



**UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID
ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y
DISEÑO**

ÁREA INGENIERÍA INDUSTRIAL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN LOGÍSTICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Mejora de la trazabilidad del producto final en una fábrica de fertilizantes nitrogenados y sus derivados, mediante la implantación de sistemas de Industria 4.0

Alumno: D./D^a. JAVIER ARAGÓN ISAAC

Director: D./D^a. DAVID DE LA RICA

ABRIL 2025

TÍTULO: Mejora de la trazabilidad del producto final en una fábrica de fertilizantes nitrogenados y sus derivados, mediante la implantación de sistemas de Industria 4.0

AUTOR: Javier Aragón Isaac

DIRECTOR DEL PROYECTO: David de la Rica

FECHA: 08 de abril de 2025

RESUMEN

El presente estudio pretende aportar una solución práctica a un problema real, detectado en una empresa española líder del sector de los fertilizantes y para la cual se ha presentado una solicitud de inversión a la dirección de la compañía: la dificultad en la gestión de las quejas y reclamaciones de los clientes por la complicada visibilidad de los datos y trazabilidad de estos. En realidad, la gestión manual de la trazabilidad genera errores en la identificación de lotes, retrasos en la respuesta a reclamaciones y costes adicionales.

Analizaremos como a pesar de encontrarnos en una empresa bien valorada en términos de calidad y posicionamiento en el mercado, la percepción del cliente es totalmente diferente en lo que respecta al servicio, impactando de manera brutal en su satisfacción general.

Se aportarán diversas soluciones aplicando tecnologías de industria 4.0 valorando cual es la más apropiada para el caso que nos ocupa, para finalmente fundamentar la elección en unos parámetros clave, y estudiar su implantación y cronograma.

Por último, una serie de métricas basadas en aspectos tangibles e intangibles nos permitirán confirmar la consecución de los objetivos planteados para la solicitud de la inversión a la compañía.

ABSTRACT

This work tries to provide a practical solution to a real problem identified in a leading Spanish company in the fertilizer sector, for which an investment request has been submitted to the company's management: the difficulty in handling customer complaints and claims due to the complex visibility and traceability of data. In fact, manual traceability management leads to errors in batch identification, delays in responding to claims, and additional costs.

We will analyse how, despite the company being well-rated in terms of quality and market positioning, customer perception is completely different when speaking in terms of service, significantly impacting overall satisfaction.

Some answers based on Industry 4.0 technologies will be proposed, evaluating which is the most suitable for this specific case. The final choice will be justified according to some key parameters. A study of the implementation and timeline is also provided.

Finally, a set of metrics based on both tangible and intangible aspects will allow us to confirm the achievement of the objectives set for the investment request submitted to the company.

Índice

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 3 |
| ABSTRACT | 3 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 6 |
| 1.1. Contexto Sector químico | 6 |
| 1.1.1. Contexto Económico del Sector Químico en Europa | 6 |
| 1.1.2. Contexto Económico del Sector Químico en España | 7 |
| 1.1.3. Perspectivas Futuras | 8 |
| 1.2. Grupo Fertiberia | 9 |
| 1.3. Trazabilidad | 11 |
| 1.4. Alineación Estrategia | 13 |
| 2. MEMORIA | 16 |
| 2.1. Fertiberia Puertollano | 16 |
| 2.2. Contexto del problema. | 19 |
| 2.2.1. Satisfacción de los clientes. | 19 |
| 2.2.2. Punto de situación actual | 24 |
| 2.2.3. Situación Objetivo | 36 |
| 2.3. Análisis de alternativas | 38 |
| 2.3.1. QR | 38 |
| 2.3.2. RFID | 42 |
| 2.3.3. Sistemas de visión artificial. | 45 |
| 2.4. Elección de método | 50 |
| 2.5. Implantación | 53 |
| 2.6. Resultados | 55 |
| 3. PRESUPUESTO | 58 |
| 4. CONCLUSIONES | 62 |
| ANEXO 1: PRESUPUESTOS | 66 |
| ANEXO 2: SOLICITUD DE INVERSIÓN | 73 |
| BIBLIOGRAFÍA | 74 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Grupo Fertiberia | 17 |
| Ilustración 2: Diagrama Fábrica de Puertollano | 18 |
| Ilustración 3: Encuestas de satisfacción | 20 |
| Ilustración 4: NPS Calidad..... | 21 |
| Ilustración 5: NPS Entregas | 22 |
| Ilustración 6: NPS Respuesta a Reclamaciones | 23 |
| Ilustración 7: Ejemplo de datos de PHD | 25 |
| Ilustración 8: Boletín de análisis | 26 |
| Ilustración 9: Big Bag..... | 27 |
| Ilustración 10: Delantera Tarjeta | 28 |
| Ilustración 11: Trasera Tarjeta | 28 |
| Ilustración 12: Albarán | 29 |
| Ilustración 13: Formato Reclamación | 31 |
| Ilustración 14: Reclamaciones | 33 |
| Ilustración 15: Reclamaciones 2023 | 34 |
| Ilustración 16: Reclamaciones 2022 | 35 |
| Ilustración 17: Cronograma | 55 |
| Ilustración 18: Presupuesto Core Solutions | 66 |
| Ilustración 19: Presupuesto Voltec | 68 |
| Ilustración 20: Propuesta de Inversión | 73 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Reclamaciones | 32 |
| Tabla 2: Reclamaciones 2023 | 34 |
| Tabla 3: Reclamaciones 2022 | 35 |
| Tabla 4: Cuadro comparativo métodos..... | 50 |
| Tabla 5: Valoración Económica | 51 |
| Tabla 6: Valoración Implantación..... | 51 |
| Tabla 7: Valoración Operatividad | 52 |
| Tabla 8: Valoración Modernidad..... | 52 |
| Tabla 9: Evaluación Proveedores | 59 |

Mejora de la trazabilidad del producto final en una fábrica de fertilizantes nitrogenados y sus derivados, mediante la implantación de sistemas de Industria 4.0

1. INTRODUCCIÓN

Para contextualizar el asunto en este capítulo se aborda el contexto del sector químico en Europa y España, destacando su impacto económico, la sostenibilidad y los desafíos globales. Se analiza el papel de Grupo Fertiberia como líder en la producción de fertilizantes y su apuesta por la innovación y la sostenibilidad. Así mismo, se explica la importancia de la trazabilidad en la industria, como garantía calidad, seguridad y transparencia en la cadena de suministro. También se plantea la alineación estratégica del sector con las nuevas normativas ambientales y las expectativas del mercado. Finalmente, se subrayan los retos de transformación hacia una economía más sostenible y digitalizada

1.1. Contexto Sector químico

El sector químico es uno de los pilares fundamentales de la economía tanto en Europa como en España. Abarca una amplia gama de actividades, incluyendo la fabricación de productos químicos básicos, productos farmacéuticos, plásticos, fertilizantes, cosméticos, detergentes, productos agroquímicos y más. Su importancia radica no solo en su contribución al Producto Interno Bruto (PIB), sino también en el impacto que tiene en otros sectores industriales como la automoción, la construcción, la agricultura, la energía y la salud.

1.1.1. Contexto Económico del Sector Químico en Europa

El sector químico representa alrededor del **2,5-3% del PIB de la Unión Europea (UE)**, siendo una de las industrias más grandes. Además, es responsable de un importante volumen de exportaciones, y tiene, por tanto, una fuerte influencia en el comercio

internacional, estando la UE considerada uno de los principales exportadores de productos químicos a nivel global.

Europa es un líder mundial en innovación química, con un fuerte enfoque en la investigación y el desarrollo (I+D). Las empresas europeas invierten significativamente en la creación de productos químicos más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, como los bioplásticos, la química verde, y los productos químicos de base biológica. Además, la digitalización y la automatización están ganando terreno en la producción química.

En los últimos años, la sostenibilidad se ha constituido como un factor clave en el sector químico europeo. La UE está implementando regulaciones más estrictas para promover la transición hacia una economía más verde. El pacto Verde Europeo (Green Deal) y el gran número de políticas vinculadas, como la Estrategia Química para la Sostenibilidad, buscan hacer que la industria química sea más respetuosa con el medio ambiente, reduciendo las emisiones de carbono y promoviendo la economía circular.

En cuanto al mundo laboral, la industria química emplea directamente a unos 3 millones de personas en la UE, con una notable presencia en países como Alemania, Francia, Italia, y los Países Bajos. A nivel indirecto, el impacto es aún mayor debido a la interdependencia con otras industrias.

Por último, hay que valorar que el sector químico europeo se enfrenta a algunos desafíos importantes, como la creciente competencia de mercados emergentes (por ejemplo, Asia), la volatilidad de los precios de las materias primas, y las tensiones comerciales internacionales. También las restricciones regulatorias y los costes relacionados con la sostenibilidad representan un desafío, pero impulsan la innovación.

1.1.2. Contexto Económico del Sector Químico en España

El sector químico **en España representa alrededor del 3% del PIB** y es uno de los mayores motores de la economía industrial. En términos de producción y exportaciones, la química ocupa el segundo lugar en importancia después de la automoción.

España es un importante exportador de productos químicos, con los mercados europeos y globales como destinos clave. Las exportaciones de productos químicos españoles incluyen plásticos, productos farmacéuticos, agroquímicos y productos intermedios. A pesar de la creciente competencia de países como China e India, las empresas químicas

españolas se caracterizan por su capacidad de adaptación, innovación y especialización en nichos de mercado.

En términos de empleo en España, el sector químico emplea a más de 500.000 personas de manera directa e indirecta. Es un sector clave para muchas regiones del país, especialmente en zonas industriales como Cataluña, País Vasco y la Comunidad Valenciana, donde se concentran la mayoría de las fábricas químicas.

Siguiendo la línea marcada por las políticas europeas, las empresas químicas españolas están adoptando estrategias de sostenibilidad, con un enfoque creciente hacia la economía circular. Las compañías están buscando formas de reducir los residuos, optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia energética. El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) también está direccionado a las empresas a la reducción de gases de efecto invernadero.

El sector químico recibe apoyo de varias instituciones tanto a nivel nacional como europeo. Cabe destacar el Centro para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación, así como otros programas de I+D que permiten a las empresas del sector acceder a fondos para la innovación y la digitalización. También podemos resaltar que España ha recibido fondos europeos al amparo de la Next Generation EU, que podrían impulsar aún más la transición ecológica y digital del sector.

A pesar de los avances, el sector químico español enfrenta desafíos como el aumento de costes derivados de la energía y materias primas. Las tensiones internacionales y las tarifas de carbono también están afectando a las exportaciones. No obstante, las empresas están invirtiendo en mejorar la competitividad mediante la mejora de procesos y la diversificación de mercados.

1.1.3. Perspectivas Futuras

- a) **Descarbonización y Digitalización:** A medida que la industria química se adapte a los retos de la sostenibilidad, se espera que la digitalización y la automatización continúen transformando el sector, mejorando la eficiencia y reduciendo costes. La química verde y los avances en la producción de materiales biodegradables y sostenibles serán cruciales para las empresas que quieran mantenerse competitivas a nivel global.

- b) Integración de Energías Renovables: Con la creciente presión para reducir las emisiones de CO₂, muchas empresas químicas en Europa y España están invirtiendo en energías renovables y en procesos industriales más limpios, lo que abrirá nuevas oportunidades de crecimiento.
- c) Reciclaje y Economía Circular: El reciclaje de productos químicos y el impulso de la economía circular, a través de la reutilización de materiales y la reducción de residuos, son tendencias claves que se están acelerando, con el respaldo de políticas públicas y la creciente demanda del consumidor por productos más sostenibles.

En resumen, **el sector químico tanto en Europa como en España es un motor crucial de la economía, con un panorama lleno de oportunidades y retos.** Las políticas de sostenibilidad, la innovación tecnológica y la adaptación a nuevas regulaciones ambientales son los factores que definirán su evolución en los próximos años.

1.2. Grupo Fertiberia

Grupo Fertiberia es uno de los actores principales de la industria química en España, especialmente en el ámbito de la fabricación de fertilizantes y productos químicos relacionados con la agricultura y la industria en general. Fundada en 1967 y constituida como grupo en 1995, Fertiberia ha crecido hasta convertirse en una de las principales empresas del sector, tanto a nivel nacional como internacional.

Hoy en día, su importancia no solo se fundamenta en el mercado de los fertilizantes, sino que su actividad tiene un impacto significativo en el empleo y en la cadena de valor agroindustrial. La producción de fertilizantes es esencial para el sector agrícola español, que es uno de los más importantes en Europa en términos de producción y exportación de productos como frutas, verduras y vino.

- Contexto y Actividades Principales de Grupo Fertiberia:

El Grupo es el mayor productor de fertilizantes en España y uno de los principales proveedores de fertilizantes de Europa.

Aunque su sede está en España, Fertiberia ha buscado expandir su presencia internacional a través de la exportación de sus productos y la apertura de nuevas plantas de producción

en otros países. Su estrategia incluye la mejora continua de su oferta de fertilizantes y productos agroquímicos para satisfacer la creciente demanda global de soluciones agrícolas sostenibles.

