

TRABAJO DE FIN DE GRADO

INNOVARE (SMARTWORKS)



Samuel Rosado Aguilera

04/11/2025 v.1.0

2.DAM B

IES ALBARREGAS

ENLACES: [TRELLO](#) [FIGMA](#) [GITHUB](#)

Licencias:

[Política de privacidad](#)

[Términos y condiciones de uso](#)

Copyright © 2025 [Innovare]

1. Resumen ejecutivo

- 1.1. Problema/oportunidad
- 1.2. Propuesta de solución
- 1.3. Objetivo de producto y objetivo de E1
- 1.4. Alcance de la demo de E1 (qué se muestra y qué no)

2. Justificación

- 2.1. Beneficios esperados (técnicos, educativos y de uso)
- 2.2. Integración con la industria extremeña (sectores, clústeres, casos de uso)
- 2.3. Análisis de productos similares (benchmark breve: 3–5 referencias)
- 2.4. Participación en ODS (mapa ODS ↔ funcionalidad/impacto)

3. Historias de usuario

- 3.1. Convenciones de numeración y formato (p. ej., HU-001, HU-002...)
- 3.2. Ejemplos de historias (3–5) con Criterios de Aceptación (Given/When/Then)
- 3.3. Backlog priorizado (MoSCoW/Kano o similar) – Must/Should/Could
- 3.4. Trazabilidad HU ↔ CA ↔ Pruebas ↔ Figma

4. Arquitectura

- 4.1. Diagrama (C1/C2: contexto y contenedores)
- 4.2. Decisiones de arquitectura (ADR) y numeración (p. ej., ADR-001, ADR-002)
 - 4.2.1. ADR-001: Título (contexto, decisión, alternativas, consecuencias)
 - 4.2.2. ADR-002: Título (...)
- 4.3. Integraciones, datos y dependencias
- 4.4. Riesgos técnicos y mitigación

5. Requisitos no funcionales (NFR)

- 5.1. Convención de numeración (p. ej., NFR-001, NFR-002...)
- 5.2. Rendimiento y capacidad (latencia, throughput)
- 5.3. Seguridad (authZ/authN, cifrado, logs)
- 5.4. Accesibilidad y UX (pautas mínimas)
- 5.5. Calidad del código y mantenibilidad (estándares, lint, pruebas)
- 5.6. Observabilidad (logs, métricas)
- 5.7. Verificación de NFR (métricas y cómo medirlas)

6. Prototipo Figma y Anexos

- 6.1. Prototipo navegable (lista de pantallas/flows y estados)
- 6.2. Guía de diseño (tokens: color, tipografía, espaciado; componentes y variantes)

7. Anexos

- 7.1. Plan de pruebas y evidencias (capturas, videos, enlaces)
- 7.2. KPIs iniciales (aceptación HU, defectos, lead time)
- 7.3. Enlaces y referencia de artefactos (repo, tablero, ADR, NFR)
- 7.4. Changelog de E1 (tabla de cambios relevante)

Resumen Ejecutivo

Problema

Durante los últimos años he trabajado en una empresa dedicada al procesamiento y envasado de fruta, donde he podido observar que gran parte de la gestión de recursos —tanto materiales como humanos— se realiza de forma manual, mediante registros en papel. Este método, aunque tradicional, genera ineficiencias, dificulta el control y el seguimiento de los recursos utilizados y retrasa la toma de decisiones. En un contexto empresarial cada vez más digitalizado, resulta imprescindible implementar soluciones tecnológicas que permitan automatizar estos procesos, optimizar la gestión operativa y garantizar una mayor trazabilidad y precisión en el uso de los recursos.

Propuesta de solución y objetivos de E1

El objetivo principal de esta aplicación es optimizar y digitalizar la gestión integral de la empresa, permitiendo controlar de forma automatizada tanto las ventas y los pedidos como los recursos y materiales necesarios para cada uno. De este modo, se elimina la dependencia de registros manuales y de la intervención constante del personal para llevar el seguimiento de los pedidos, el recuento de palets o el control del stock disponible. La aplicación está diseñada para centralizar toda la información de la empresa en una única plataforma, facilitando la gestión del inventario de fruta (entradas, salidas y mermas), así como la administración de proveedores y clientes. Además, permitirá automatizar los procesos de pedidos, facturación y generación de albaranes, garantizando mayor agilidad y precisión en las operaciones. Como valor añadido, incluirá un sistema de reportes y estadísticas que ofrecerá una visión detallada del rendimiento comercial, como las ventas por temporada o las frutas más demandadas. De forma opcional, se contempla la incorporación de un módulo de predicción basado en inteligencia artificial, capaz de estimar la demanda de fruta en determinadas épocas del año, ayudando a optimizar la planificación de la producción y el aprovisionamiento.

