog/gestion-de-produccion

Odoo. (2024). *Manual de usuario: Módulo de fabricación y listas de materiales (BOM)*. https://www.odoo.com/documentation/17.0/applications/manufacturing

Prol, A. (2011). *La digitalización de procesos administrativos y su impacto en la preservación documental*. Editorial Académica Española.

SMARTPM. (s. f.). *La importancia de la trazabilidad en la industria inteligente*. https://smartpm.es/trazabilidad-industrial

Tracezilla. (2022). *ERP solutions for food and beverage manufacturing: Traceability rules*. https://www.tracezilla.com

Congreso de la República de Colombia. (1979). *Ley 9 de 1979: Por la cual se dictan medidas sanitarias*. *Diario Oficial N.º* 35.308. https://www.invima.gov.co/normatividad/ley-9-de-1979

Ministerio de Salud y Protección Social. (2014). Decreto 1506 de 2014: Por el cual se modifica el artículo 42 del Decreto 1686 de 2012. Diario Oficial N.º 49.242. **https://www.invima.gov.co/normatividad/decreto-1506-de-2014**

WeAreDrew. (2023, 10 de enero). *Principales errores en la documentación de procesos.* Blog WeAreDrew. **https://blog.wearedrew.co/gestion-por-procesos/principales-errores-en-la-documentacion-de-procesos Drew**

PayFit. (2025, 30 de enero). *Sobrecarga de trabajo: Cómo evitarla y mitigar sus efectos.* PayFit Blog**. https://payfit.com/es/contenido-practico/sobrecarga-de-trabajo/ PayFit**

Trikom. (sf). *Sistema de Gestión de Producción (SGP). Recuperado de* **https://www.trikom.com.ar/es/sgp/**

Geprom. (2023). *¿Qué es la gestión de la producción? Recuperado* de **https://www.geprom.com/gestion-de-la-produccion/**

(¿Qué es la trazabilidad? | Principios de trazabilidad | KEYENCE México, s. f.)

Anexos

Anexo 1

Cuestionario y Resultados de la Entrevista a la directora técnica:

1. ¿Qué variables críticas deben registrarse en cada etapa (maceración, fermentación, etc.) para asegurar que un lote cumple con los estándares de calidad del Invima?

R/ Necesitamos registrar temperaturas, densidades, pH y tiempos exactos. Actualmente, si algo falla, es difícil saber en qué minuto exacto de la cocción ocurrió el error debido a la manualidad.

2. ¿Cómo se realiza actualmente el seguimiento de los barriles cuando salen de la planta y cómo afecta esto a la logística de retorno?

R/ Es un proceso desordenado; a veces no sabemos si un barril que regresa está sucio, lavado o si requiere reparación, lo que genera riesgos sanitarios.

3. ¿Cuál es el impacto de no contar con un sistema de alertas automáticas para las materias primas que vienen de otros departamentos?

R/ Hemos tenido paradas de producción porque un insumo se agotó y el tiempo de reabastecimiento es largo. Necesitamos que el sistema nos avise antes de llegar al stock mínimo.

4. ¿Cómo gestionan actualmente los productos que están próximos a vencer en el cuarto frío?

R/ Lo hacemos visualmente, lo que causa que a veces detectemos productos vencidos demasiado tarde, generando pérdidas económicas que no siempre quedan registradas correctamente.

5. Ante el uso actual de formatos físicos, ¿cuáles son los errores más comunes que ha detectado en la documentación de los operarios?

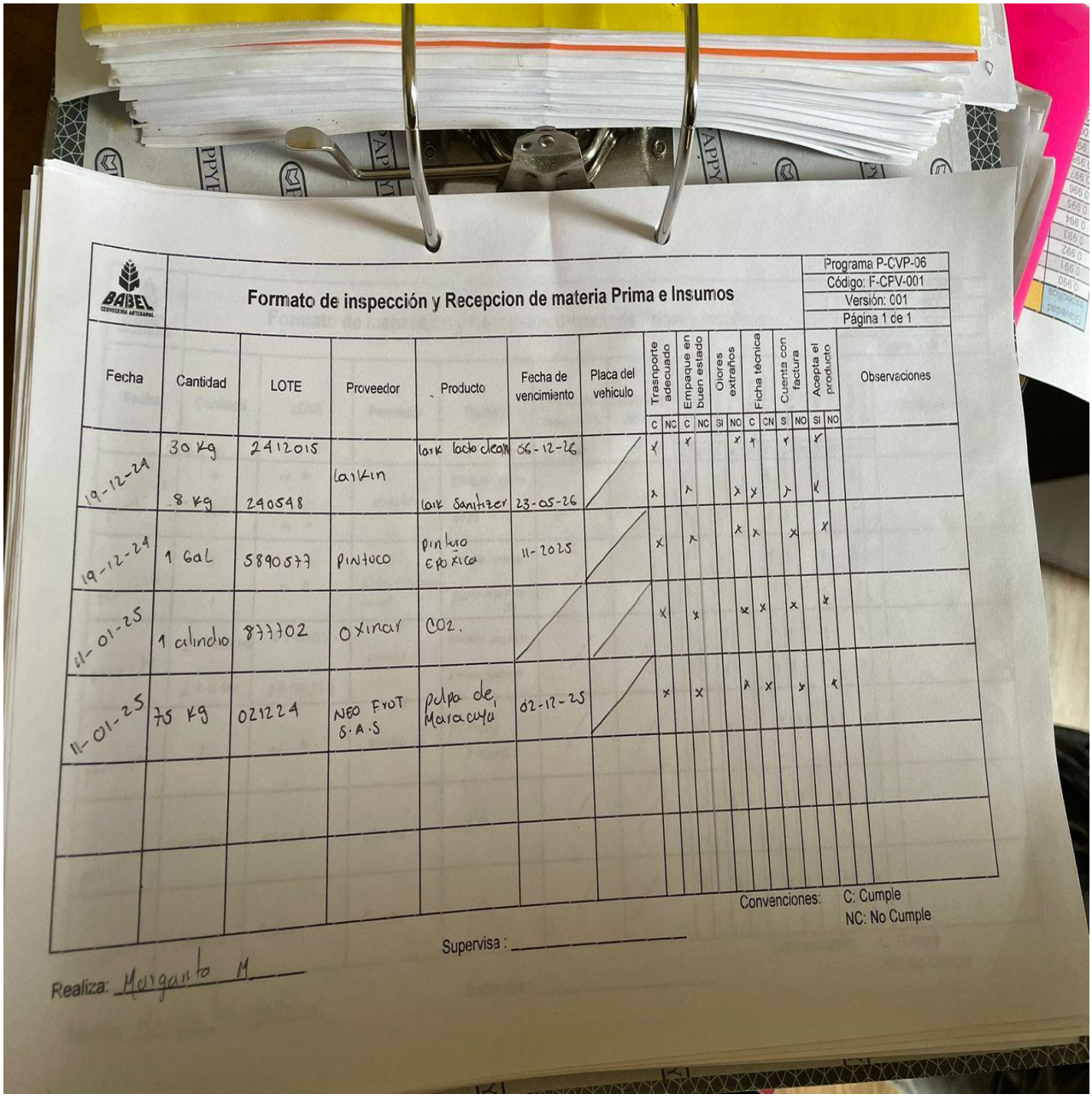
R/ Encontramos muchos tachones, datos incompletos o registros que se hacen al final del día por memoria, lo que resta fiabilidad a la trazabilidad exigida por la norma.