La empresa se especializa en la fabricación de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos, además de productos relacionados como productos químicos para la agricultura, la industria y la energía, así como diferentes soluciones medioambientales.

Fertilizantes Nitrogenados: Fertiberia produce amoníaco, urea y nitrato amónico, que son fundamentales para la agricultura intensiva, especialmente en la producción de cereales, hortalizas, frutas, entre otros.

Fertilizantes Fosfatados y Potásicos: La compañía también produce fertilizantes fosfatados y potásicos que ayudan a mejorar la productividad de los suelos agrícolas.

- Estrategia:

La compañía aspira a liderar el desarrollo de hidrógeno verde y amoníaco bajo en carbono en Europa y seguir siendo referentes en la producción de soluciones sostenibles y de alto valor añadido para la agricultura y la industria.

Fertiberia es la primera empresa de su sector que se compromete a ser neutra en carbono en 2035, en el marco de la estrategia NET ZERO by 2035, forjando alianzas con los principales líderes energéticos europeos y participando en los mayores consorcios asociados a la producción de hidrógeno verde de Europa, basados en la energía eléctrica renovable más competitiva.

La empresa, que representa el 30 % de la producción y el consumo del hidrógeno en España y fabrica 160.000 toneladas de amoníaco al año, lidera en la UE la producción de hidrógeno verde y amoníaco bajo en carbono, al haber puesto en marcha, en Puertollano, la primera y mayor fábrica de amoníaco y fertilizantes bajos en carbono a escala industrial en Europa.

El objetivo es la conversión en un referente mundial en la materia y producir más de 2,5 millones de toneladas de amoníaco limpio al año con el objetivo de contribuir descarbonizar la agricultura, la industria, la energía y el transporte.

Gracias a esta apuesta, Fertiberia cuenta con el portfolio más diversificado, avanzado, biotecnológico y verde de Europa.

- Valores:

Hacer frente a los desafíos del sector y la sociedad centrándose en los clientes, la sostenibilidad, la resiliencia, la innovación, la transparencia y la seguridad.

El código ético se fundamenta en el compromiso con los principios ESG: medioambiente, sociedad y buen gobierno, con el objetivo de garantizar la transparencia y honestidad a todos los grupos de interés.

Inversiones y esfuerzo en I+D+I para el desarrollo de las soluciones de nutrición vegetal más tecnológicas, innovadores y medioambientalmente eficientes e innovación para garantizar una mejora continua de los procesos.

Poner al cliente en el centro del negocio, con una completa, diversificada y tecnológica oferta de productos, servicios agronómicos y formaciones que atiendan sus diferentes necesidades.

Responsabilidad de supervisar la Tutela de Producto, que se traduce en asegurar que todas las soluciones, incluidas las materias primas y los productos intermedios, sean fabricados, envasados, manipulados, almacenados, distribuidos y aplicados siguiendo unos principios de salud, seguridad y security, calidad y respeto al medioambiente.

1.3. Trazabilidad

El concepto de trazabilidad se refiere al proceso de seguir y registrar el recorrido completo de un producto a lo largo de toda su cadena de suministro, desde su origen hasta su destino final, es decir, el producto tal como lo recibe el consumidor. Este concepto implica tener un registro detallado de cada etapa que el producto ha atravesado, incluyendo la producción, transformación, almacenamiento, distribución y venta, permitiendo rastrear la información clave sobre su proceso de fabricación, los materiales usados, los proveedores, el transporte, etcétera.

- **Etapas clave de la trazabilidad de un producto final:**

- a) Origen de las Materias Primas: La trazabilidad comienza con la identificación y el registro de las materias primas y su procedencia, incluyendo detalles sobre los

- proveedores, las condiciones de adquisición, y el proceso de transporte o recolección.
- b) **Fabricación y Proceso de Producción:** A lo largo del proceso de fabricación o transformación del producto, la trazabilidad asegura que cada etapa esté documentada. Esto incluye el control de calidad, las máquinas o equipos utilizados, y los parámetros del proceso (como temperatura, presión, concentración, etc.).
 - c) **Almacenamiento:** La trazabilidad también incluye el seguimiento de las condiciones de almacenamiento del producto, como las fechas de entrada, las condiciones de temperatura, humedad o ubicación de las existencias en los almacenes.
 - d) **Distribución y Transporte:** Incluye el registro de cada punto de distribución del producto, desde el lugar de fabricación hasta el punto de venta o consumidor final. Esto puede abarcar contenidos como los métodos de transporte, las condiciones de este y el tiempo de tránsito.
 - e) **Cliente Final:** Finalmente, la trazabilidad alcanza el momento en que el producto llega a las manos del consumidor, detallando cuándo y cómo el producto es adquirido, almacenado y utilizado.
- **Beneficios de la trazabilidad:**
 - a) **Seguridad del Producto:** La trazabilidad permite detectar y gestionar rápidamente posibles problemas relacionados con la calidad del producto, como defectos o contaminaciones, permitiendo retiradas o alertas en caso de que se detecte un problema en alguna de las etapas de la cadena de suministro.
 - b) **Cumplimiento Normativo:** Muchas industrias, especialmente la alimentaria, farmacéutica, química y cosmética, están sujetas a regulaciones que exigen la trazabilidad para garantizar la seguridad y calidad de los productos. Mantener un registro de trazabilidad facilita el cumplimiento de las normativas locales e internacionales.
 - c) **Transparencia para el Consumidor:** Los consumidores valoran cada vez más la información sobre el origen y el proceso de fabricación de los productos que adquieren. La trazabilidad proporciona transparencia, lo que puede generar confianza en la marca y aumentar la lealtad del cliente.

- d) Mejora de la Eficiencia y la Gestión: Para las empresas, la trazabilidad mejora la visibilidad de la cadena de suministro, lo que facilita la identificación de áreas de mejora y optimización en términos de costes, tiempos de entrega y gestión de inventarios.
- e) Responsabilidad y Rápida Respuesta ante Crisis: En situaciones de crisis (por ejemplo, en caso de un lote defectuoso o una retirada del mercado), la trazabilidad permite a las empresas identificar rápidamente el lote o los productos afectados, localizar a los consumidores que los han recibido y actuar de manera eficiente.

1.4. Alineación Estrategia

La trazabilidad en la industria de los fertilizantes juega un papel fundamental en el logro de un enfoque centrado en el cliente. Este sector, al estar tan estrechamente vinculado con la agricultura y la producción de alimentos, enfrenta retos significativos relacionados con la seguridad, la calidad y la sostenibilidad de los productos. Implementar un sistema de trazabilidad eficiente no solo facilita el cumplimiento de normativas, sino que también mejora la satisfacción del cliente, genera confianza y permite a las empresas adaptarse mejor a las demandas del mercado.

- Importancia de la trazabilidad en la industria de los fertilizantes:
 - a) Garantía de calidad y seguridad del producto: Los fertilizantes deben cumplir con estándares rigurosos de calidad, ya que un producto defectuoso o contaminado puede tener efectos negativos en los cultivos y, por ende, en la seguridad alimentaria. A través de un sistema de trazabilidad bien implementado, se puede rastrear cada lote de fertilizante desde su producción hasta su entrega al cliente, lo que permite garantizar que el producto final es seguro y cumple con los requisitos establecidos. Si algún problema de calidad se detecta, la trazabilidad permite identificar rápidamente el origen del problema, lo que facilita una respuesta rápida y eficaz.
 - b) Cumplimiento normativo: La industria de los fertilizantes está sujeta a regulaciones estrictas tanto a nivel local como internacional, relacionadas con la salud ambiental, el uso seguro de los productos y la sostenibilidad. La trazabilidad permite a las empresas cumplir con estas normativas al mantener un registro completo de la producción, las materias primas utilizadas, el proceso de

- fabricación y la distribución del fertilizante. Esta documentación es esencial para las auditorías de control de calidad y las inspecciones gubernamentales, lo que refuerza la reputación de la empresa ante las autoridades y los clientes.
- c) **Transparencia y confianza para el cliente:** En un contexto donde la sostenibilidad y el origen de los productos son cada vez más importantes para los consumidores, la trazabilidad aporta un nivel de transparencia que refuerza la confianza. Los clientes, especialmente aquellos involucrados en la producción agrícola, quieren asegurarse de que los fertilizantes que adquieren son de alta calidad, están fabricados con prácticas responsables y no afectan negativamente al medio ambiente. Al ofrecer a los clientes acceso a esta información detallada sobre el ciclo de vida del fertilizante, las empresas pueden fortalecer la relación con los clientes, mejorando la lealtad y satisfacción.
 - d) **Mejora de la atención al cliente y resolución de problemas:** La trazabilidad permite a las empresas realizar un seguimiento preciso de cada lote de fertilizante entregado, lo que facilita el servicio postventa. Si un cliente experimenta algún problema relacionado con el producto, la trazabilidad ayuda a identificar rápidamente el lote y las condiciones bajo las cuales se fabricó y distribuyó. Esto permite ofrecer una solución más rápida y personalizada, como la sustitución del producto o una compensación, lo que aumenta la satisfacción del cliente y refuerza la reputación de la empresa.
 - e) **Optimización de la cadena de suministro:** La trazabilidad no solo beneficia a los clientes, sino que también permite a las empresas optimizar sus operaciones internas. Al tener acceso a datos detallados sobre las existencias de materias primas, el proceso de producción, el almacenamiento y la distribución, las empresas pueden mejorar la gestión de inventarios, reducir los costos de operación y minimizar el desperdicio de productos. Además, facilita la gestión de la demanda, ya que las empresas pueden analizar patrones históricos y predecir mejor las necesidades del mercado, asegurando que los fertilizantes lleguen a los clientes en el momento adecuado.
 - f) **Sostenibilidad y diferenciación:** En un mercado cada vez más competitivo, las empresas que se centran en la sostenibilidad y que pueden demostrar su compromiso con prácticas responsables son percibidas de manera más favorable por los consumidores. La trazabilidad permite seguir el ciclo de vida del producto, asegurando que los fertilizantes se producen y distribuyen de acuerdo con los

estándares ambientales más altos. Al demostrar que sus productos están fabricados con prácticas sostenibles, las empresas de fertilizantes pueden diferenciarse de la competencia y atraer a clientes que valoran la responsabilidad ambiental, contribuyendo a fidelizar a un público más consciente.

- g) Reacción ante crisis y retiradas de producto: En caso de que surja una crisis, como la detección de un lote defectuoso o de un fertilizante contaminado, la trazabilidad permite actuar rápidamente. En lugar de hacer un retiro masivo e indiscriminado de productos, la trazabilidad permite a la empresa identificar específicamente los lotes afectados, lo que reduce el impacto negativo y asegura que solo los productos realmente comprometidos sean retirados del mercado. Esta capacidad de actuar de manera eficiente en situaciones de crisis es crucial para mantener la confianza de los clientes.

- **Conclusión:**

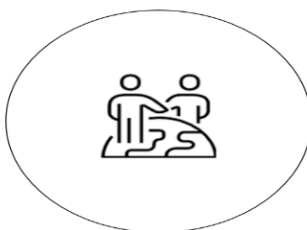
La trazabilidad en la industria de los fertilizantes es esencial para poner al cliente en el centro del negocio, ya que no solo mejora la calidad, la seguridad y la sostenibilidad de los productos, sino que también fortalece las relaciones con los clientes, permitiendo a las empresas ofrecer un servicio más personalizado y eficiente. Además, contribuye a optimizar las operaciones internas, cumplir con las regulaciones y enfrentar con agilidad los retos del mercado. En un sector donde la confianza y la calidad son clave, la trazabilidad es una herramienta poderosa para lograr una empresa más responsable, transparente y orientada al cliente.

2. MEMORIA

2.1. Fertiberia Puertollano

En esta memoria se presenta la fábrica de Puertollano y el problema existente, observando la percepción de los clientes y analizando el procedimiento existente. Se procede a la comparación de diferentes tecnologías para la mejora de la trazabilidad en la industria. Se evalúan los sistemas de códigos QR, RFID y visión artificial, considerando factores como coste, mantenimiento, rapidez y operatividad. Se destaca que RFID es la opción más equilibrada, combinando precisión, volumen de datos y actualización tecnológica. También se presentan los retos de integración con sistemas existentes y la importancia de una planificación adecuada. Por último, se establece un cronograma de implementación en fases para minimizar impactos en la operativa diaria y se establecen las métricas para valorar los objetivos conseguidos al finalizar la implantación.