Alcance de la demo de E1

Se muestra:

- Enlaces a los diferentes repositorios
- Pantallas de prueba en figma
- Avances en Trello

No se muestra:

- Código back-end y Código front-end

Justificación

Beneficios Esperados

BENEFICIO	DESCRIPCIÓN
DIGITALIZACIÓN	Eliminación del papel y registro manual, centralizando la información
EFICIENCIA OPERATIVA	Ahorro de tiempo en gestión de inventarios, pedidos y facturación
REDUCCIÓN DE ERRORES	Automatización de cálculos y registros para minimizar mermas y pérdidas
SEGUIMIENTO INTELIGENTE DEL STOCK	Entradas, salidas y control de caducidad en tiempo real
REPORTES Y ANÁLISIS	Estadísticas para tomar decisiones basadas en datos
PREDICCIÓN CON IA	(OPCIONAL) Estimación de la demanda para optimizar compras y producción
ESCALABILIDAD	Adaptable a otros sectores y empresas, no solo fruta
MEJORA DE ATENCIÓN CON CLIENTES	Gestión rápida y eficiente de pedidos, albaranes y facturas
SOSTENIBILIDAD	Menor consumo de recursos(papel, energía) y reducción del desperdicio

Integración con la industria extremeña

Extremadura presenta un encaje territorial claro entre sus sectores agroalimentarios y las soluciones de digitalización logística e industrial: existen cooperativas y plantas que pueden ganar eficiencia con inventario, mermas, trazabilidad y planificación de demanda estacional, especialmente en Vegas del Guadiana, Tierra de Barros y subzonas vitivinícolas del norte cacereño.

Sector agroindustrial (fruta y hortalizas en Vegas Bajas / Valle del Guadiana):

- Tal como se describe en el TFG, muchas cooperativas gestionan su inventario, ventas, pedidos y proveedores manualmente (papel y boli), lo que limita el control de mermas y la toma de decisiones.
- La solución SMARTWORKS centraliza la información, automatiza el registro de entradas/salidas de fruta, genera albaranes/facturas, y alerta sobre stock bajo y caducidad.
- Ejemplo concreto: Una cooperativa recibe 10.000 kg de naranjas, registra la entrada desde la app. Cada venta a supermercados descuenta el stock automáticamente y genera la documentación de envío, permitiendo reducir errores y mejorar la trazabilidad, así como prever la demanda futura basada en informes de ventas estacionales.
- Impacto territorial: Permite a las empresas de Extremadura digitalizar su gestión, reducir pérdidas, optimizar pedidos y mejorar su competitividad en exportación y ferias internacionales.

Industrias transformadoras de tomate en Badajoz (Tomates del Guadiana):

- En grandes fábricas con enorme volumen y estacionalidad, la gestión precisa de pedidos y almacén es esencial. El TFG propone módulos de inventario y control de proveedores capaces de recibir, clasificar y actualizar directamente los kilos descargados, evitando cuellos de botella y agilizando la entrega/facturación.
- Ejemplo: El responsable recibe una entrada masiva de tomate, lo registra en la app, el stock se actualiza, permite saber cuánto hay disponible para producción y expedición, y el sistema puede mostrar recomendaciones para períodos de alta demanda usando predicción de IA.
- Impacto territorial: Optimiza la producción en campañas, evita faltas de stock, y facilita la gestión documental para auditorías ambientales y exportaciones.

Bodegas y productores de vino del norte de Cáceres:

- Tanto bodegas familiares como empresas exportadoras pueden monitorizar inventario de botellas, barricas y lotes con el ERP SMARTWORKS, automatizando pedidos y facturas.
- Ejemplo: La bodega recibe uva, la registra digitalmente y cada salida de vino se descuenta del inventario. Por campañas y ferias, puede crear informes de stock y ventas, anticipando necesidades y preparando pedidos personalizados o lotes por mercado internacional.
- Impacto territorial: Permite acreditar la trazabilidad exigida por denominaciones de origen y facilita la gestión en eventos, ferias o exportaciones con respuesta ágil y documentación electrónica.