6. ¿Qué tan importante es para usted que la información histórica sea consultable solo por personal autorizado y cuente con respaldos?

R/ Es vital. El extravío de una carpeta física significa perder la "memoria institucional" y quedar desprotegidos ante una auditoría sanitaria.

Anexo 2

Formato de inspección y recepción de materias primas



BABEL CERVECERIA ARTESANAL

Formato de inspección y Recepcion de materia Prima e Insumos

Programa P-CVP-06
Código: F-CPV-001
Versión: 001
Página 1 de 1

Fecha	Cantidad	LOTE	Proveedor	Producto	Fecha de vencimiento	Placa del vehiculo	Trasnporte adecuado C	Trasnporte adecuado NC	Empaque en buen estado C	Empaque en buen estado NC	Olores extraños SI	Olores extraños NC	Ficha técnica C	Ficha técnica CN	Cuenta con factura S	Cuenta con factura NO	Acepta el producto SI	Acepta el producto NO	Observaciones
19-12-24	30 Kg	2412015	Lavkin	lavk lacto clean	06-12-26		X		X			X	X		X		X		
	8 Kg	240548		lavk sanitizer	23-05-26		X		X			X	X		X		X		
19-12-24	1 Gal	5890577	Pintuco	pintura epoxica	11-2025		X		X			X	X		X		X		
11-01-25	1 cilindro	877702	Oxinar	CO2.			X		X			X	X		X		X		
11-01-25	75 Kg	021224	NEO FRUT S.A.S	pulpa de Maracuya	02-12-25		X		X			X	X		X		X		