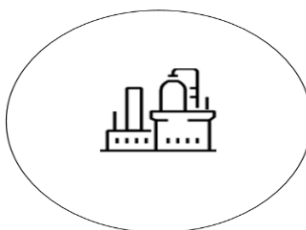
Fertiberia Puertollano de un vistazo



ACCIONISTA

**Triton
Partners
desde febrero
de 2020**

Sólida estructura
de balance

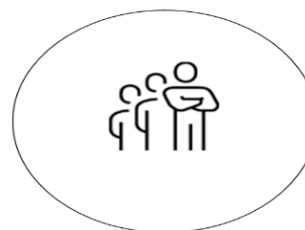


PLANTAS

**5 plantas de
producción**

Amoniaco,
Nitratos, Nítrico HI
y Urea

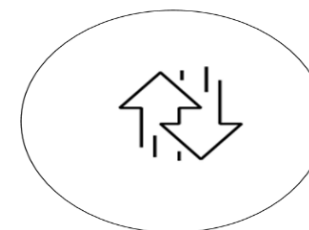
**215
empleados**
+165 indirectos



PRESENCIA

**Líderes del
sector en PQIs y facturación MA.**

NATs
Urea DeNOx
Sol.25%



CIFRAS DE NEGOCIO

+240M€
facturación 2022
Con 1 millón de
toneladas de
producción.
Con 30 M€ inversión
últimos 5 años

Ilustración 1: Grupo Fertiberia

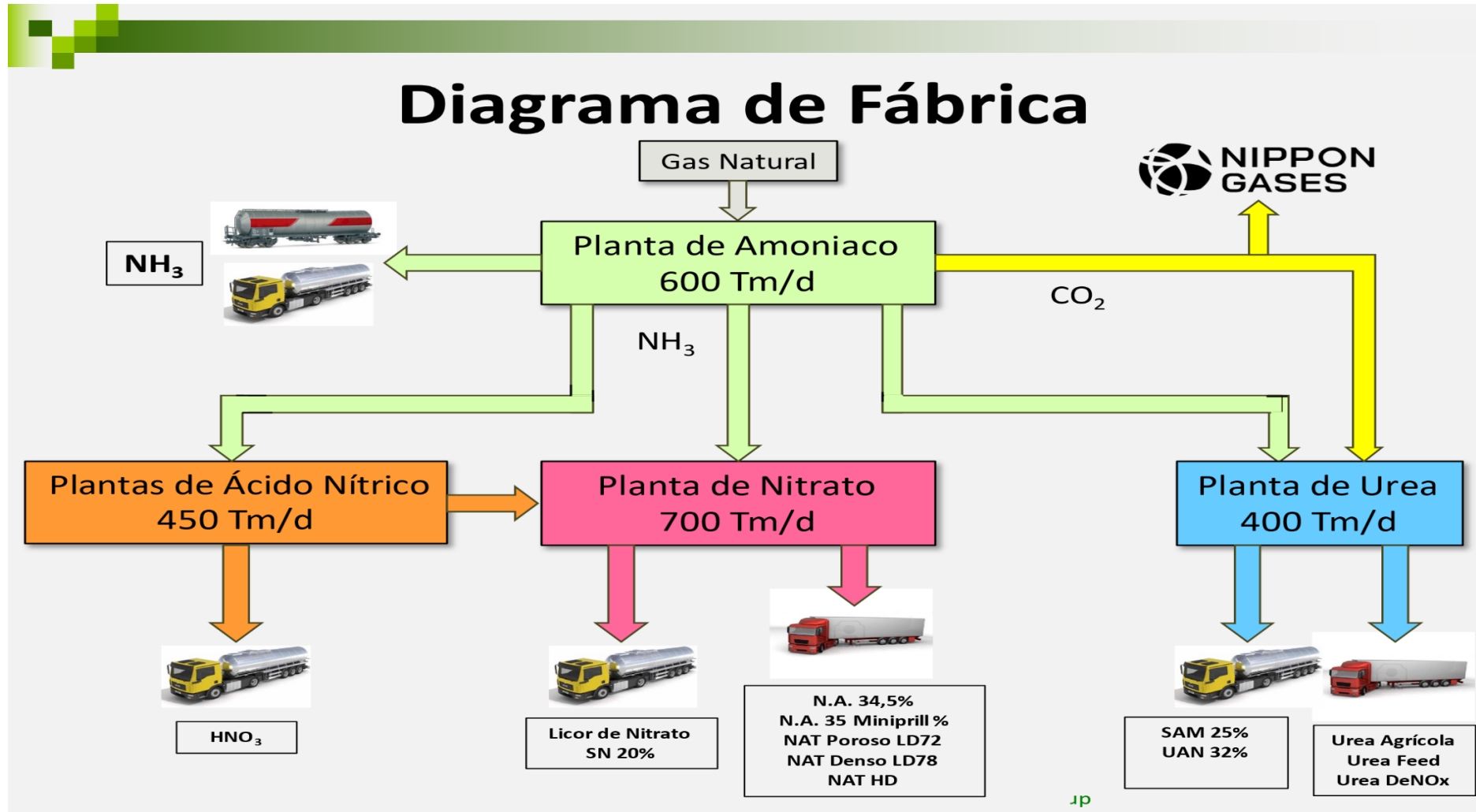


Ilustración 2: Diagrama Fábrica de Puertollano

2.2. Contexto del problema.

2.2.1. Satisfacción de los clientes.

Para contextualizar el problema, tomaremos como referencia el índice NPS al respecto de tres aspectos clave para evaluación por parte del cliente: Calidad, entregas y servicio post venta.

El Net Promoter Score (NPS) es una métrica que evalúa la satisfacción de los clientes, preguntando la probabilidad de que recomienden una empresa o sus productos/servicios.

La escala de puntuación, según la respuesta del cliente, se clasifica en tres grupos:

1. Promotores (9-10). Se considera así a los clientes altamente satisfechos y leales, que podrían recomendar la marca y contribuir a su crecimiento.
2. Pasivos (7-8). Clientes simplemente satisfechos. Es poco probable que recomienden la marca y son susceptibles de cambiar a la competencia ante una mejor opción.
3. Detractores (0-6). Clientes insatisfechos que pueden dañar la reputación de la empresa con críticas o malas referencias.

El NPS se obtiene restando el porcentaje de detractores del porcentaje de promotores:

$$\text{NPS} = \% \text{ de Promotores} - \% \text{ de Detractores}$$

Como referencia, podemos tener en cuenta que en la industria química el NPS promedio se sitúa en torno a 49, lo que indica una satisfacción y lealtad moderada entre los clientes, valorando que el rango de puntuación para este tipo de métrica va de -100 a 100.

Para la evaluación que nos ocupa, se ha tomado una **base de 10 clientes** que han participado en las encuestas. Los participantes seleccionados se han extraído de un núcleo de clientes con un profundo conocimiento de la compañía, con un periodo medio de relación comercial con Fertiberia de 5 años. La cantidad total de mercancía suministrada a estos clientes objeto de la encuesta durante 2024 ha sido de 39.391 Tm, lo que supone un **volumen de un 45% del total de Tm entregadas a clientes durante el pasado año.**

Así mismo, hay que tener en cuenta que los participantes son representativos de los diferentes paradigmas y tipologías de productos puestos en el mercado por la compañía.



Ilustración 3: Encuestas de satisfacción

1. Basándose en la calidad de nuestros productos, ¿recomendaría nuestros servicios?



Resultados:

* 9 -10: 70%

* 7 – 8: 20%

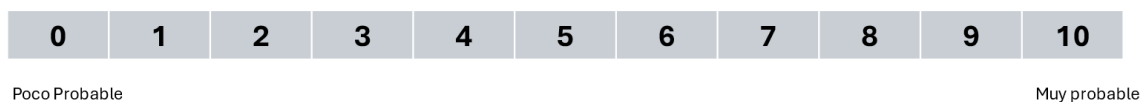
* 0 – 6: 10%

NPS: 60

Information is marked as Internal and belongs to Fertiberia Group

Ilustración 4: NPS Calidad

2. Basándose en la fiabilidad y eficiencia de las entregas, ¿recomendaría nuestros servicios?



Resultados:

* 9 -10: 50%

* 7 – 8: 40%

* 0 – 6: 10%

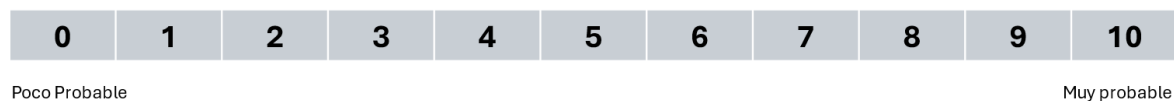
NPS: 40

Information is marked as Internal and belongs to Fertiberia Group

Ilustración 5: NPS Entregas



3. Basándose en nuestra capacidad de respuesta ante posibles reclamaciones, ¿recomendaría nuestros servicios?



Resultados:

* 9 -10: 20%

* 7 – 8: 60%

* 0 – 6: 20%

NPS: 0

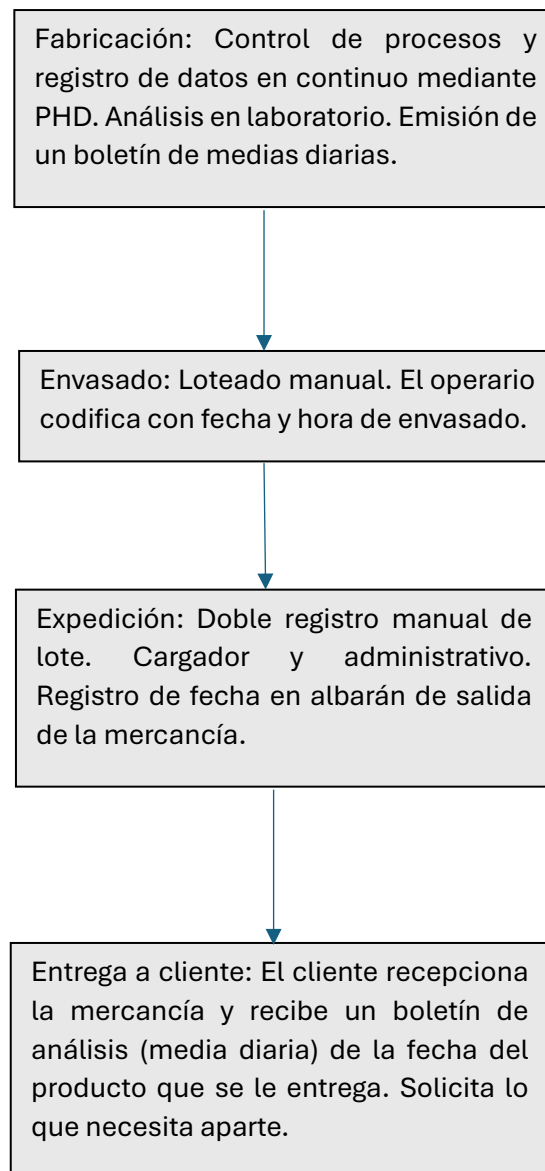
Information is marked as Internal and belongs to Fertiberia Group

Ilustración 6: NPS Respuesta a Reclamaciones

2.2.2. Punto de situación actual.

Analizando los resultados de las encuestas a clientes se observa que, si bien el grado de valoración de la calidad de los productos es bastante elevado, y obtiene buena puntuación en lo que respecta a la calidad y fiabilidad de las entregas, la percepción es diametralmente diferente en lo que respecta a la respuesta ante incidencias de la compañía.

Para poder valorar esta anomalía, estudiaremos en profundidad el proceso logístico de la fábrica, hasta la recepción del producto por parte del cliente:



- a) Fabricación. En la fábrica, los datos de producción son analizados y registrados en continuo por un sistema de adquisición de datos de fabricación (PHD, Uniformance Process Studio). Como medida de aseguramiento de la calidad, se realizan análisis en laboratorio con muestreo cada dos horas. Por último, se emite un boletín de análisis diario con los valores medios.