Cooperativa de frutos secos emergente (ejemplo de pistacho, sur de Badajoz):

- Planta nueva, con gestión manual del stock, que puede dar el salto a ERP con control centralizado, automatización de entradas, salidas y generación de albaranes/facturas, más reportes estacionales automatizados.
- Ejemplo: Entrada de toneladas de pistacho, control digital, generación de documentación automática, alertas de mínima cantidad y predicción de demanda según los reportes de campañas pasadas.
- Impacto territorial: Da poder de reacción y anticipación a nuevas empresas en mercados nacionales/internacionales.

Conclusión:

El caso SMARTWORKS del TFG es totalmente aplicable a varios sectores territoriales de Extremadura, ofreciendo automatización real para empresas cooperativas, industrias agroalimentarias y bodegas, facilitando el salto digital:

- Control centralizado del inventario
- Automatización de pedidos, ventas, facturación
- Reportes inteligentes y predicción de demanda con IA
- Cumplimiento normativo y trazabilidad electrónica

Todo esto contribuye a modernizar el tejido agroindustrial extremeño, posicionando a sus empresas en mejores condiciones frente a la competencia y los desafíos logísticos, estacionales y comerciales.

Análisis de productos similares

1. SAP Business One

SAP Business One es uno de los sistemas ERP más reconocidos a nivel mundial, diseñado para la gestión integral de empresas de todos los sectores. Su fortaleza reside en la amplitud de módulos, escalabilidad y capacidad de integración con otros sistemas globales. Sin embargo, su implantación resulta costosa y compleja, especialmente para pequeñas y medianas empresas del sector agroalimentario que buscan soluciones más ajustadas a su dimensión.

Diferenciación SMARTWORKS: Frente a SAP, SMARTWORKS se posiciona como una solución sectorial asequible, pensada para pymes agroindustriales que necesitan digitalización rápida, integración de almacén, pedidos y ventas sin la carga ni los costes de un ERP universal.

2. Agroptima

Agroptima es una app enfocada a la gestión agrícola, especialmente dedicada al cuaderno de campo digital, control de tareas y trazabilidad en la explotación agrícola. Su interfaz es sencilla y está muy centrada en trabajo de campo y control de explotaciones.

Diferenciación SMARTWORKS: Aunque SMARTWORKS comparte la orientación al sector primario, va un paso más allá incluyendo módulos de facturación automatizada, predicción con IA y gestión avanzada de almacén, ofreciendo una solución integral que cubre toda la cadena agroalimentaria y no solo la parte agrícola.

3. Odoo

Odoo es un ERP open source modular y personalizable cuyo atractivo reside en la enorme comunidad y la cantidad de módulos disponibles para todo tipo de negocio. Permite gestionar ventas, compras, almacenes y producción, aunque su personalización e integración requieren ciertos conocimientos técnicos, a veces fuera del alcance de una pyme típica del sector agrario regional.

Diferenciación SMARTWORKS: SMARTWORKS se dirige a la pyme local, con una solución lista para implantarse y usar, con foco en las empresas agroalimentarias, facilitando la curva de aprendizaje y asegurando un soporte adaptado a realidades del entorno rural y agroindustrial.

4. Ceres Control

Ceres Control es una plataforma que ofrece soluciones tecnológicas para la gestión de explotaciones agrícolas y cooperativas, incorporando módulos para inventario, ventas y trazabilidad de productos frescos. Está pensada para el sector agroalimentario pero requiere parametrización previa, y sus costes/licencias pueden resultar elevados para pequeñas cooperativas o industrias que sólo quieren digitalizar procesos básicos sin configurar un sistema a medida.

Diferenciación SMARTWORKS: SMARTWORKS está específicamente diseñada para facilitar la digitalización “ya lista para usar” en pymes agroindustriales de fruta y procesados, eliminando complejidades de personalización e integración, con módulos de facturación y reportes listos, predicción de demanda por IA y soporte adaptado a la realidad extremeña. Así, es más accesible y funcional desde el primer día para cooperativas y pequeñas empresas que buscan sencillez, rapidez y soporte cercano.

Participaciones en ODS

SMARTWORKS se alinea con los ODS favoreciendo un desarrollo local innovador, justo, sostenible y resiliente, contribuyendo a la mejora del empleo, la productividad, la sostenibilidad medioambiental y la lucha contra el desperdicio alimentario mediante la digitalización y automatización del sector agroindustrial.