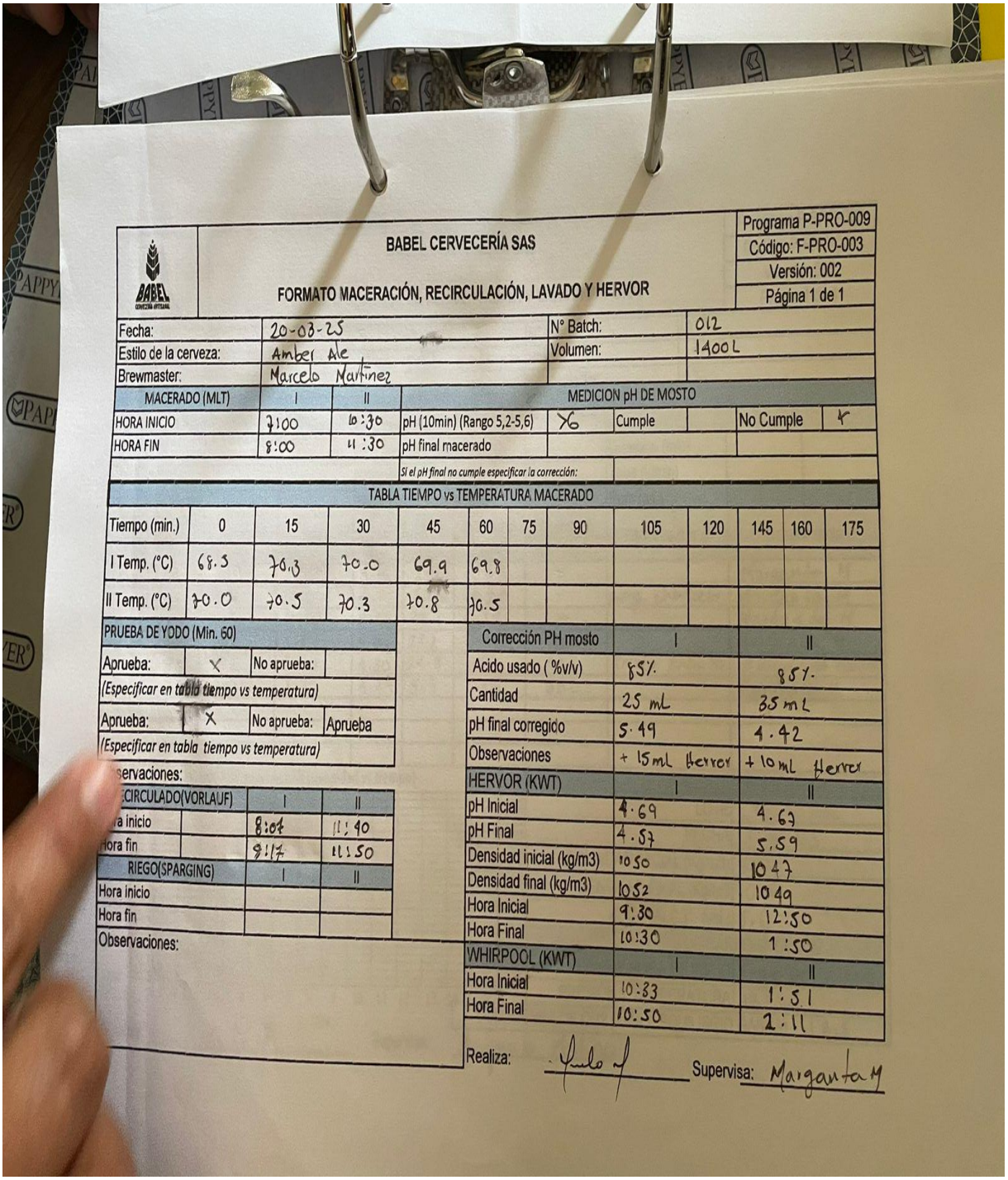
Convenciones: C: Cumple
NC: No Cumple

Supervisa: _____

Realiza: Morganto M

Anexo 3

Formato maceración, recirculación, lavado y hervor



BABEL CERVECERÍA SAS

FORMATO MACERACIÓN, RECIRCULACIÓN, LAVADO Y HERVOR

Programa P-PRO-009 | Código: F-PRO-003 | Versión: 002 | Página 1 de 1

Fecha:	20-03-25	N° Batch:	012
Estilo de la cerveza:	Amber Ale	Volumen:	1400 L
Brewmaster:	Marcelo Martinez		

MACERADO (MLT)	I	II	MEDICION pH DE MOSTO				
HORA INICIO	7:00	10:30	pH (10min) (Rango 5,2-5,6)	X6	Cumple		No Cumple
HORA FIN	8:00	11:30	pH final macerado				
			Si el pH final no cumple especificar la corrección:				

TABLA TIEMPO vs TEMPERATURA MACERADO

Tiempo (min.)	0	15	30	45	60	75	90	105	120	145	160	175
I Temp. (°C)	68.3	70.3	70.0	69.9	69.8							
II Temp. (°C)	70.0	70.5	70.3	70.8	70.5							

PRUEBA DE YODO (Min. 60)			
Aprueba:	X	No aprueba:	
(Especificar en tabla tiempo vs temperatura)			
Aprueba:	X	No aprueba:	Aprueba
(Especificar en tabla tiempo vs temperatura)			

Corrección PH mosto	I	II
Acido usado (%v/v)	85%	85%
Cantidad	25 mL	35 mL
pH final corregido	5.49	4.42
Observaciones	+ 15mL Herver	+ 10mL Herver

HERVOR (KWT)	I	II
pH Inicial	4.69	4.67
pH Final	4.57	5.59
Densidad inicial (kg/m3)	1050	1047
Densidad final (kg/m3)	1052	1049
Hora Inicial	9:30	12:50
Hora Final	10:30	1:50

WHIRPOOL (KWT)	I	II
Hora Inicial	10:33	1:51
Hora Final	10:50	2:11

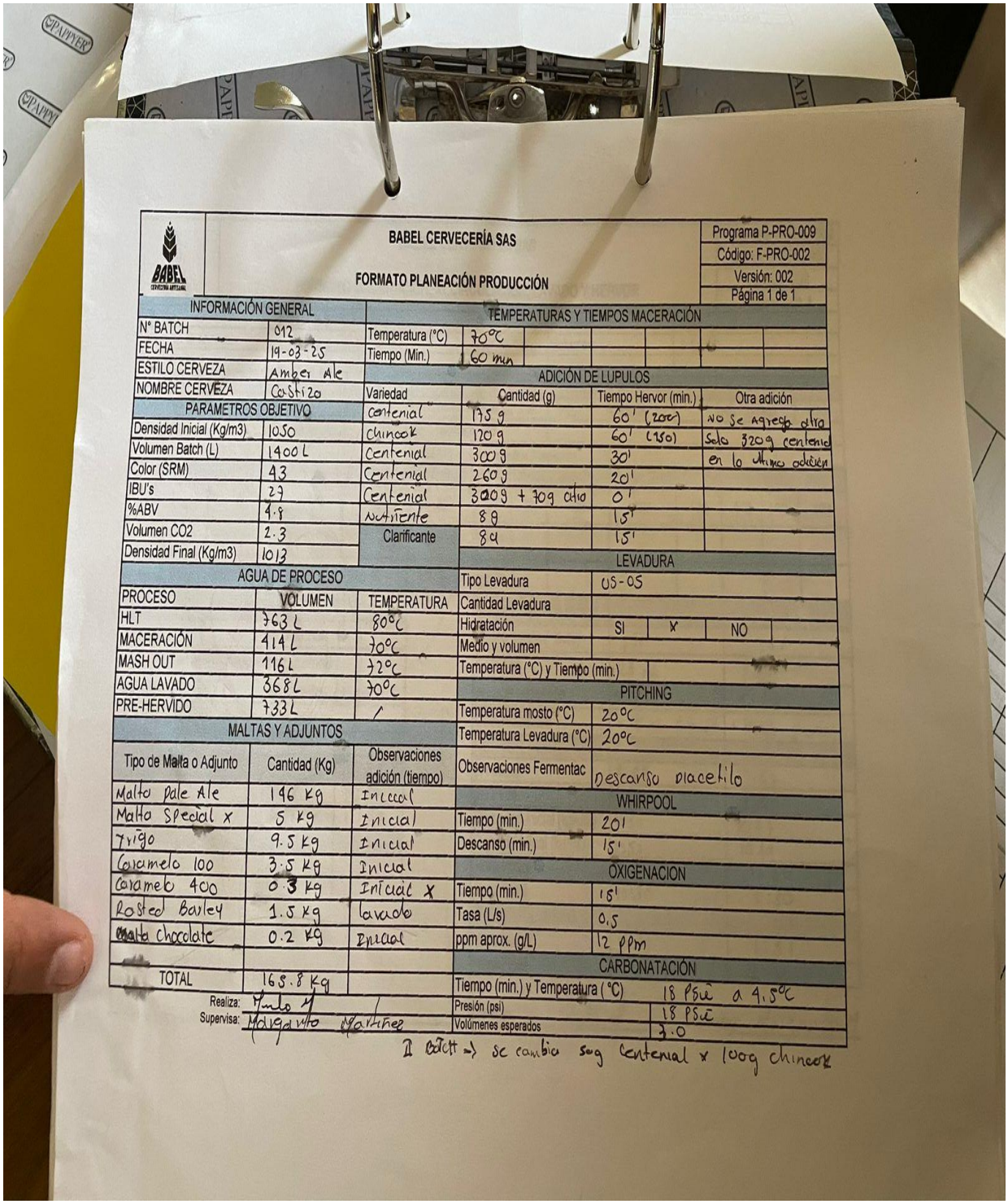
ervaciones: CIRCULADO(VORLAUF)		I	II
a inicio		8:07	11:40
Hora fin		9:17	11:50
RIEGO(SPARGING)		I	II
Hora inicio			
Hora fin			