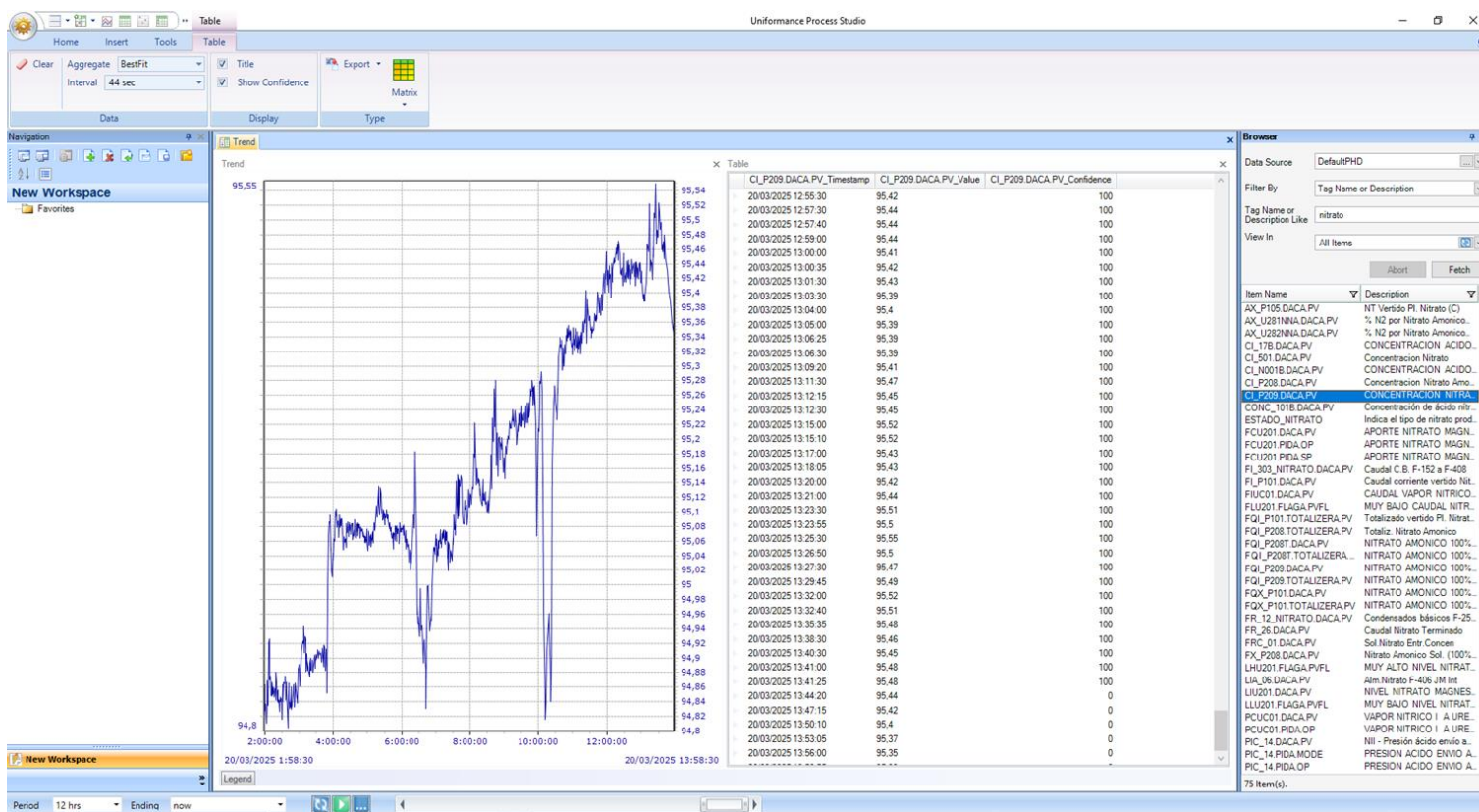


Ilustración 7: Ejemplo de datos de PHD



DEPARTAMENTO TÉCNICO
TECHNICAL DEPARTMENT / DÉPARTEMENT TECHNIQUE
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
QUALITY CONTROL LABORATORY / LABORATOIRE CONTRÔLE QUALITÉ

CERTIFICADO DE ANALISIS
ANALYSIS CERTIFICATE / CERTIFICAT D'ANALYSE

| | |
|--|--|
| Producto: Product Name / Nom du Produit | Nitrato Amonico Tecnico Denso Ammonium Nitrate Technical Grade / Nitrate D'Ammonium |
| Producto comercial: Commercial product / Produit commercial | NA grado heavy ANFO |
| Fecha de fabricación y muestreo: Date of manufacture and sampling / Date de fabrication et d'échantillonnage | 18/03/2025 |
| Muestras tomadas en: Sampling location / Lieu d'échantillonnage | Planta nitrato Ammonium Nitrate Plant / Usine de Nitrate d'Ammonium |
| Tipo de envase: Type of packaging / Type d'emballage | HDP HDP / PEHD |
| Fecha de entrada en Control de Calidad: Quality Control Start-Up Date / Date de Démarragee Contrôle Qualité | 18/03/2025 |
| Fecha de finalización de análisis: Ending date of analysis / Date d'achèvement de l'analyse | 18/03/2025 |
| Fecha de expedición: Date of issue / Date de délivrance | 19/03/2025 |

Fertiberia, S.A. - inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 2.055, Sección 3ª, Folio 1., Hoja 11.630 - N.I.F. A 28165298

RESULTADOS ANALÍTICOS

| Parámetro Parameter / Paramètre | Valor Value / Valeur | Especificaciones Specifications / Spécifications |
|--|-------------------------|---|
| Concentración % Concentration % / Concentration % | 99,67 | Mín. 99,0 % |
| Contenido de Nitrógeno % Nitrogen content % / Teneur en azote | 34,88 | Mín. 34,5 % |
| Estabilidad ABEL (80 °C) ABEL Test (80 °C) / Essay ABEL (80 °C) | >30' | > 30' |
| H ₂ O % Humidity % / humidité% | 0,08 | Máx. 0,1 % |
| pH al 10 % pH at 10 % / pH a 10 % | 4,8 | 4,5 - 6,0 |
| Densidad aparente Kg/l Apparent Density Kg/l / Densité apparente Kg/l | 0,810 | 0,750 - 0,810 |
| Poder de Absorción % Absorption Coefficient % / Capacité d'absorption % | 6,58 | 6,5 - 9,5 |
| Granulometría Granulometry / Granulométrie | | |
| > de 2,38 mm % | 0,6 | Máx. 2,5 % |
| < de 1 mm % | 0,5 | Máx. 0,5 % |

Otras características
Other features: / D'autres caractéristiques

| | |
|--|---|
| Aspecto Appearance / Aspect | Gránulos blancos sin apelmazar White grain dust free / Grain blanc, libre de poussière |
| A título informativo friabilidad % Other information: friability % / À titre informatif: friabilité% | 1,15 |



| | |
|---|---|
| NURIA LUCAS PEREZ-ROMERO Jefe Control de Calidad Quality Control Manager / Responsable Contrôle Qualité |  |
|---|---|

Information is marked as Internal and belongs to Fertiberia Group

Ilustración 8: Boletín de análisis

- b) Envasado. Los productos se envasan en BB's en línea con la producción, como paso previo a su almacenamiento y expedición a cliente. La caracterización de los lotes se realiza de manera manual por el operario de envasado, con fecha y hora de llenado como valores clave para la confección del lote.



Ilustración 9: Big Bag

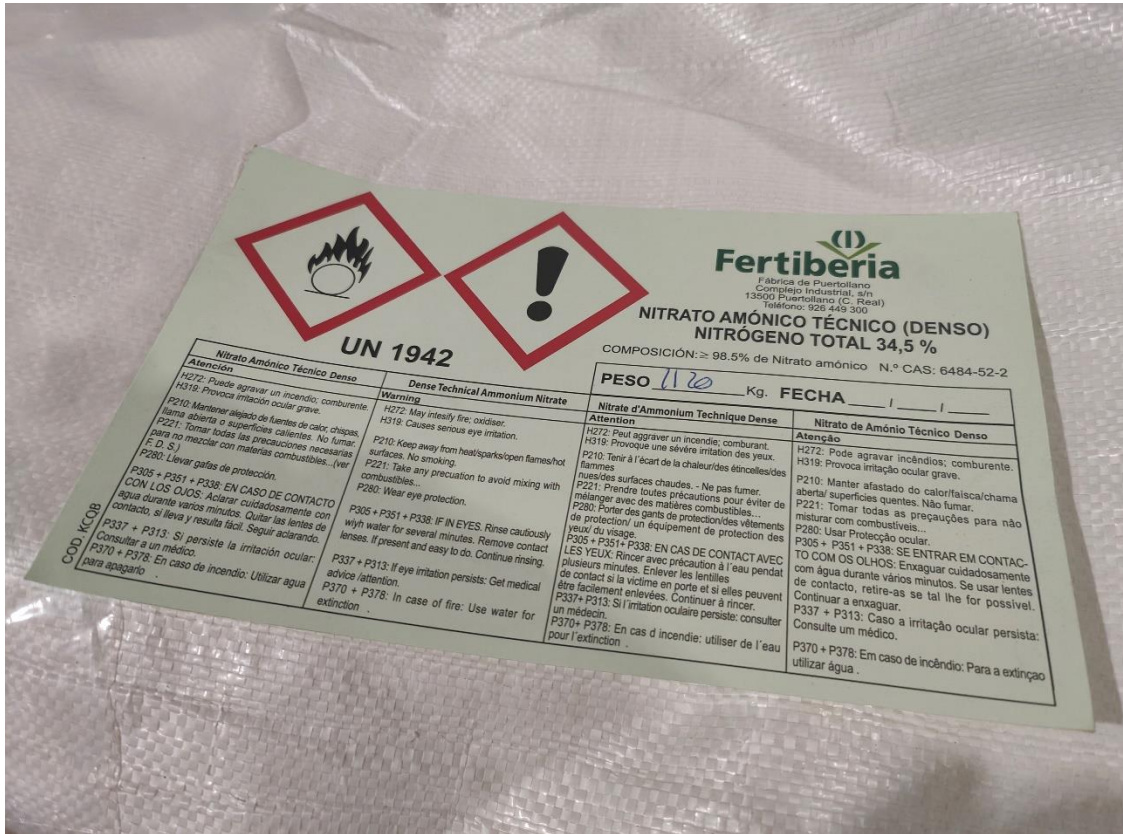


Ilustración 10: Delantera Tarjeta

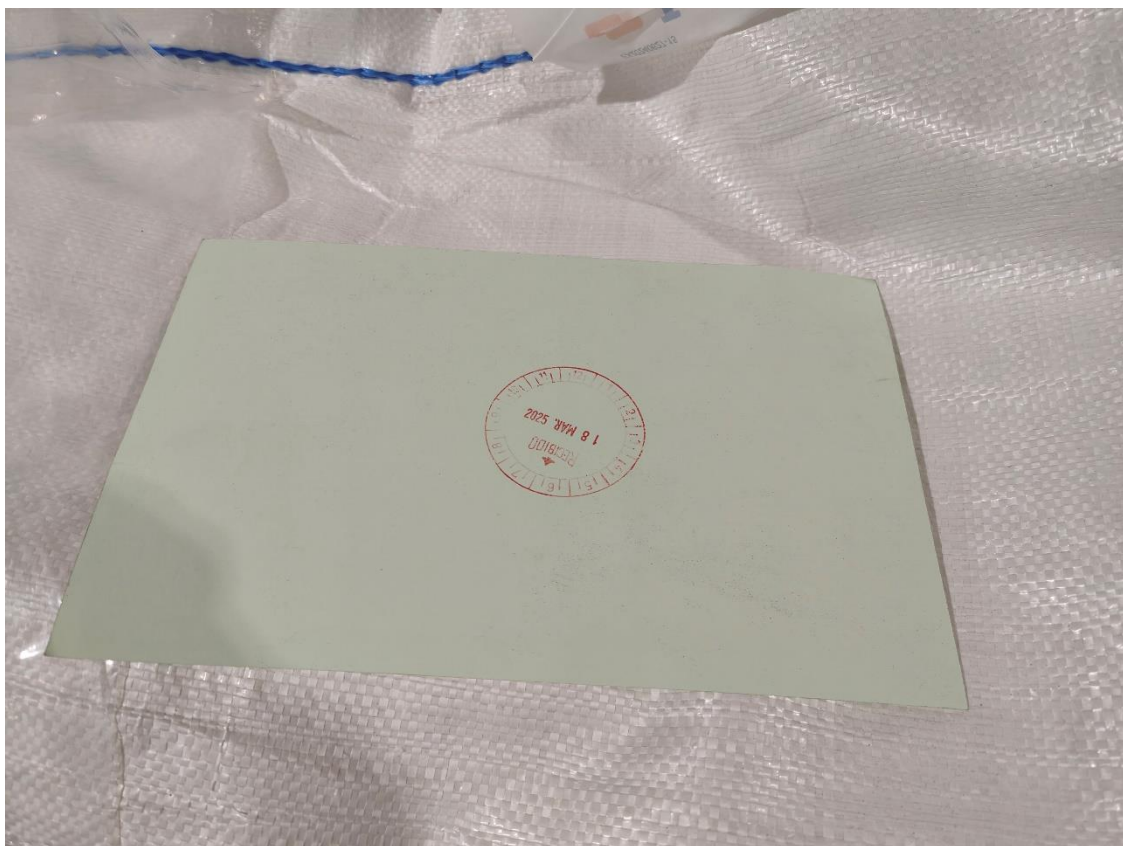


Ilustración 11: Trasera Tarjeta

- c) Expedición. El operario de carga anota la fecha de cada envase y ésta se registra de manera manual, por parte del administrativo en el albarán de salida de la mercancía que acompaña al producto.