ODS 2: Hambre cero

Aunque indirecto, SMARTWORKS aporta herramientas que pueden mejorar el acceso, trazabilidad y disponibilidad de los alimentos en el mercado local y exportación, ayudando a garantizar un suministro fiable y mejorar la logística alimentaria. Este impacto es especialmente relevante en regiones productivas como Extremadura, que abastecen tanto al mercado nacional como internacional.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico

SMARTWORKS contribuye directamente a la profesionalización del sector agroindustrial, permitiendo a empresas y cooperativas de cualquier tamaño mejorar sus procesos productivos y administrativos. Al centralizar la gestión y digitalizar tareas clave, fomenta empleos más cualificados, reduce el estrés operativo y ayuda a crear puestos de trabajo asociados a tecnología, logística y análisis de datos.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura

El proyecto impulsa la innovación dentro de la industria alimentaria y agrícola regional. La incorporación de inteligencia artificial para previsiones, control personalizado de stocks y conectividad digital refuerza una infraestructura empresarial más fuerte, eficiente y resiliente. Además, facilita el acceso tecnológico en zonas rurales, superando el tradicional retraso en digitalización de muchas empresas agroalimentarias.

ODS 12: Producción y consumo responsables

La automatización y transparencia que aporta SMARTWORKS a la gestión de inventarios, pedidos y mermas permite reducir el desperdicio alimentario, optimizar la demanda y prevenir errores de sobreproducción. Así, favorece la sostenibilidad haciéndola medible y gestionable, alineando a los productores locales con los estándares globales de responsabilidad y eficiencia

ODS 13: Acción por el clima

SMARTWORKS tiene el potencial de impactos positivos en la reducción de la huella ecológica y la lucha contra el cambio climático. Al permitir un uso más eficiente de materiales y energía, minimizar desplazamientos innecesarios y facilitar la monitorización de acciones sostenibles, la aplicación ayuda a que productores y empresas puedan adaptar su actividad a escenarios climáticos adversos y cumplir con las normativas verdes.

Historias de Usuario

HU-001 – Inicio de sesión básico (MUST)

Como usuario de la empresa, quiero iniciar sesión con mi cuenta para acceder de forma segura a los datos de inventario, pedidos y clientes.

- D: Dado que tengo usuario y contraseña válidos,
- C: cuando los introduzco en la pantalla de login y pulso “Entrar”,
- E: entonces accedo a la pantalla de inicio sin errores y veo mi panel principal.

HU-002 – Ver panel de inicio (MUST)

Como encargado, quiero ver un panel de inicio con un resumen de pedidos y stock para entender rápidamente la situación de la empresa.

- D: Dado que he iniciado sesión correctamente,
- C: cuando accedo a la pantalla de Inicio,
- E: entonces veo al menos tarjetas de “Pedidos pendientes” y “Stock bajo” con sus cantidades.

HU-003 – Ver lista de movimientos de stock (MUST)

Como encargado de almacén, quiero ver una lista de movimientos recientes de stock para controlar entradas, salidas y mermas registradas.

- D: Dado que hay movimientos registrados en el sistema,
- C: cuando abro la sección “Movimientos”,
- E: entonces veo una lista ordenada por fecha con tipo de movimiento, producto y cantidad.

HU-004 – Filtrar movimientos por tipo (SHOULD)

Como encargado, quiero filtrar los movimientos por tipo (entrada, salida, merma, ajuste) para localizar rápidamente la información que necesito.

- D: Dado que estoy en la pantalla de Movimientos,
- C: cuando selecciono un filtro de tipo concreto,
- E: entonces la lista solo muestra los movimientos de ese tipo.

HU-005 – Registrar entrada de stock (MUST)

Como encargado de almacén, quiero registrar una entrada de fruta indicando producto y cantidad para mantener actualizado el inventario.

- D: Dado que accedo al formulario de “Nuevo movimiento”,
- C: cuando selecciono tipo “Entrada” y relleno producto y cantidad obligatorios,
- E: entonces el sistema guarda el movimiento como entrada y actualiza el stock del producto.

HU-006 – Registrar salida de stock (MUST)

Como encargado, quiero registrar salidas de stock asociadas a pedidos para que el inventario refleje lo que realmente queda disponible.