Observaciones:

Realiza: [signature] Supervisa: Margarita M

Anexo 4

Formato planeación de producción



BABEL CERVECERÍA SAS

FORMATO PLANEACIÓN PRODUCCIÓN

Programa P-PRO-009 | Código: F-PRO-002 | Versión: 002 | Página 1 de 1

INFORMACIÓN GENERAL	
N° BATCH	012
FECHA	19-03-25
ESTILO CERVEZA	Amber Ale
NOMBRE CERVEZA	Castizo
PARAMETROS OBJETIVO	
Densidad Inicial (Kg/m3)	1050
Volumen Batch (L)	1400 L
Color (SRM)	43
IBU's	27
%ABV	4.8
Volumen CO2	2.3
Densidad Final (Kg/m3)	1013

AGUA DE PROCESO		
PROCESO	VOLUMEN	TEMPERATURA
HLT	763 L	80°C
MACERACIÓN	414 L	70°C
MASH OUT	916 L	72°C
AGUA LAVADO	368 L	70°C
PRE-HERVIDO	733 L	/

MALTAS Y ADJUNTOS		
Tipo de Malta o Adjunto	Cantidad (Kg)	Observaciones adición (tiempo)
Malta pale Ale	196 kg	Inicial
Malta Special x	5 kg	Inicial
Trigo	9.5 kg	Inicial
Caramelo 100	3.5 kg	Inicial
Caramelo 400	0.3 kg	Inicial x
Rosted Barley	1.5 kg	Lavado
Malta Chocolate	0.2 kg	Inicial
TOTAL	165.8 Kg	

Realiza: Pablo M

Supervisa: Margarita Martinez

TEMPERATURAS Y TIEMPOS MACERACIÓN						
Temperatura (°C)	70°C					
Tiempo (Min.)	60 min					

ADICIÓN DE LUPULOS			
Variedad	Cantidad (g)	Tiempo Hervor (min.)	Otra adición
Centenial	175 g	60' (20c)	No se agrega otra
Chinook	120 g	60' (35)	Solo 320g centenial
Centenial	300 g	30'	en la ultima adición
Centenial	260 g	20'	
Centenial	320 g + 30g otro	0'	
Nutriente	8 g	15'	
Clarificante	8 g	15'	

LEVADURA				
Tipo Levadura	US-05			
Cantidad Levadura				
Hidratación	SI	X	NO	
Medio y volumen				
Temperatura (°C) y Tiempo (min.)				

PITCHING	
Temperatura mosto (°C)	20°C
Temperatura Levadura (°C)	20°C
Observaciones Fermentac	descanso diacetilo

WHIRPOOL	
Tiempo (min.)	20'
Descanso (min.)	15'