Calle Agustín de Foxá, 27.
 Plantas 8-11, 28036 Madrid
 Tel: 91 586 62 00 - Fax: 91 586 62 32

| SUMINISTRADOR | | | ALBARAN DE VENTA | |
|---|--|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 9983 | PUERTOLLANO (CIUDAD REAL) | | NÚMERO | FECHA |
| 425050 | Cod. Cliente | REF. CLIENTE | 466000 | 24.03.2025 |
| CANTIDAD | | | TITANOBEL | |
| BRUTO | 08:37 | | 1 ROUTE DE LAMARCHE | |
| TARA | 07:35 | | 21270 VONGES (FRANCIA) | |
| NETO | | 24,740 TM | | |
| COD. PRODUCTO | | | PRODUCTOR DE PLÁSTICO | |
| 63/GA201 | NAT DENSO | | ENV/2023/000006521 | |
| PRESENTACIÓN | | | CANTIDAD DE ENVASES | CANTIDAD DE PALETS |
| 28 G.R.G. RAFIA DE 1000 KG | | | 22 | |
| MEDIO DE TRANSPORTE | | | | |
| CAMIÓN | | FF.CC. | BARCO | OTROS |
| MATRÍCULA CAMIÓN | | NÚMERO EXP. | NOMBRE DEL BARCO | |
| 1364LZT | | | | |
| MATRÍCULA REMOLQUE | | NÚMERO VAG. | | |
| R87358CK | | | | |
| ADR | <input checked="" type="checkbox"/> | NÚMERO ESTACIÓN | RD <input type="checkbox"/> | IMGD <input type="checkbox"/> |
| INCOTERMS | | TRANSPORTE PAGADO POR | | |
| CIP | | FERTIBERIA | | |
| DESTINATARIO | | | | CODIGO PROVINCIA |
| DEPOT D'AMAILLOUX (Tfno: +33549635843) | | | | 101 |
| LES PODOIÈRES AMAILLOUX (FRANCIA) (FRANCIA) | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | |
| CARTA DE PORTE 000690 | | | | |
| LOTE 18.03.2025 | | | | |
| TRANSPORTISTA EFECTIVO | | | | |
| JOSE ANGEL MORALES JIMENEZ, SL / CL ARENAS, Nº25 3ª-B NIF: B13638907 | | | | |
| DAMIEL / 13250 (CIUDAD REAL) | | | | |
| CARGADOR CONTRACTUAL | | | | |
| FERTIBERIA, SA / C/ AGUSTIN DE FOXA 27 NIF: A28165298 | | | | |
| MADRID / 28046 (MADRID) | | | | |
| OPERADOR DE TRANSPORTE | | | | |
| JOSE ANGEL MORALES JIMENEZ, SL / CL ARENAS, Nº25 3ª-B NIF: B13638907 | | | | |
| DAMIEL / 13250 (CIUDAD REAL) | | | | |
| RECIBI CLIENTE | RECIBI CONDUCTOR | | FERTIBERIA | |
| CONFORME | CONFORME JOSE LUIS SANZ LABRADA | | CONFORME | |
| | D.N.I. 05657073Q ***** OBLIGATORIO PONER EL TOLDO ***** | | | |
| NITRATO AMONICO TECNICO DENSO | | | | |
| CONTENIDO DECLARADO | | | | |
| Concentración: 88,0% (Mínimo) | | | | |
| Contenido en Nitrógeno: 34,5% (Mínimo) | | | | |
| Humedad: 0,1% (Máximo) | | | | |
| pH (solución al 10%): 5,25 (-/-0,75) | | | | |
| Estabilidad Abel(90°C): 30 (Mínimo) | | | | |
| EL RESPONSABLE DE LA ENTREGA DEL RESIDUO DE ENVASE O ENVASE USADO. PARA SU CORRECTA GESTION AMBIENTAL. SERA EL POSEEDOR FINAL DEL MISMO | | | | |
| Mod. FERTIBIO | | | SUMINISTRADOR | |

Ilustración 12: Albarán

- d) Entrega a cliente. El cliente recepciona la mercancía y recibirá el boletín de análisis de las medias diarias de la fecha correspondientes. Ante cualquier incidencia o necesidad de datos adicional, realizará la solicitud a fábrica haciendo constar el número del albarán de la mercancía recibida.

Como se puede observar, el procedimiento tiene numerosos puntos débiles en los que las posibilidades de error son amplias:

- Codificación manual del loteado.
- Operario anota el lote en la orden de carga.
- Integración manual del lote en la documentación de la expedición (albarán).
- Información total recogida en tarjetas que pueden perderse, deteriorarse, etc. imposibilitando el acceso a los datos.

Por otro lado, el proceso para la recuperación de datos es manual, lento e incompleto, pudiendo generar insatisfacción en el cliente.

Si nos situamos en la posición de un cliente que presenta una reclamación por una parte de la mercancía recibida, éste deberá aportar a fábrica la información respecto al loteado (fecha y hora de envasado) que figura en la tarjeta que se sitúa en el porta etiquetas del BB.

Todas las reclamaciones por parte del cliente, siguiendo el procedimiento global del Grupo Fertiberia, dan lugar a la apertura de un expediente y la realización de una investigación previa a la respuesta.

Con la situación actual, la investigación se convierte en un proceso multidisciplinar que se desglosa de la siguiente forma:

- En el área de logística se reciben los datos relativos a la queja que presenta el cliente.

En base al mencionado procedimiento para quejas y reclamaciones, existe un modelo oficial en el que el cliente debe aportar una serie de datos y una breve descripción del evento que ocasiona la reclamación.

El punto fundamental para el inicio de la investigación es el número de albarán, ya que solamente desde éste se puede llegar al número de lote. Como ayuda adicional, se debe solicitar al cliente la información que contienen las tarjetas identificativas (explicada en el punto anterior) relativa a las horas de fabricación / envasado. Es importante remarcar que no siempre se consigue el acceso a este

dato por diferentes casuísticas (el cliente no ha conservado las tarjetas o no las tiene disponibles, se han deteriorado en el transporte y / o almacenamiento, no sabe que tarjeta corresponde a cada BB, etc.)


|  | | FECHA DE RECLAMACIÓN: | | 04/02/2025 |
|---|---|---|---------------------------|----------------|
| | | RECLAMACIÓN GENERAL: | | |
| | | RECLAMACIÓN Nº: | | PQI 02/2025 |
| | | | | |
| CLIENTE/ENTIDAD | NOMBRE | AGRONUTRITION | CÓDIGO | 0000233 |
| | LOCALIZACIÓN | 81500 LAVAUR | | |
| | PERSONA DE CONTACTO | | | |
| ZONA | NÚMERO DEPARTAMENTO | PQI | DELEGADO: | Olivier MARTIN |
| FÁBRICA/ALMACÉN | FABRICA PRODUCTORA | PUERTOLLANO | CÓDIGO DE FÁBRICA: | |
| | ALMACÉN DE SALIDA | PUERTOLLANO | CODIGO DE ALMACÉN | |
| | FECHA SALIDA Y/O RETIRADA DEL ALMACÉN | 24/10/24 | PROVINCIA/ MUNICIPIO | |
| PRODUCTO | CODIGO PRODUCTO | 638A751 | ORDEN DE SUMINISTRO | 422255 |
| | NOMBRE COMERCIAL | FERTIBERSOL NITRO | CANTIDAD/SUMINISTRO (Ton) | 24,6 |
| | FORMATO/PRESENTACIÓN | BIGBAGS | CANTIDAD AFECTADA (Ton) | 1,2 |
| | ESTADO | SOLIDO | GAMA | PQI |
| DOCUMENTO TRANSPORTE | DOCUMENTO | ALBARÁN | | |
| | NUMERO | 461768 | | |
| | FECHA | 24/10/24 | | |
| TRANSPORTE | POR CUENTA DE: | FERTIBERIA | | |
| | TIPO | CAMIÓN | | |
| DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | El cliente dice "Tenemos, de nuevo, problemas con los productos que nos habéis entregado! En esta fase de uso de este lote, hemos aislado 2 big bags que se han tomado en masa y contaminados con impurezas en grandes cantidades (ver fotos adjuntas). Podéis organizar la recogida de estos BB lo antes posible?" | | | |
| NATURALEZA | NIVEL 0 - QUEJA | | | |
| | NIVEL 1 - SERVICIOS | | | |
| | NIVEL 2 - PRESENTACIÓN | | | |
| | NIVEL 3 - CALIDAD FÍSICA | CONTAMINADO (OBJETOS U OTRO PRODUCTO) | | |
| | NIVEL 4 - CALIDAD QUÍMICA | | | |
| INSPECCIÓN | DESCRIPCIÓN | | | |
| | RESULTADO | | | |
| | VALOR ESTIMADO (€) | | | |
| PROPUESTA DE RESOLUCIÓN | DESCRIPCIÓN | A la espera de la respuesta de la fabrica | | |
| | VALOR ESTIMADO (€) | A la espera del transportista para el coste para regresar los BB a Puertollano + 432 € para el producto (1,2 T x 360 €) | | |
| | PROPONENTE | | FECHA | 05/02/25 |
| RESOLUCION FINAL | DESCRIPCIÓN | | | |
| | VALOR ESTIMADO (€) | | | |
| | LIQUIDACION POR CUENTA DE: | | | |
| | PROPONENTE | | FECHA | |
| OBSERVACIONES/ ANEXOS | | | | |
| APROBACIÓN | FECHA | | | |
| | FIRMA | | | |

Ilustración 13: Formato Reclamación

- Desde el área de logística de la fábrica (o desde el propio departamento comercial) se traslada la información al departamento de calidad y al de producción, en busca de recopilar todos los datos analíticos (físicos / químicos) relativos al producto reclamado y su producción.

Como se ha podido constatar, no siempre se dispone de total identificación de la mercancía objeto de la queja (especialmente crítico es el parámetro de la hora de envasado / producción), con lo que no siempre se puede ofrecer una documentación exacta del proceso productivo en concreto.

- Una vez se ha producido el acopio de datos y tras el estudio de éstos, se mantiene una reunión tripartita, logística, producción y calidad, de la que se extraen las conclusiones y se elabora la respuesta que se va a dar a la reclamación.
- Finalmente, una vez consensuada la solución con el departamento comercial correspondiente, desde el área de calidad de central se traslada la resolución al cliente.

Es obvio comentar, tras observar la descripción, lo extensiva y ardua que es la tarea de recopilación de información en la que se ven implicados tres departamentos de fábrica, y que no siempre permite la exactitud total, imprescindible para llegar a argumentaciones concluyentes.

Para poner en contexto los costes que este procedimiento puede llegar a suponer a la compañía, realizaremos una valoración promedio de éstos, utilizando para ello los datos de 2024.

- En primer lugar, tengamos en cuenta el total de quejas y reclamaciones, que el año pasado fueron un total de 36.

| RECLAMACIÓN/QUEJA | TOTAL 1º TRIMESTRE | TOTAL 2º TRIMESTRE | TOTAL 3º TRIMESTRE | TOTAL 4º TRIMESTRE | TOTAL |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| Nivel 0: QUEJAS/NO ACEPTADAS | 6 | 5 | 4 | 3 | 18 |
| Nivel 1: SERVICIOS | 5 | 6 | 0 | 1 | 12 |
| Nivel 2: PRESENTACIÓN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nivel 3: CALIDAD FISICA | 0 | 1 | 3 | 0 | 4 |
| Nivel 4: CALIDAD QUIMICA | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| TOTAL RECLAMACIONES | 12 | 12 | 8 | 4 | 36 |

Tabla 1: Reclamaciones

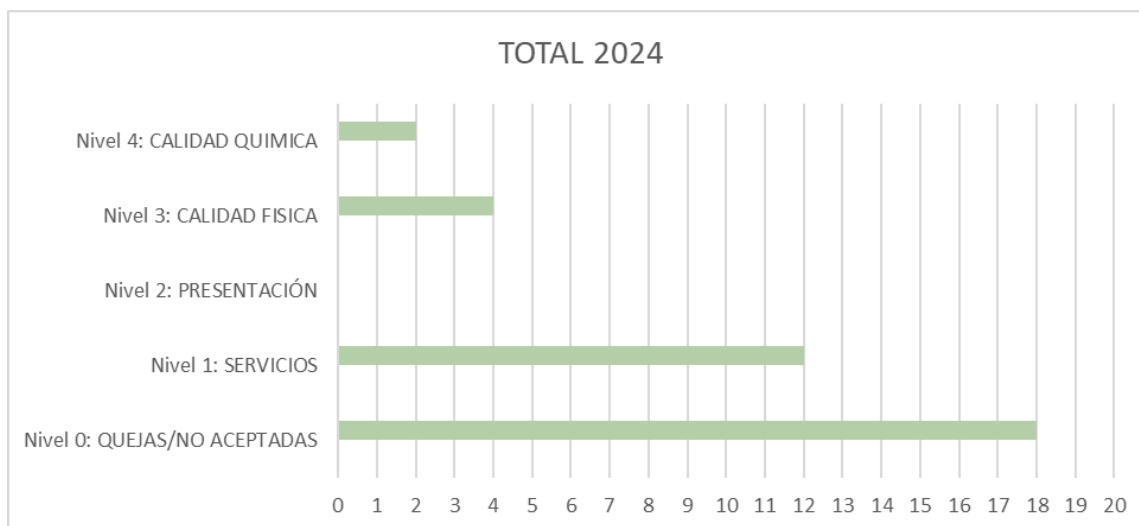


Ilustración 14: Reclamaciones

- Tras analizar en detenimiento el tiempo que se ha invertido en el proceso administrativo previo a la reunión de análisis de cada reclamación, se ha concluido que cada uno de los departamentos implicados ha dedicado un promedio de tres horas a la búsqueda y acopio de datos.

Si tenemos en cuenta que participan tres departamentos (producción, logística y calidad) y que ha habido un total de 36 reclamaciones en 2024 entonces:

Número Total de Horas invertidas: 3 (horas promedio) X 3 (implicados) X 36 (reclamaciones) = 324.