- D: Dado que estoy en “Nuevo movimiento”,
- C: cuando selecciono tipo “Salida” y relleno producto y cantidad,
- E: entonces el sistema descuenta esa cantidad del stock y guarda el movimiento.

HU-007 – Registrar merma (SHOULD)

Como encargado, quiero registrar mermas de fruta (por caducidad o daño) para tener trazabilidad de las pérdidas.

- D: Dado que estoy en “Nuevo movimiento”,
- C: cuando selecciono tipo “Merma” y relleno producto, cantidad y motivo opcional,
- E: entonces el sistema registra la merma, descuenta el stock y queda marcada como tal en la lista de movimientos.

HU-008 – Ver lista de pedidos (MUST)

Como personal administrativo, quiero ver una lista de pedidos con su estado para gestionar envíos y facturación.

- D: Dado que hay pedidos registrados,
- C: cuando entro en la sección “Pedidos”,
- E: entonces veo para cada pedido su número, cliente, fecha y estado (pendiente, enviado, facturado).

HU-009 – Crear nuevo pedido (MUST)

Como administrativo, quiero crear un nuevo pedido para un cliente seleccionando productos y cantidades para formalizar ventas.

- D: Dado que accedo a “Nuevo pedido”,
- C: cuando selecciono un cliente, añado al menos un producto con cantidad y guardo,
- E: entonces el pedido se crea con estado inicial “Pendiente” y aparece en la lista de pedidos.

HU-010 – Cambiar estado de pedido (SHOULD)

Como administrativo, quiero actualizar el estado del pedido (pendiente, enviado, facturado) para reflejar su progreso real.

- D: Dado que un pedido existe en la lista,
- C: cuando edito su estado y confirmo el cambio,
- E: entonces el pedido muestra el nuevo estado y queda actualizado en la vista de pedidos.

HU-011 – Gestionar clientes (MUST)

Como empresa, quiero registrar y consultar clientes con sus datos de contacto para asociarlos a pedidos y facturas.

- D: Dado que estoy en la sección “Clientes”,
- C: cuando creo un nuevo cliente con nombre y datos básicos obligatorios,
- E: entonces ese cliente queda disponible para seleccionarlo al crear pedidos.

HU-012 – Alertas de stock bajo (SHOULD)

Como responsable, quiero ver alertas de productos en stock bajo para poder hacer nuevos pedidos a proveedores a tiempo.

- D: Dado que existen productos por debajo del umbral configurado,
- C: cuando accedo al panel de Inicio o a Inventario,
- E: entonces veo una sección o indicador que lista esos productos como “Stock bajo”.

HU-013 – Ver reportes básicos de ventas (COULD)

Como gerente, quiero ver un resumen básico de ventas por periodo para tener una visión general del rendimiento comercial.

- D: Dado que hay pedidos facturados,
- C: cuando accedo a la sección de “Informes” y elijo un rango de fechas,
- E: entonces el sistema muestra un resumen con total vendido y, si es posible, productos más vendidos.

HU-014 – Navegación por barra inferior (MUST)

Como usuario, quiero moverme entre Inicio, Movimientos, Pedidos, Clientes e Informes desde una barra inferior para no perderme en la aplicación.

- D: Dado que estoy dentro de la app autenticado,
- C: cuando pulso cualquiera de los iconos de la barra inferior,
- E: entonces se abre la pantalla correspondiente manteniendo el contexto de usuario.

HU-015 – Sesión segura y cierre (SHOULD)

Como usuario, quiero poder cerrar sesión desde la app para proteger los datos cuando dejo de usar el dispositivo.

- D: Dado que estoy logueado,
- C: cuando elijo la opción “Cerrar sesión” en el menú de usuario,
- E: entonces la app me devuelve a la pantalla de login y no puedo volver a ver datos sin volver a identificarme.