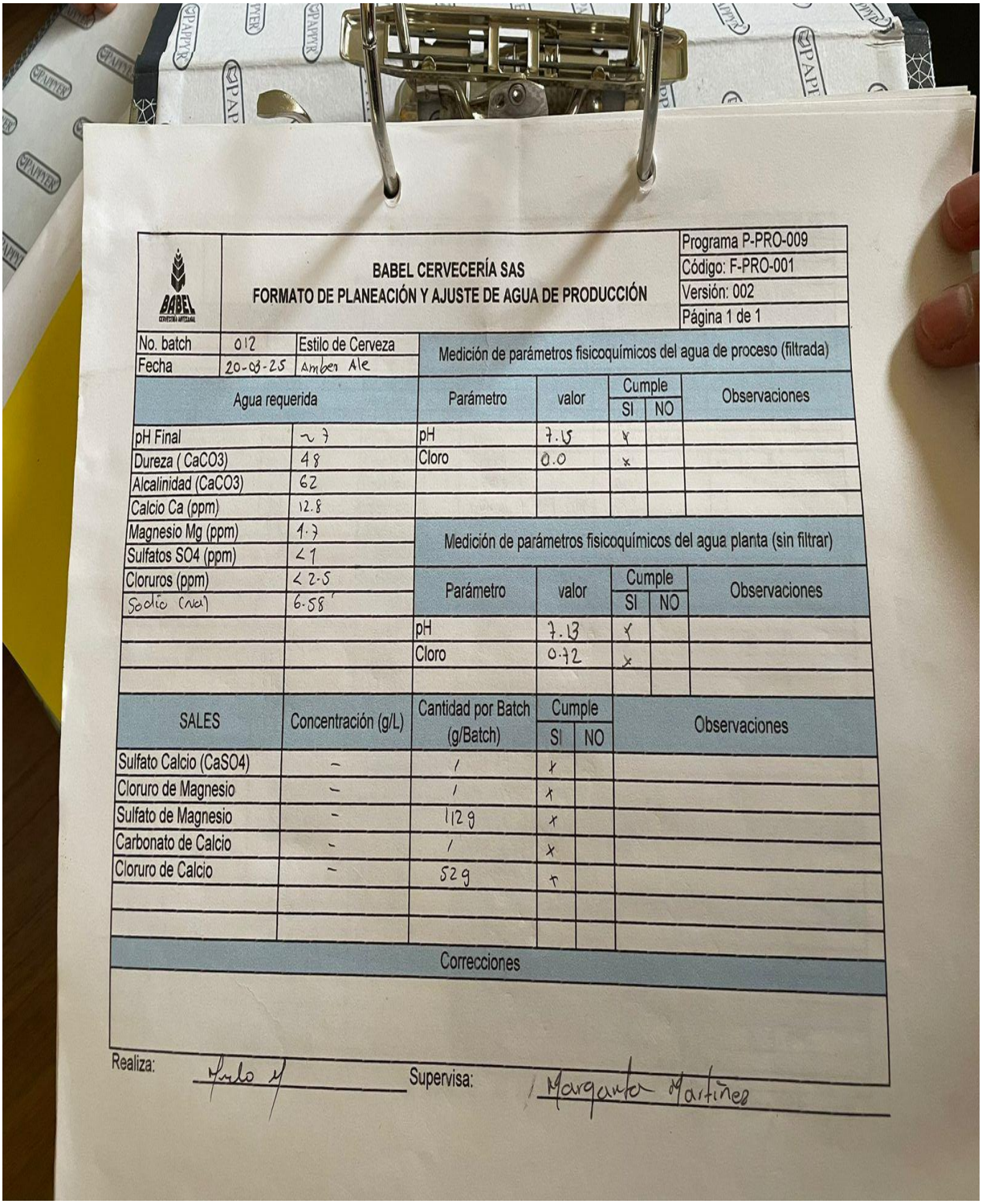
OXIGENACION	
Tiempo (min.)	15'
Tasa (L/s)	0.5
ppm aprox. (g/L)	12 ppm

CARBONATACIÓN	
Tiempo (min.) y Temperatura (°C)	18 PSI a 4.5°C
Presión (psi)	18 PSI
Volúmenes esperados	2.0

II batch => se cambia 50g Centenial x 100g Chinook

Anexo 5

Formato planeación y ajuste de agua



BABEL CERVECERÍA SAS
FORMATO DE PLANEACIÓN Y AJUSTE DE AGUA DE PRODUCCIÓN

Programa P-PRO-009
Código: F-PRO-001
Versión: 002
Página 1 de 1

No. batch	012	Estilo de Cerveza
Fecha	20-03-25	Amber Ale

Agua requerida	
pH Final	~7
Dureza (CaCO3)	48
Alcalinidad (CaCO3)	62
Calcio Ca (ppm)	12.8
Magnesio Mg (ppm)	1.7
Sulfatos SO4 (ppm)	<1
Cloruros (ppm)	<2.5
Sodio (Na)	6.58

Medición de parámetros fisicoquímicos del agua de proceso (filtrada)

Parámetro	valor	Cumple SI	Cumple NO	Observaciones
pH	7.5	x		
Cloro	0.0	x		

Medición de parámetros fisicoquímicos del agua planta (sin filtrar)

Parámetro	valor	Cumple SI	Cumple NO	Observaciones
pH	7.13	x		
Cloro	0.72	x		

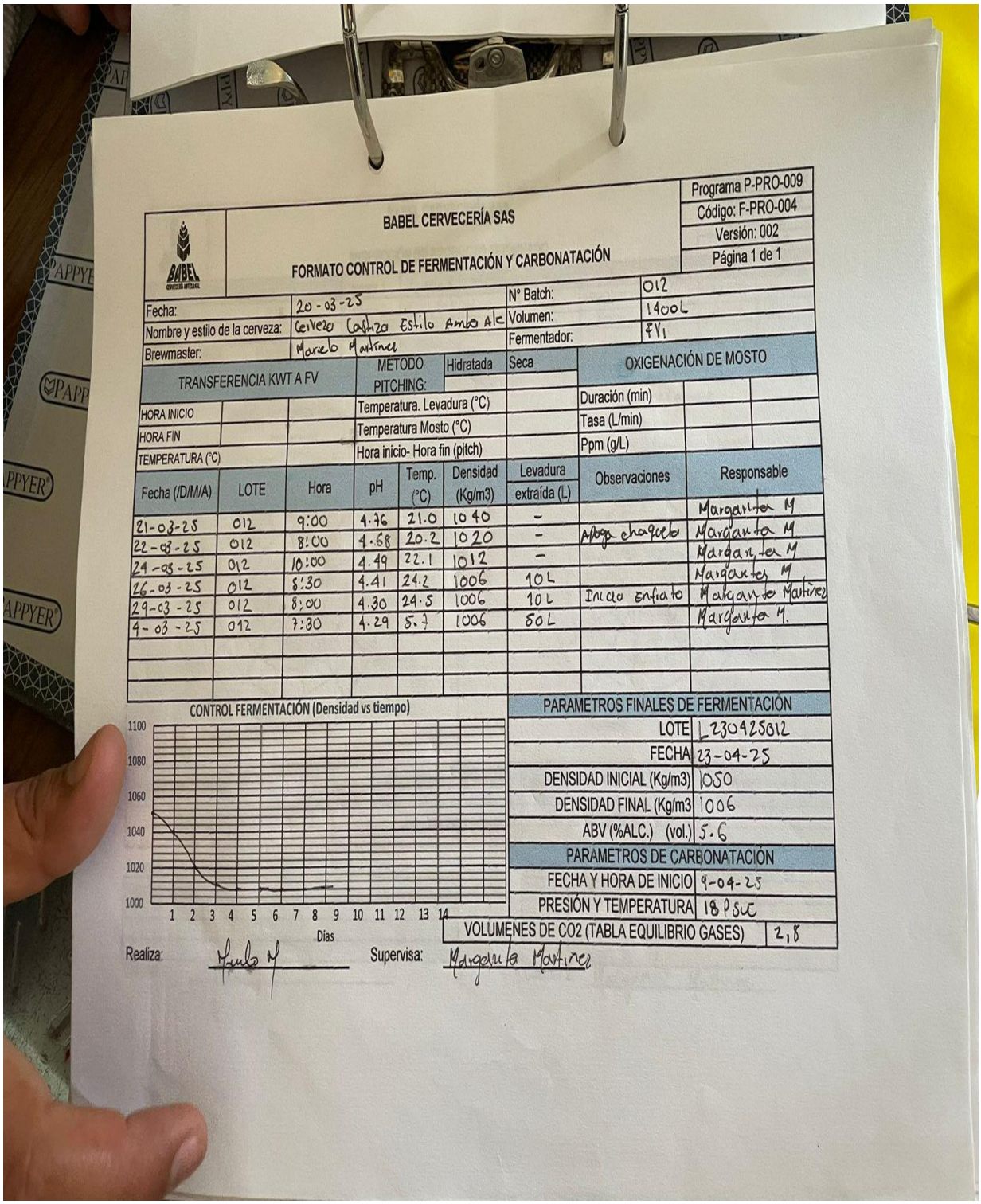
SALES	Concentración (g/L)	Cantidad por Batch (g/Batch)	Cumple SI	Cumple NO	Observaciones
Sulfato Calcio (CaSO4)	-	1	x		
Cloruro de Magnesio	-	1	x		
Sulfato de Magnesio	-	112 g	x		
Carbonato de Calcio	-	1	x		
Cloruro de Calcio	-	52 g	x		