- Por último, si tenemos en cuenta que el personal implicado es de perfil técnico y tomamos como referencia un salario medio anual de 49.000 € brutos, y una jornada anual de 1.704 horas, la valoración económica del proceso de búsqueda sería la siguiente:

$$\text{Coste} = 49.000 \text{ € (salario)} / 1.704 \text{ h (jornada)} \times 324 \text{ (horas)} = 9.317 \text{ €}$$

Las dificultades que estamos observando en la recogida de datos para proceder a la investigación de la reclamación tienen una influencia clave en el tiempo total que en Fertiberia se invierte para dar la respuesta definitiva al cliente. Tras estudiar en profundidad los plazos hemos concluido que **en 2024 el tiempo medio de respuesta al cliente ha sido**

de **7,5 días laborales**, existiendo reclamaciones en las que se han llegado a invertir 12 días laborales en ofrecer la solución definitiva al cliente.

Es evidente que este plazo incide negativamente en la valoración que el cliente hace de la compañía.

Por otro lado, es importante observar la **tendencia alcista de las reclamaciones en los últimos años**, especialmente derivada del aumento de la mayor tecnificación y aumento de la exigencia de los clientes, así como de la apertura a nuevos mercados con requisitos más específicos.

Tomaremos como referencia los datos de los años 2022 y 2023 para observar la tendencia comentada:

Año 2023:

| RECLAMACIONES / QUEJAS | TOTAL 1er TRIMESTRE | TOTAL 2º TRIMESTRE | TOTAL 3º TRIMESTRE | TOTAL 4º TRIMESTRE | TOTAL |
|------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| Nivel 0: QUEJAS/NO ACEPTADAS | 3 | 2 | 3 | 1 | 9 |
| Nivel 1: SERVICIOS | 2 | 3 | 1 | 1 | 7 |
| Nivel 2: PRESENTACIÓN | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| Nivel 3: CALIDAD FISICA | 0 | 3 | 2 | 2 | 7 |
| Nivel 4: CALIDAD QUIMICA | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| TOTAL RECLAMACIONES | 5 | 10 | 8 | 5 | 28 |

Tabla 2: Reclamaciones 2023

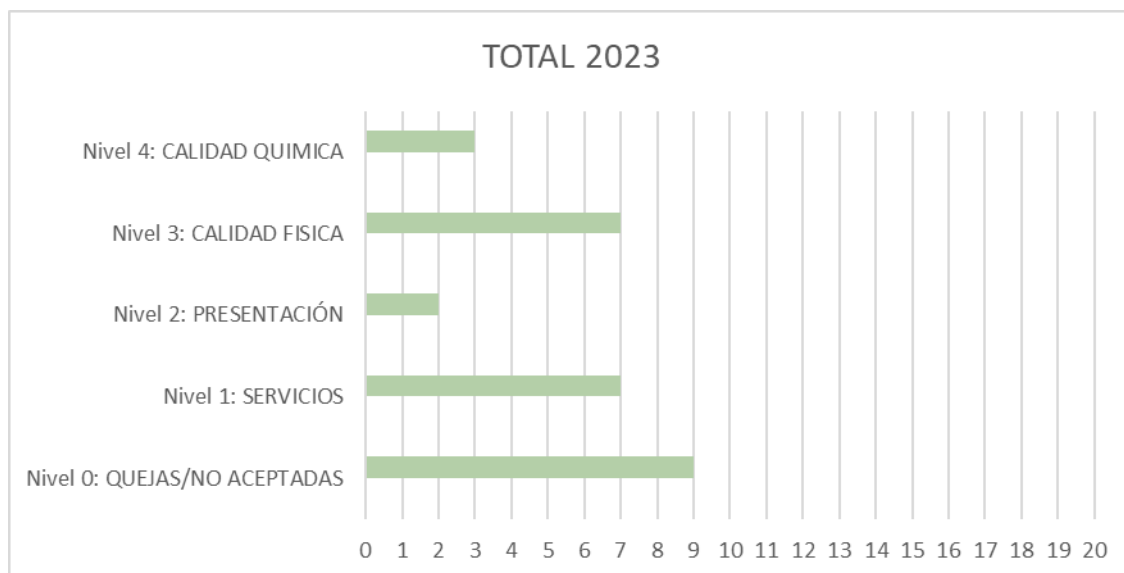


Ilustración 15: Reclamaciones 2023

Año 2022:

| RECLAMACIONES / QUEJAS | TOTAL 1er TRIMESTRE | TOTAL 2º TRIMESTRE | TOTAL 3º TRIMESTRE | TOTAL 4º TRIMESTRE | TOTAL |
|------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| Nivel 0: QUEJAS/NO ACEPTADAS | 3 | 3 | 3 | 1 | 10 |
| Nivel 1: SERVICIOS | 2 | 3 | 0 | 1 | 6 |
| Nivel 2: PRESENTACIÓN | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Nivel 3: CALIDAD FISICA | 2 | 3 | 2 | 1 | 8 |
| Nivel 4: CALIDAD QUIMICA | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| TOTAL RECLAMACIONES | 7 | 11 | 5 | 3 | 26 |

Tabla 3: Reclamaciones 2022

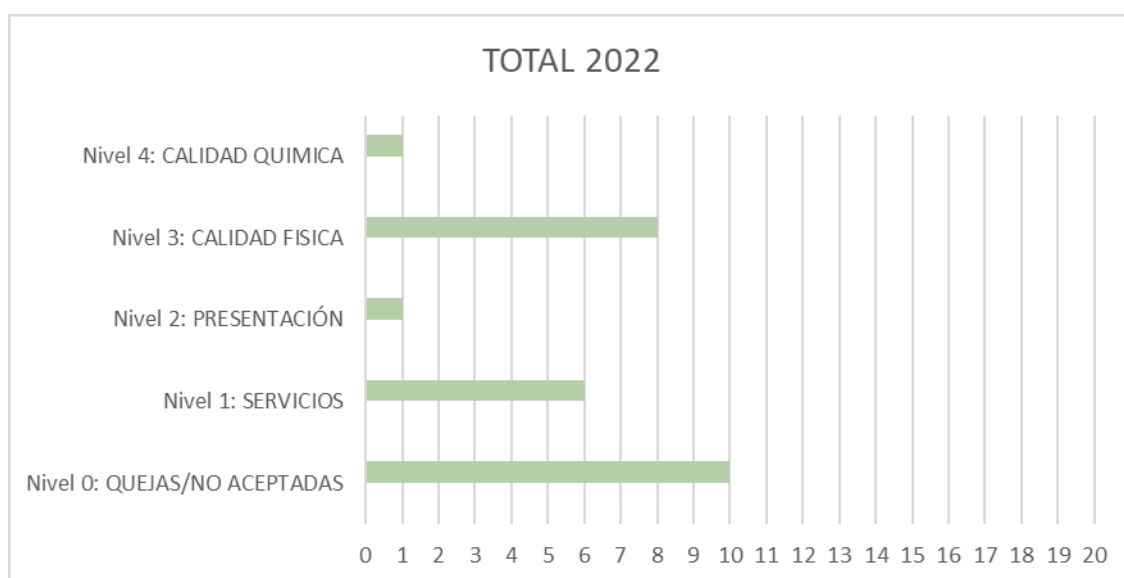


Ilustración 16: Reclamaciones 2022

Es trascendental volver a fijar el foco en la calidad e imagen del servicio al cliente, aspecto que queda claramente reflejado en las encuestas de satisfacción (evaluadas en 2.2.1), cuyos resultados se ven claramente influenciados por las ineficiencias encontradas en diferentes puntos del procedimiento de atención de quejas / reclamaciones aquí desglosado.

Teniendo en cuenta esta situación, finalizaremos valorando el dato de quejas y reclamaciones en oposición al número de suministros efectuados por la fábrica. Así, en 2024 la relación suministros / quejas quedaría:

- Tm suministradas totales: 86.854 Tm
- Entregas realizadas: 3.587.
- Quejas / reclamaciones: 36.
- Porcentaje Reclamaciones frente a entregas: 1%

En línea con el compromiso de mantener al cliente en el centro del negocio, Fertiberia busca la excelencia, por ello, este porcentaje de quejas, a pesar de poder parecer no demasiado significativo a simple vista, es inaceptable e invita a reflexionar e instaurar las medidas que se consideren necesarias para mejorar.

Por otro lado, si recuperamos la información obtenida en las encuestas de satisfacción es importante observar como este **1% de reclamaciones tiene un impacto brutal en la percepción del cliente**, llevando a un NPS muy negativo, en oposición a los demás aspectos valorados.

Por último, y alineándonos de nuevo con la estrategia de la compañía, echaremos la mirada a la sostenibilidad ambiental focalizando en dos puntos:

- Durante al año 2024, se han empleado para trazabilidad un total de 77.600 etiquetas. Estas etiquetas son de cartón, tamaño A5 y tienen un peso de 9 gr, lo que nos lleva a un total de 698,4 Kg de papel.

Haciendo un cálculo aproximado podemos concluir que este cartón supone unas emisiones de 1.676,16 Kg de CO₂. Uno de los objetivos de nuestro proyecto puede pasar por tratar de reducirlas

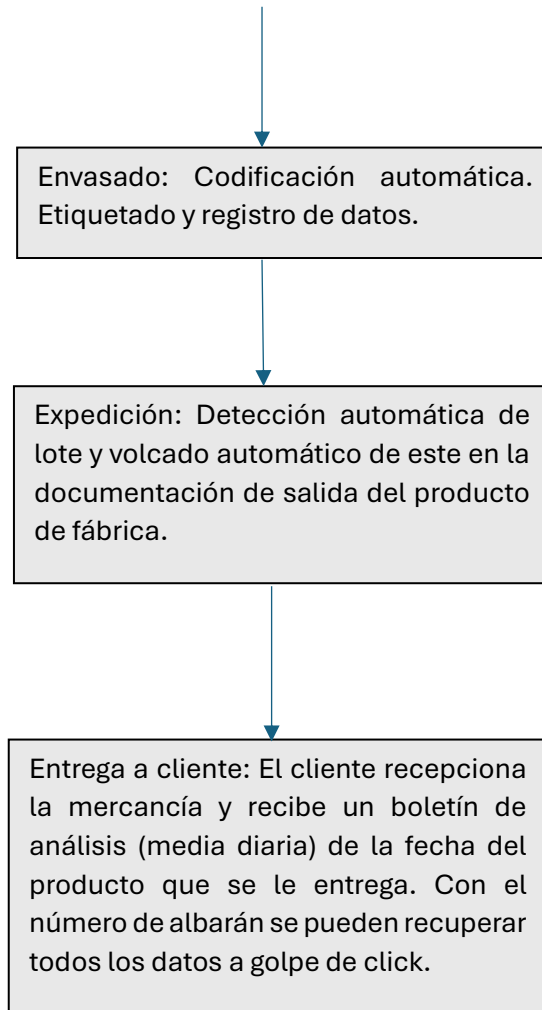
- Del total de reclamaciones del año 2024, 12 han concluido con operaciones de logística inversa derivadas de la retirada del producto desde las instalaciones del cliente y su transporte hasta almacenes o clientes “puente” donde la mercancía puede ser utilizada o hasta la fábrica origen para su reprocesado.

Cualquier medida a adoptar en vías a mejorar la trazabilidad y, por tanto, la imagen de Fertiberia ante el cliente redundará en una reducción de estas operaciones, siempre que consigamos el objetivo de disminuir las reclamaciones.

2.2.3. Situación Objetivo

En oposición a esta situación actual, el objetivo a conseguir con la implantación de un sistema para mejora de la trazabilidad seguiría el siguiente patrón:

Fabricación: Control de procesos y registro de datos en continuo mediante PHD. Análisis en laboratorio. Emisión de un boletín de medias diarias.



- a) Fabricación. El sistema actual está bien valorado, por lo que no se requiere la implantación de cambios que afecten directamente a esta parte del procedimiento.
- b) Envasado. Los datos se registran y almacenan automáticamente. Así mismo, la asignación de lote se realiza de manera totalmente automática.
- c) Expedición. La etiqueta es detectada automáticamente y la información relativa al lote se envía automáticamente a un software intermedio, desde donde el ERP la recoge para su inclusión en la documentación de salida de la mercancía.
- d) Entrega al cliente. El cliente recepciona la mercancía y recibirá el boletín de análisis de las medias diarias de la fecha correspondientes. Simplemente con el número de albarán toda la información relativa a los datos de producción de la mercancía estará disponible de manera inmediata.

2.3. Análisis de alternativas.

2.3.1. QR

Un código QR es un tipo de código de barras bidimensional, que tiene la capacidad de contener texto, URL, números, información de productos, etc. Pero su mayor ventaja sobre los tradicionales códigos de barras reside en que no solo puede almacenar mucha más información (varios miles de caracteres), sino que puede ser leído a través de dispositivos móviles, cámaras o lectores especializados.

Los lectores de códigos QR funcionan mediante sensores ópticos (generalmente, cámaras o láseres) que captan la imagen del código QR. Posteriormente, el software del lector se encargará de decodificar el patrón del código QR y extraerá toda la información almacenada en él.