Arquitectura C1/C2

C1 – Diagrama de contexto (alto nivel)

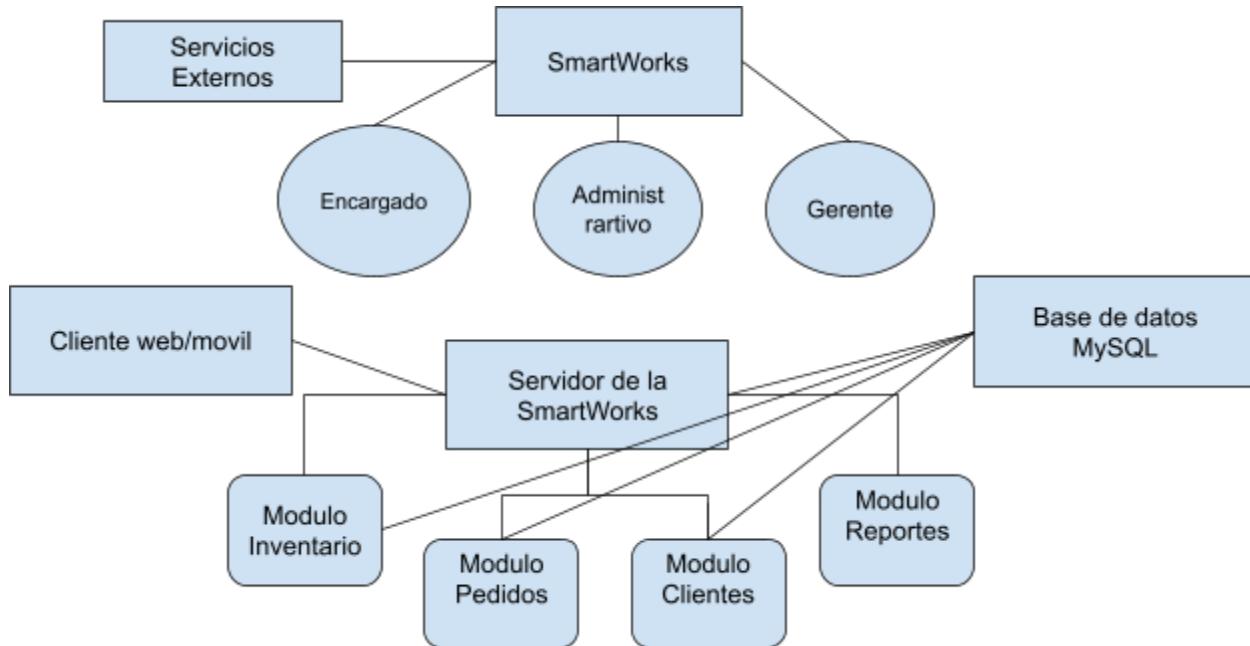
- Actor principal:
 - Encargado de almacén / Administrativo / Gerente: usa SMARTWORKS desde móvil o escritorio para gestionar inventario, pedidos, clientes y ver informes.
- Sistema central:
 - Sistema SMARTWORKS (ERP ligero para empresas de fruta): centraliza todos los datos de stock, movimientos, pedidos, clientes y proveedores.
- Otros sistemas externos (futuros o opcionales):
 - Servicio de correo o notificaciones (para avisos de stock bajo o envío de documentos).
 - Servicio de IA / analítica (para predicción de demanda usando datos históricos).

Relación: los usuarios interactúan con SMARTWORKS vía aplicación móvil/escritorio; SMARTWORKS lee y escribe en su base de datos y, opcionalmente, envía datos a servicios externos de correo/IA.

C2 – Diagrama de contenedores

- Cliente web/móvil (Front-end)
 - Tecnologías previstas: interfaz híbrida basada en Java + HTML/CSS para la parte web y adaptada a móvil.
 - Responsabilidad: mostrar pantallas de login, inicio, movimientos, pedidos, clientes e informes, aplicar la guía de estilo visual y enviar/recibir datos del backend mediante peticiones HTTP/JSON.

- Servidor de aplicación / API REST (Back-end)
 - Tecnología prevista: Java como lenguaje principal.
 - Responsabilidades principales:
 - Autenticación y autorización de usuarios.
 - Gestión de inventario (productos, stock, entradas, salidas y mermas).
 - Gestión de pedidos y sus líneas, y relación con clientes y proveedores.
 - Cálculo de alertas de stock bajo y generación de datos agregados para informes.
 - Exposición de endpoints para que el cliente web/móvil consuma todas estas funciones y, en el futuro, para integrarse con un módulo de IA.
- Base de datos relacional MySQL
 - Contiene tablas para usuarios, productos, movimientos de stock, pedidos, líneas de pedido, clientes y proveedores, entre otras.
 - Se encarga de almacenar de forma persistente toda la información operativa y de permitir consultas eficientes para el panel de inicio, listados y reportes.
- Módulo de reportes y analítica (submódulo del backend)
 - Usa los datos de la base de datos para generar informes de ventas por temporada, productos más vendidos y resúmenes de rendimiento.
 - En versiones posteriores puede conectarse con un servicio de IA para estimar demanda futura y apoyar la planificación de compras y producción.
- Servicios externosopcionales
 - Servicio de correo/notificaciones conectado al backend para enviar avisos a usuarios cuando se detecta stock bajo o se completan determinados eventos.
 - Servicio de IA externo o interno que recibe datos históricos desde el backend y devuelve predicciones que se muestran en la interfaz de informes.