Correcciones

Realiza: Pedro M Supervisa: Margarita Martínez

Anexo 6

Formato control de fermentación y carbonatación



BABEL CERVECERÍA SAS

FORMATO CONTROL DE FERMENTACIÓN Y CARBONATACIÓN

Programa P-PRO-009
Código: F-PRO-004
Versión: 002
Página 1 de 1

Fecha:	20-03-25	Nº Batch:	012
Nombre y estilo de la cerveza:	Cerveza Cashza Estilo Ambo Ale	Volumen:	1400L
Brewmaster:	Marcelo Martinez	Fermentador:	FV1

TRANSFERENCIA KWT A FV			METODO PITCHING:	Hidratada	Seca	OXIGENACIÓN DE MOSTO		
HORA INICIO			Temperatura. Levadura (°C)			Duración (min)		
HORA FIN			Temperatura Mosto (°C)			Tasa (L/min)		
TEMPERATURA (°C)			Hora inicio- Hora fin (pitch)			Ppm (g/L)		

Fecha (/D/M/A)	LOTE	Hora	pH	Temp. (°C)	Densidad (Kg/m3)	Levadura extraída (L)	Observaciones	Responsable
21-03-25	012	9:00	4.76	21.0	1040	-		Margarita M
22-03-25	012	8:00	4.68	20.2	1020	-	Aloja chagüelo	Margarita M
24-03-25	012	10:00	4.49	22.1	1012	-		Margarita M
26-03-25	012	8:30	4.41	24.2	1006	10L		Margarita M
29-03-25	012	8:00	4.30	24.5	1006	10L	Inicio enfiato	Margarita Martinez
4-03-25	012	7:30	4.29	5.7	1006	50L		Margarita M.

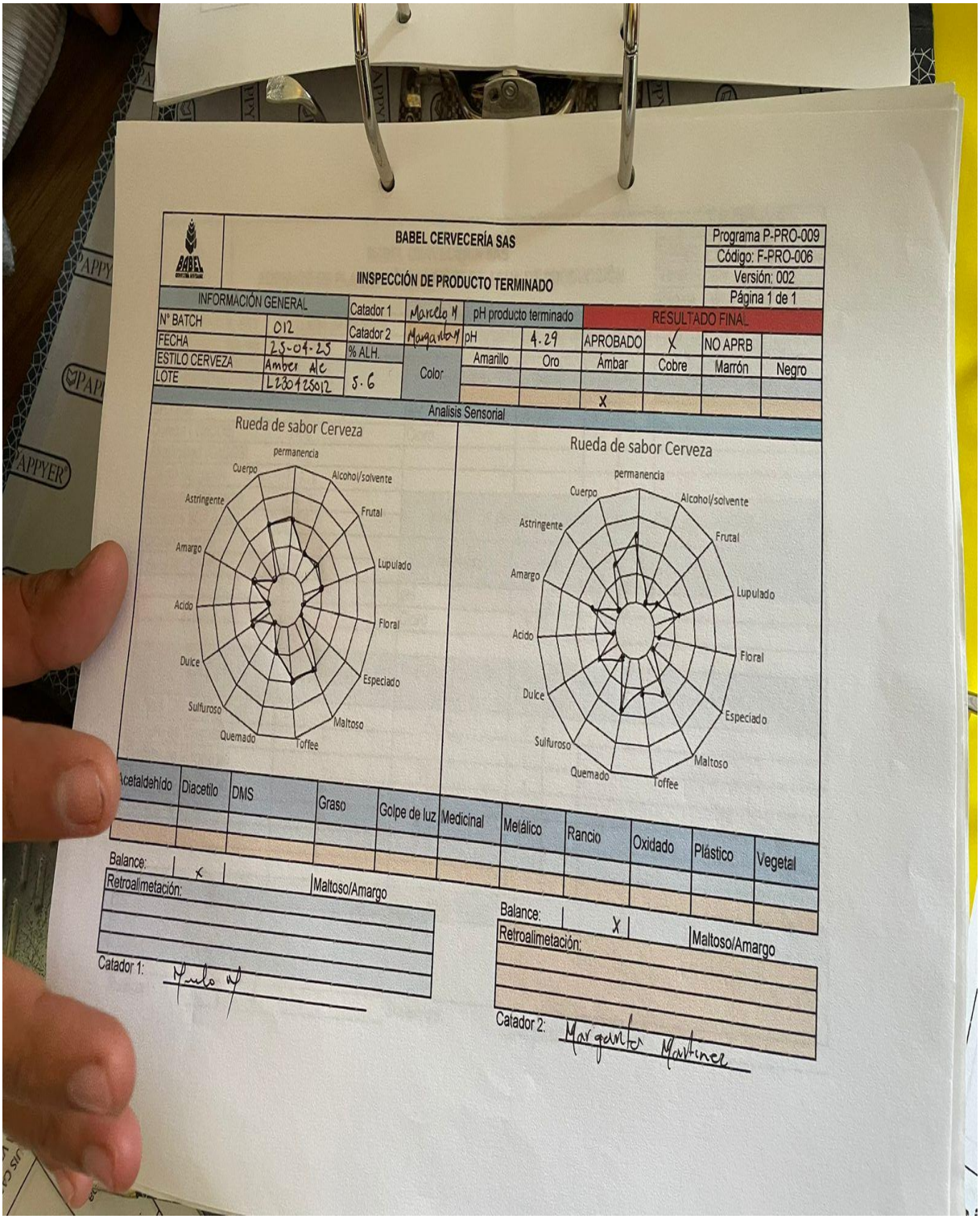
CONTROL FERMENTACIÓN (Densidad vs tiempo)