- Escaneo: El lector emite luz sobre el código QR y toma una foto del patrón de puntos. Posteriormente, el software decodifica los módulos del código
- Decodificación: El código QR está compuesto por pequeños módulos en una cuadrícula que representan datos binarios. El lector transforma la imagen tomada en estos datos.
- Acción: Conforme a la información contenida en el código QR, el lector realizará la acción marcada, pudiendo abrir una página web, proporcionar información de un producto, redirigir al usuario a una aplicación, mostrar un mensaje, etc.
- En almacenes y centros de distribución, los códigos QR se utilizan para conseguir tanto un preciso y rápido seguimiento de los productos, como una mejora de la trazabilidad, así como una reducción de errores. Por otra parte, posibilita registrar la entrada y salida de productos, verificar el estado de inventario y gestionar la cadena de suministro de una manera más eficiente.

- Tipos de Lectores de Códigos QR:

1. Lectores de mano:

Son dispositivos portátiles que generalmente cuentan con un puntero láser o escáner de imagen para leer el código QR.

Suelen estar conectados a un sistema de gestión de inventarios o a un software de trazabilidad.

Son ideales para entornos industriales y logísticos en los que se requiere rapidez y precisión en el escaneo de códigos.

2. Lectores de escritorio:

Están diseñados para su uso en lugares fijos como cajas registradoras, terminales de ventas o puestos de control de inventarios.

Suelen contar con una base fija y permiten escanear el código QR sin necesidad de mover el artículo.

3. Lectores integrados en dispositivos móviles:

Hoy en día smartphone, tabletas u otros dispositivos análogos, contienen aplicaciones nativas o software especializados que permiten el escaneo de códigos QR de manera directa a través de su cámara.

Son muy útiles en entornos de bajo volumen o cuando se requiere una solución económica.

4. Escáneres de imágenes 2D:

Son dispositivos más avanzados que los lectores láser tradicionales, consiguiendo leer, no solo códigos QR, sino también otro tipo de códigos de barras, bidimensionales y unidimensionales

Presentan una mayor flexibilidad y precisión, consiguiendo leer los códigos desde diferentes ángulos y en cualquier orientación.

El análisis DAFO de esta alternativa sería el siguiente:

Fortalezas:

1. Bajo coste de implementación: La generación de códigos QR es un procedimiento barato y los lectores necesarios son económicos en comparación con otras tecnologías con RFID, lo que posibilita a que las empresas tengan que realizar una inversión inicial baja.

2. Fácil integración con sistemas ya existentes: Los lectores de QR son fácilmente integrables con sistemas de gestión de inventario previos, así como los softwares de trazabilidad ya existentes en los almacenes, lo que simplifica la implementación.

3. Acceso rápido a información: Tras el escaneo de un código QR, se puede acceder de forma rápida a información relevante sobre un producto, así como a su historial, ubicación en el almacén, fecha de fabricación, y demás información que se considere necesaria; lo que mejora notablemente la trazabilidad.

4. Sin interferencias electromagnéticas: Los códigos QR, difieren de otras tecnologías con RFID en que no se ven afectados por materiales metálicos o líquidos, lo que permite que su operatividad sea más estable en diferentes entornos.

5. Facilidad de uso: Los códigos QR son simples de generar y leer. Los empleados apenas encontrarán problemas en su aprendizaje y podrán usarlos rápidamente, evitando así una extensa formación.

Debilidades:

1. Dependencia de visibilidad directa: Los lectores de QR precisan un código visible y accesible para poder ser escaneado. Si el código está dañado o el producto se encuentra mal almacenado, el proceso de trazabilidad puede verse afectado.

2. No apto para la lectura simultánea: A diferencia de RFID, que permiten leer múltiples etiquetas a la vez, los lectores de QR precisan del escaneo particular de cada código, lo que ralentiza la velocidad de procesamiento en almacenes de gran volumen.

3. Vulnerabilidad a daños físicos: Los códigos QR resultan fácilmente dañables, siendo factible su deterioro por suciedad, o por erosión, entre otros factores, lo que dificultaría su escaneo y afectaría la trazabilidad del producto.

4. Requiere intervención manual: El escaneo de QR, aunque es más rápido que la introducción personal de datos sigue siendo un proceso más manual en comparación con tecnologías como RFID, que pueden ser automatizadas.

Oportunidades:

1. Mejora de la trazabilidad en la cadena de suministro: Los códigos QR aportan una manera económica y efectiva de realizar un seguimiento pormenorizado de los productos, lo que facilita la trazabilidad en todas las etapas de la cadena de suministro.

2. Integración con tecnologías móviles: Los dispositivos móviles (smartphones o tabletas) pueden funcionar como lectores de QR, lo que evita la necesidad de equipos especializados y facilita la implementación de tecnología en empresas con bajos recursos.

3. Aumento de la transparencia: La información almacenada en los códigos QR resulta accesible a cualquier parte interesada (como clientes, auditores, etc.), lo que mejora la transparencia y la confianza en la trazabilidad del producto.

4. Mejor control de inventarios: Los almacenes pueden usar códigos QR para realizar un control preciso del estocaje, de los movimientos de los productos, o de las fechas de caducidad; lo que ayuda a evitar pérdidas y gestionar las existencias de una manera más eficiente.

5. Cumplimiento de normativas: En sectores, donde es obligatoria la trazabilidad de los productos (como la industria alimentaria o la farmacéutica), el uso de códigos QR posibilita cumplir con los preceptos legales y normativos sin necesidad de una gran inversión tecnológica.

Amenazas:

1. Dependencia de la infraestructura tecnológica: A pesar de que los códigos QR no necesitan una infraestructura compleja, el sistema debe estar bien configurado y se debe contar con los dispositivos adecuados para el escaneo de códigos de manera eficiente, lo que se traduce en gastos adicionales.

2. Posible obsolescencia ante tecnologías más avanzadas: Aunque los códigos QR son populares, podrían verse desplazados por tecnologías más avanzadas, como RFID o tecnologías de visión por computadora, que podrían ofrecer más velocidad y automatización.

3. Riesgos de seguridad: La información almacenada en los códigos QR podría ser vulnerable si no se toman las adecuadas precauciones en el campo de la seguridad. Los códigos QR podrían ser alterados para redirigir a los usuarios a sitios maliciosos, o podría manipularse la información de los productos.

4. Limitaciones de almacenamiento de datos: Los códigos QR, aunque pueden contener más información que los tradicionales códigos de barras, tienen un límite de almacenamiento; lo que podría suponer un obstáculo si se necesitara almacenar información muy compleja o grandes volúmenes de datos.

5. Posible resistencia al cambio. Los empleados pueden mostrarse reticentes a adoptar un sistema de trazabilidad, bien porque no estén familiarizados con el uso de códigos QR, bien porque valoren que el proceso es innecesario, lo que podría retrasar la implementación.

2.3.2. RFID

La tecnología RFID (Radio Frequency Identification) es un sistema de transmisión de datos por medio de radiofrecuencia principalmente basado en dos elementos: Las etiquetas o tags RFID, que contienen información y se comportan como transpondedores de radio (al recibir una señal responden con otra) y la antena RFID encargada de mandar la primera señal para después leer de forma remota la información enviada desde la etiqueta.

Al utilizar etiquetas RFID se posibilita el seguimiento de todos y cada uno de los movimientos de los productos almacenados, desde el momento en el que llegan al almacén hasta que son entregados al cliente final.

Gracias a la capacidad de rastrear los productos mediante RFID esta tecnología podría también resultar útil en la gestión de devoluciones, siendo posible identificar fácilmente aquellos que han sido devueltos y realizar su seguimiento.

- Componentes de un sistema RFID:
 - Etiquetas/Tags: Son pequeñas etiquetas que se colocan en los artículos y contienen información detallada sobre el producto, como su identificación, la fecha de caducidad, el origen, etc. Existen varios tipos de etiquetas a escoger, según nuestras necesidades en el almacén
 - Antenas: Son los componentes que se encargan de enviar y recibir señales de radiofrecuencia a los lectores. Para garantizar una buena cobertura y lectura de las etiquetas RFID las antenas deberán colocarse en un lugar estratégico.
 - Middleware RFID: Es un software que se encuentra entre el hardware RFID (antenas y los lectores) y las aplicaciones como los softwares de gestión de inventarios y los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP). Es capaz de realizar diversas funciones, tales como la validación y enriquecimiento de datos, el filtrado y agrupación de eventos RFID, el enrutamiento de los datos a las aplicaciones correspondientes, y la gestión de los eventos RFID en tiempo real. Además, el middleware también permite la integración de los datos de RFID con otros sistemas empresariales, como los sistemas de gestión de almacenes (WMS), los sistemas de planificación de la cadena de suministro (SCP), y otros sistemas de software.
 - Software RFID: Se utiliza para gestionar y monitorear el sistema RFID. El software posibilita la recopilación y procesamiento de datos de las etiquetas RFID, la

visualización de los datos del inventario en tiempo real, la gestión de alertas y notificaciones.

- Control:

Implementar RFID en un almacén nos permite controlar totalmente la trazabilidad del producto. siendo posible rastrear el movimiento desde su entrada en el almacén hasta su salida, pudiendo obtener una localización precisa en todo momento.

- Seguridad:

El RFID necesita de una mínima participación humana en el proceso de lectura de etiquetas, por lo que se reduce al mínimo la posibilidad de accidentes laborales. Así mismo, los microchips que incorporan las etiquetas son prácticamente imposibles de duplicar, por lo que se evitaría cualquier tipo de falsificación o fraude.

- Ahorro de tiempo y dinero:

Un sistema RFID al requerir una mínima intervención manual, reduce el flujo de movimientos de personal dentro del almacén, aumentando la productividad y reduciendo los costes. Esto se puede traducir en un menor riesgo de sobre Stock o falta de inventario.

- Gestión 360°:

La tecnología RFID nos proporciona una gestión y seguimiento del inventario desde el inicio del proceso hasta su finalización. Esto hace posible mejorar notablemente la exactitud y la eficacia en la gestión de inventarios y la planificación de la cadena de suministros.

El análisis DAFO de esta alternativa sería el siguiente:

Fortalezas:

1. Mejora la exactitud del inventario: RFID consigue una identificación automática de los productos sin precisar el contacto directo, esto aminora los errores humanos, mejorando la precisión del inventario.

2. Mayor velocidad y eficiencia: La tecnología RFID posibilita gestionar grandes cantidades de productos de manera rápida a través de la lectura simultánea de múltiples etiquetas; lo que agiliza las operaciones en almacenes.

3. Visibilidad en tiempo real: RFID permite devolver información en tiempo real sobre situación y estado de los productos, lo que facilita la monitorización de inventarios y mejora la trazabilidad.

4. Reducción de costes a largo plazo: Si bien, la inversión inicial puede ser alta, a largo plazo la tecnología RFID puede reducir los costes operativos relacionados con los errores de inventario, el robo o el extravío de productos.

5. Automatización de procesos: RFID puede integrarse fácilmente en otros sistemas automatizados previos o necesarios, como cintas transportadoras y robots, incrementando la eficiencia operativa y reduciendo la necesidad de mano de obra.

Debilidades:

1. Inversión inicial elevada: La implementación de un sistema RFID en un almacén conlleva una inversión considerable, ya que implica la necesidad de equipos como etiquetas, lectores y software, lo que puede suponer una traba para pequeñas o medianas empresas.

2. Dependencia de la infraestructura: Para poder utilizar RFID exprimiendo todo su potencial, es imprescindible que el almacén esté equipado con la infraestructura adecuada (antenas, lectores, etc.), lo que conlleva costes adicionales y un tiempo de adaptación.

3. Interferencia en ambientes complejos: Las señales de RFID pueden verse afectadas en entornos con materiales metálicos o líquidos, lo que reduce su efectividad en algunos casos.

4. Necesidad de formación: El personal debe ser formado en el uso de esta tecnología, lo que lleva asociado un posible coste adicional y podría conllevar tiempo.

Oportunidades:

1. Mejora en la gestión de la cadena de suministros: Al integrar RFID con otros sistemas de gestión de la cadena de suministro, las empresas consiguen una trazabilidad completa y un control más eficaz del inventario en todas las etapas del proceso

2. Mayor capacidad de análisis de datos: La integración de RFID permite compilar grandes cantidades de datos, lo que puede emplearse para realizar análisis predictivos, previsiones de demanda y optimización de rutas.

3. Aumento de la competitividad: Las empresas que implementan RFID pueden ofrecer un servicio más eficiente, con menos fallos y tiempos de entrega más cortos, lo que conlleva una mejor posición en el mercado.

4. Cumplimiento de regulaciones: En industrias sometidas a normas relacionadas con la trazabilidad de productos, como la industria alimentaria o farmacéutica, donde la visibilidad del producto es crucial, RFID puede suponer una ayuda notable.

Amenazas:

1. Riesgos de seguridad y privacidad: Aunque RFID tiene ventajas, también plantea incertidumbres sobre la seguridad de los datos, ya que la información de los productos podría ser leída de forma no autorizada, si no se llevan a cabo las medidas de seguridad adecuadas.