Requisitos no funcionales (RNF)

NFR-001 – Rendimiento de consultas básicas

- Descripción: Las pantallas de Inicio, Movimientos y Pedidos deben cargar en un tiempo aceptable para el usuario.
- Métrica: Tiempo de respuesta medio de la API para listar datos principales (ms).
- Umbral: ≤ 1.000 ms para listas de hasta 100 registros.
- Verificación: Pruebas de rendimiento con herramientas de medición (por ejemplo, llamadas repetidas a los endpoints de listado y registro del tiempo medio).
- Trazabilidad: HU-002 (panel de inicio), HU-003 (lista de movimientos), HU-008 (lista de pedidos), ADR-001.

NFR-002 – Seguridad de acceso

- Descripción: Solo usuarios autenticados pueden acceder a datos de inventario, pedidos, clientes y movimientos.
- Métrica: Porcentaje de peticiones a recursos protegidos que requieren token/session válida.
- Umbral: 100% de los endpoints sensibles requieren autenticación; 0 accesos anónimos a datos de negocio.
- Verificación: Revisión de endpoints + pruebas manuales/automatizadas intentando acceder sin login (se debe devolver error 401/403).
- Trazabilidad: HU-001 (login), HU-015 (cierre de sesión), ADR-001.

NFR-003 – Integridad y consistencia de datos

- Descripción: Los movimientos de stock y pedidos deben reflejarse siempre de forma consistente en el inventario.
- Métrica: Porcentaje de operaciones de entrada/salida/pedido que dejan el stock en estado coherente (sin valores negativos ni desajustes obvios).
- Umbral: 100% de operaciones registradas en E1 mantienen stock ≥ 0 y coherente con la suma de movimientos.
- Verificación: Pruebas de integración que crean entradas, salidas y pedidos y verifican el valor de stock resultante en la base de datos.
- Trazabilidad: HU-005, HU-006, HU-007, HU-009, ADR-001.

NFR-004 – Usabilidad básica y accesibilidad

- Descripción: La interfaz debe ser legible y usable por personal no experto, con buen contraste y tamaños adecuados.
- Métrica:
 - Tamaño mínimo de fuente en cuerpo de texto (px).
 - Ratio de contraste texto/fondo (WCAG).
- Umbral:
 - Fuente cuerpo ≥ 16 px.
 - Contraste principal texto/fondo $\geq 4.5:1$.
- Verificación: Revisión del diseño en Figma y de la implementación usando herramientas tipo WebAIM Contrast Checker y comprobación de tamaños en CSS.
- Trazabilidad: HU-002, HU-003, HU-008, ADR-002.

NFR-005 – Mantenibilidad del código

- Descripción: El código del backend debe ser entendible y fácil de extender con nuevos módulos (por ejemplo, IA).
- Métrica:
 - Presencia de analizador estático / lint configurado.
 - Cobertura mínima de pruebas unitarias en módulos críticos (%).
- Umbral:
 - 1 herramienta de análisis estático activa en el proyecto.
 - $\geq 30\%$ de cobertura en servicios de dominio en E1.
- Verificación: Revisión del repositorio (configuración de lint/tests) y ejecución de informes de cobertura.
- Trazabilidad: ADR-001, ADR-002.

NFR-006 – Observabilidad mínima

- Descripción: El sistema debe registrar eventos clave para poder diagnosticar problemas.
- Métrica: Número de eventos críticos logueados (login, errores, operaciones de stock/pedidos).
- Umbral: 100% de errores de servidor y operaciones de negocio relevantes generan una entrada de log con fecha, usuario y tipo de operación.
- Verificación: Revisión de código y ejecución de pruebas que provoquen logins, movimientos y errores controlados, comprobando los logs generados.
- Trazabilidad: HU-001, HU-003, HU-005, HU-009, ADR-001.