PARAMETROS FINALES DE FERMENTACIÓN	
LOTE	L230425012
FECHA	23-04-25
DENSIDAD INICIAL (Kg/m3)	1050
DENSIDAD FINAL (Kg/m3	1006
ABV (%ALC.) (vol.)	5.6
PARAMETROS DE CARBONATACIÓN	
FECHA Y HORA DE INICIO	9-04-25
PRESIÓN Y TEMPERATURA	18 PSI
VOLUMENES DE CO2 (TABLA EQUILIBRIO GASES)	2,8

Realiza: Marcelo M Supervisa: Margarita Martinez

Anexo 7

Formato inspección de producto terminado



BABEL CERVECERÍA SAS

IINSPECCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO

Programa P-PRO-009
Código: F-PRO-006
Versión: 002
Página 1 de 1

INFORMACIÓN GENERAL		Catador 1	Marcelo M	pH producto terminado		RESULTADO FINAL			
N° BATCH	012	Catador 2	Margarita M	pH	4.29	APROBADO	X	NO APRB	
FECHA	25-04-25	% ALH.		Color	Amarillo	Oro	Ambar	Cobre	Marrón	Negro
ESTILO CERVEZA	Amber Ale	5.6								
LOTE	L2304250I2						X			

Analisis Sensorial

Rueda de sabor Cerveza

Rueda de sabor Cerveza

Acetaldehído	Diacetilo	DMS	Graso	Golpe de luz	Medicinal	Metálico	Rancio	Oxidado	Plástico	Vegetal

Balance: | X | Maltoso/Amargo

Retroalimetación:

Catador 1: Marcelo M

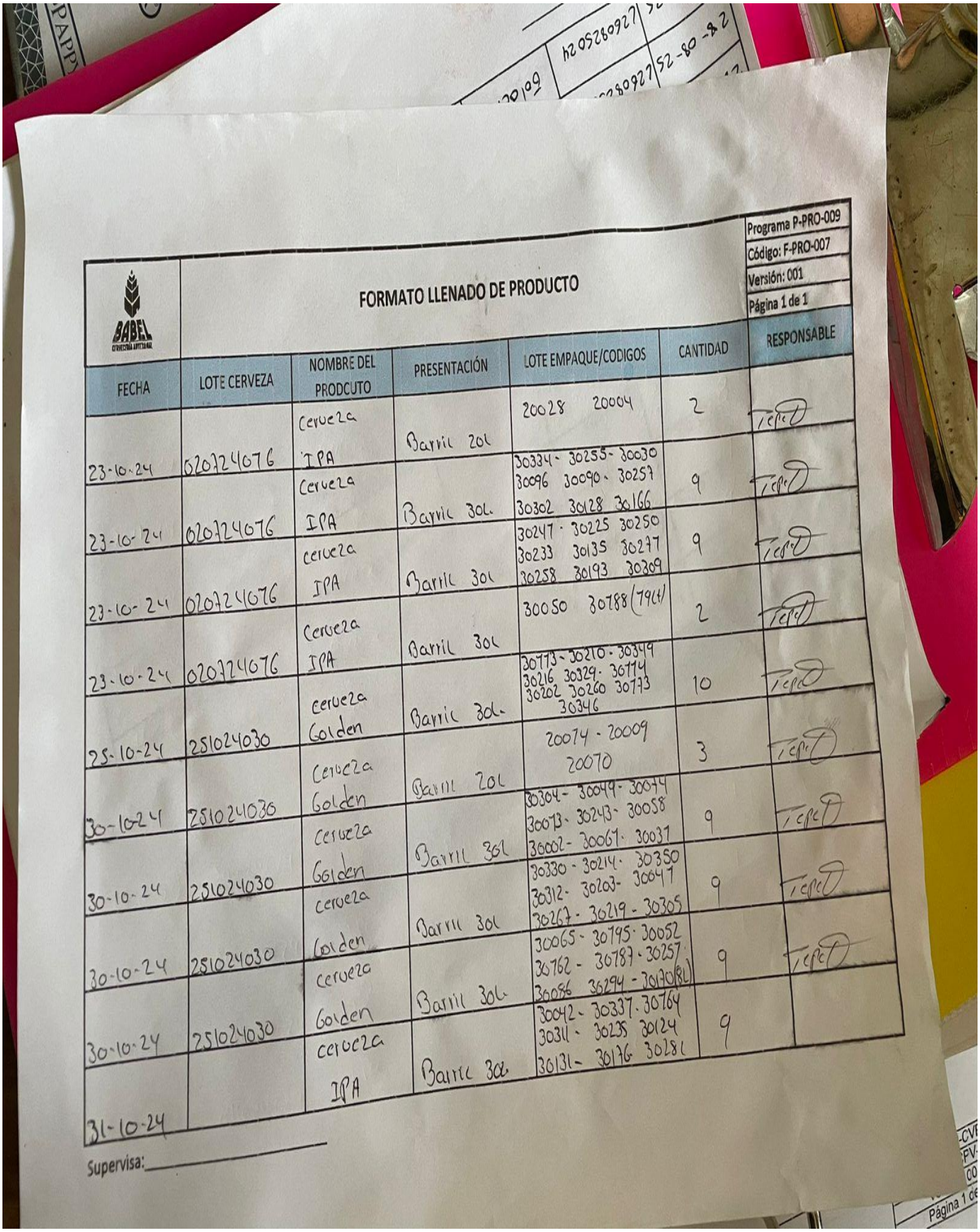
Balance: | X | Maltoso/Amargo

Retroalimetación:

Catador 2: Margarita Martinez

Anexo 8

Formato llenado de producto



BABEL

FORMATO LLENADO DE PRODUCTO

Programa P-PRO-009
Código: F-PRO-007
Versión: 001
Página 1 de 1

FECHA	LOTE CERVEZA	NOMBRE DEL PRODCUTO	PRESENTACIÓN	LOTE EMPAQUE/CODIGOS	CANTIDAD	RESPONSABLE
23-10-24	0207241076	Cerveza IPA	Barril 20L	20028 20004	2	
23-10-24	0207241076	Cerveza IPA	Barril 30L	30334- 30255- 30030 30096 30090- 30257 30302 30128 30166	9	
23-10-24	0207241076	cerveza IPA	Barril 30L	30247- 30225 30250 30233 30135 30277 30258 30193 30309	9	
23-10-24	0207241076	Cerveza IPA	Barril 30L	30050 30788 (7961)	2	
25-10-24	2510241030	cerveza Golden	Barril 30L	30773- 30210- 30349 30216 30329- 30774 30262 30260 30773 30346	10	
30-10-24	2510241030	Cerveza Golden	Barril 20L	20074 - 20009 20070	3	
30-10-24	2510241030	Cerveza Golden	Barril 30L	30304- 30049- 30074 30073- 30243- 30058 30002- 30067- 30037	9	
30-10-24	2510241030	cerveza Golden	Barril 30L	30330- 30214- 30350 30312- 30203- 30047 30267- 30219- 30305	9	
30-10-24	2510241030	cerveza Golden	Barril 30L	30065- 30795- 30052 30762- 30787- 30257 30086 30294- 30740(8L)	9	
30-10-24	2510241030	cerveza Golden	Barril 30L	30042- 30337- 30764 30311- 30235 30124 30131- 30176 30281	9	
31-10-24		cerveza IPA	Barril 30L			

Supervisa:_____

Anexo 9

Encuesta de satisfacción

- **Usabilidad e interfaz de usuario**

1. ¿La interfaz gráfica del prototipo resulta clara y facilita la navegación entre los diferentes módulos?
2. ¿El proceso de inicio de sesión se ejecuta de manera rápida y segura?

- **Funcionalidad operativa y gestión de datos**

3. ¿El módulo de gestión de recetas agiliza la configuración y consulta de los parámetros base para iniciar una producción?

4. ¿El sistema minimiza los errores manuales en el registro de la cantidad de materias primas e insumos utilizados en cada lote?

- **Trazabilidad y apoyo a la toma de decisiones**

5. ¿La plataforma permite realizar un seguimiento cronológico claro de los lotes de producción, una trazabilidad clara desde la materia prima hasta el producto terminado?

6. ¿Considera que la información generada por el prototipo es confiable para verificar el estado de los procesos y el rendimiento de la producción en Babel SAS?

Resultados de encuestas de satisfacción

A continuación, se detalla el instrumento diseñado para evaluar la percepción de los usuarios, tras la implementación y uso del prototipo de software en la planta de Babel Cervecería SAS. La escala de valoración aplicada para cada ítem es:

- 5 = Totalmente de acuerdo
- 4 = De acuerdo
- 3 = Neutral
- 2 = En desacuerdo
- 1 = Totalmente en desacuerdo

- **Usabilidad e interfaz de usuario**

1. ¿La interfaz gráfica del prototipo resulta clara y facilita la navegación entre los diferentes módulos?

***Respuesta**:* Alta concentración en (5) y (4) por parte de operarios y dirección, validando que el diseño de interfaces integrado en el prototipo cumple con criterios de facilidad de uso en entornos de producción.

2. ¿El proceso de inicio de sesión se ejecuta de manera rápida y segura?

***Respuesta**:* Tendencia mayoritaria a (5), confirmando la efectividad del control de accesos.

- **Funcionalidad operativa y gestión de datos**

3. **¿**El módulo de gestión de recetas agiliza la configuración y consulta de los parámetros base para iniciar una producción?

***Respuesta**:* Calificaciones concentradas en (5) por parte del Administrador y la directora técnica, quienes son los actores responsables de la formulación.

4. **¿**El sistema minimiza los errores manuales en el registro de la cantidad de materias primas e insumos utilizados en cada lote?

***Respuesta**:* Respuestas predominantemente en (4) y (5), lo que valida el propósito principal de sistematizar los flujos de información del inventario.

- **Trazabilidad y apoyo a la toma de decisiones**

5. **¿**La plataforma permite realizar un seguimiento cronológico claro de los lotes de producción, una trazabilidad clara desde la materia prima hasta el producto terminado?

***Respuesta**:* Valoraciones de (4) y (5), demostrando el cumplimiento del objetivo específico más crítico del proyecto.

6. **¿**Considera que la información generada por el prototipo es confiable para verificar el estado de los procesos y el rendimiento de la producción en Babel SAS?

***Respuesta**:* Respuestas situadas en (4) y (5), confirmando la utilidad del software como herramienta de soporte operacional.