2. Competencia tecnológica: El rápido desarrollo de la tecnología y la creación de soluciones alternativas, como la tecnología blockchain o el Internet de las Cosas (IoT), podrían derivar en que RFID quede obsoleta o sea menos relevante en el futuro.

3. Falta de estándares universales: A pesar de que existen estándares como el EPC global, la inexistencia de un estándar universal y la interoperabilidad entre diferentes sistemas podría conllevar problemas en la implementación de RFID a nivel global.

4. Resistencia al cambio: La implementación de RFID puede encontrar rechazo por parte de empleados o directivos que no estén seguros de sus beneficios, lo que podría complicar su adopción.

2.3.3. Sistemas de visión artificial.

La visión artificial cumple una función decisiva en la mejora de la trazabilidad en múltiples sectores, como la industria manufacturera, la logística o la agroindustria, entre otras. Su influencia se desarrolla de la siguiente manera:

- Identificación y seguimiento de productos:

Los sistemas de visión artificial posibilitan la identificación, clasificación y seguimiento de productos o componentes a lo largo de la cadena de producción y distribución. En combinación con tecnologías como códigos QR, códigos de barras, etiquetas, RFID y reconocimiento de patrones, logramos capturar imágenes o vídeos de productos en

diferentes etapas del proceso y unirlos con informaciones clave (fecha de fabricación, origen, lote, etc.)

- Control de calidad y autenticidad:

Los sistemas de visión artificial también pueden ayudar en la realización de controles de calidad a tiempo real, ya que logran localizar defectos, variaciones o irregularidades en los productos, consiguiendo que solo los artículos que cumplen con los estándares de calidad lleguen al consumidor. Esto mejora la trazabilidad al conseguir localizar cualquier producto que no cumpla con las características marcadas y localizar su origen.

- Integración con sistemas de gestión:

La visión artificial se puede integrar con sistemas de gestión empresarial como ERP (Enterprise Resource Planning) o WMS (Warehouse Management Systems) para aumentar la trazabilidad. Al captar y analizar datos en tiempo real, los sistemas de visión pueden volcar la información de manera directa a las bases de datos o sistemas de gestión, logrando un control total del flujo de productos desde la producción hasta la entrega al cliente.

- Trazabilidad en la cadena de suministro:

Los sistemas de visión artificial también son fundamentales para lograr una trazabilidad eficaz en la cadena de suministro, por ejemplo, las cámaras que vigilan las mercancías durante su carga y descarga, permiten comprobar que la cantidad de productos coincide con la información registrada, asegurando la mercancía.

- Prevención de fraude:

Utilizando tecnologías de visión artificial, es posible verificar la autenticidad de los productos y evitar el fraude. Los sistemas de visión pueden localizar modificaciones en los envases o en los productos, así como alteraciones en las etiquetas o el uso de materiales no autorizados.

- Monitorización en tiempo real y análisis predictivo:

La visión artificial también consigue la monitorización en tiempo real de las condiciones de los productos durante el transporte o el almacenamiento, pudiendo detectar cualquier desviación en los parámetros marcados (temperatura, humedad, etc.). Esta información se

puede utilizar para prevenir posibles fallos y tomar decisiones que corrijan los problemas antes de que afecten a la calidad del producto.

Herramientas y tecnologías clave en la visión artificial para trazabilidad:

- Cámaras industriales: Para capturar imágenes de alta resolución y análisis en tiempo real.
- Sensores 3D: Para capturar información dimensional precisa de productos.
- Reconocimiento de imágenes y patrones: Para identificar productos basándose en su apariencia visual
- Redes neuronales y aprendizaje profundo: Para mejorar el análisis de imágenes y clasificación automática de productos.
- Integración con base de datos: Para vincular, las imágenes y la información obtenida con el sistema de gestión de seguimiento.

La puesta en marcha del sistema de visión artificial resulta una buena solución para mejorar la trazabilidad, ya que consigue un seguimiento pormenorizado en tiempo real de los productos a lo largo de toda su vida útil, ampliando la eficacia, reduciendo costos y aumentando la calidad del servicio.

El análisis DAFO de los sistemas de visión artificial sería el siguiente:

Fortalezas

1. Precisión y fiabilidad: La visión artificial ofrece una alta efectividad en la identificación y el seguimiento de productos, acabando con los errores humanos en el proceso de trazabilidad.
2. Automatización: La capacidad de mecanizar, el proceso de inspección y monitorización eleva la eficiencia operativa, reduciendo la actividad manual y mejorando la rapidez de los procesos.
3. Mejora la calidad: Permite llevar a cabo controles de calidad en tiempo real, lo que hace posible que solo los productos que cumplen con los estándares de calidad marcados lleguen al cliente final. Esto mejora significativamente el seguimiento del producto desde el origen hasta su entrega
4. Integración con sistemas de gestión: Los sistemas de visión artificial son capaces de integrarse fácilmente con plataformas ERP (Enterprise Resource Planning) y WMS

(Warehouse Management Systems), aportando datos en tiempo real para optimizar la trazabilidad.

5. Recopilación de datos: Facilita la recopilación y el almacenamiento de datos, que podrán utilizarse posteriormente para crear informes, realizar auditorías y garantizar el cumplimiento de normativas.

Oportunidades

1. Crecimiento del mercado de automatización: El creciente interés por la automatización y la digitalización en diversas empresas abre las puertas a nuevas oportunidades para poner en práctica los sistemas de visión artificial.

2. Aumento de la demanda de trazabilidad en sectores regulados: En industrias fuertemente reguladas como la farmacéutica, alimentaria o cosmética, donde se necesitan controles estrictos, la visión artificial presentaría una enorme oportunidad para cumplir de manera efectiva con la normativa.

3. Mejoras en las tecnologías de IA y aprendizaje automático: El desarrollo continuo de algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje profundo está mejorando la capacidad de los sistemas de visión artificial para identificar y analizar patrones complejos, lo que abre nuevas aplicaciones.

4. Sostenibilidad y control de calidad: En un marco donde la sostenibilidad y la calidad son cada vez más valorados, los sistemas de visión artificial, detectando defectos y mejorando procesos, pueden ayudar a garantizar que la producción y los productos sean más sostenibles.

5. Expansión en la industria de la logística: La visión artificial aplicada a la monitorización y seguimiento en tiempo real de los productos en la cadena de suministro, supone un mejor seguimiento y eficiencia logística.

Debilidades

1. Altos costes iniciales: La implantación de sistemas de visión artificial puede requerir una notable inversión en hardware (cámaras, sensores) y software, lo que podría convertirse en un gran obstáculo para pequeñas y medianas empresas.

2. Dependencia de condiciones óptimas: La visión artificial puede verse afectada por condiciones como la poca iluminación, la calidad de la imagen o la obstrucción de

productos, disminuyendo su efectividad en entornos que no estén debidamente controlados

3. Complejidad en la integración: Integrar estos sistemas con infraestructuras ya existentes en las empresas (como software ERP o sistemas de control de calidad) puede ser un proceso complejo y costoso.

4. Requiere capacitación especializada: Para operar y mantener los sistemas de visión artificial, se haría necesario la contratación o formación de personal capacitado y especializado, lo que añadiría costes adicionales y tiempo de formación.

5. Mantenimiento y actualizaciones: Los sistemas de visión artificial necesitan mantenimiento regular y actualizaciones de software para mantener su eficacia, lo que se traduce en un coste y un esfuerzo continuo.

Amenazas

1. Avances rápidos de la tecnología: La rápida evolución de la tecnología de visión artificial y las herramientas de IA pueden hacer que los sistemas actuales queden obsoletos si no se invierte en actualizaciones constantes.

2. Competencia creciente: La aparición y desarrollo de soluciones más asequibles y accesibles por parte de competidores o nuevos startups podría disparar la competencia, haciendo recaer la presión sobre las empresas que ya han invertido en visión artificial.

3. Resistencia al cambio: Las empresas pueden mostrar reticencias ante nuevas tecnologías, debido a la falta de familiaridad o la creencia de que dicha tecnología es innecesaria, especialmente si no se perciben de manera clara los beneficios de la visión artificial.

4. Problemas de privacidad y seguridad: El uso de sistemas de visión artificial puede plantear problemas de seguridad y privacidad de los datos, sobre todo si los datos capturados contienen información sensible.

5. Dependencia de condiciones ambientales: Si los sistemas no son los adecuados para funcionar en las condiciones necesarias en cada caso (por ejemplo, en condiciones de baja luminosidad, o en entornos polvorientos), podrían no resultar lo suficientemente efectivos.

2.4. Elección de método

Para la elección del método se ha establecido una matriz de valoración de los aspectos más importantes dando lugar al siguiente cuadro comparativo, en el que se ponderan y se valoran del 1 al 5 todas las variables, siendo 1 la peor calificación y 5 la mejor:

| Área | Variable | Ponderación | Puntuación: QR (1-5) | Puntuación: RFID (1-5) | Puntuación: Visión Artificial (1-5) |
|--------------------------|---------------------------------|-------------|-------------------------|---------------------------|--|
| Economía | Coste Inicial | 15% | 4 | 3 | 1 |
| | Mantenimiento y actualizaciones | 10% | 3 | 3 | 1 |
| Implantación | Requisitos e implicaciones | 10% | 4 | 4 | 3 |
| | Rapidez | 10% | 4 | 4 | 2 |
| Operatividad | Volumen datos | 10% | 2 | 4 | 5 |
| | Precisión | 15% | 3 | 4 | 4 |
| | Sencillez uso | 15% | 3 | 4 | 4 |
| Umbral modernidad | Método actualizado | 15% | 2 | 4 | 4 |
| Puntuación Total: | | | 3.1 | 3.75 | 3.05 |

Tabla 4: Cuadro comparativo métodos

Tras calcular las puntuaciones ponderadas, observamos que RFID obtiene la puntuación más alta (3.75), seguida de QR (3.1) y Visión Artificial (3.05). Ahora analizaremos cada categoría en detalle y cómo estas impactan en la decisión final.

a) Economía (25% del total):

| Variable | QR (puntos ponderados) | RFID (puntos ponderados) | Visión Artificial (puntos ponderados) |
|--|---------------------------|-----------------------------|--|
| Coste Inicial (15%) | 0.6 | 0.45 | 0.15 |
| Mantenimiento / Actualización (10%) | 0.3 | 0.3 | 0.1 |
| TOTAL: | 0.9 | 0.75 | 0.25 |

Tabla 5: Valoración Económica

Como se puede observar la implantación de QR es la opción más económica, con un bajo coste inicial y menor necesidad de mantenimiento.

Los costes iniciales de la implantación de RFID son superiores, aunque son similares en mantenimiento y actualización, ya que éstos se derivan en ambos casos del consumo de etiquetas y sostenimiento del sistema.

Los sistemas de visión artificial constituyen la opción más cara tanto en implementación como en su mantenimiento.

b) Implantación (20% del total)

| Variable | QR (puntos ponderados) | RFID (puntos ponderados) | Visión Artificial (puntos ponderados) |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| Requisitos / Implicaciones (10%) | 0.4 | 0.4 | 0.3 |
| Rapidez (10%) | 0.4 | 0.4 | 0.2 |
| TOTAL: | 0.8 | 0.8 | 0.5 |

Tabla 6: Valoración Implantación

Tras el análisis de los resultados podemos concluir que los sistemas QR y RFID son igualmente eficientes en cuanto a su implementación, ya que requieren poca infraestructura y su integración con los sistemas existentes se podría considerar relativamente rápida. Por el contrario, el sistema de visión artificial es más complejo de instalar y su integración puede resultar considerablemente más larga y difícil.

c) Operatividad (35% del total)

| Variable | QR (puntos ponderados) | RFID (puntos ponderados) | Visión Artificial (puntos ponderados) |
|------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| Volumen de Datos (10%) | 0.2 | 0.4 | 0.5 |
| Precisión (15%) | 0.45 | 0.6 | 0.6 |
| Sencillez de Uso (15%) | 0.45 | 0.6 | 0.6 |
| TOTAL: | 1.1 | 1.6 | 1.7 |

Tabla 7: Valoración Operatividad

Los sistemas de Visión Artificial destacan en el volumen de datos que manejan, permitiendo capturar más información que QR y RFID.

Por otro lado, observamos que los sistemas RFID ofrecen una excelente precisión y más facilidad de uso en comparación con QR, a la que podemos considerar la opción menos operativa, ya que su capacidad de datos es limitada y depende de un escaneo manual.

d) Umbral de Modernidad (15% del total)

| Variable | QR (puntos ponderados) | RFID (puntos ponderados) | Visión Artificial (puntos ponderados) |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| Método Actualizado (15%) | 0.3 | 0.6 | 0.6 |

Tabla 8: Valoración Modernidad

Los sistemas **QR constituyen la opción menos moderna**, ya que es una tecnología establecida, pero con pocas innovaciones recientes y escaso margen de actualización. Los sistemas de RFID y Visión Artificial son más modernos y alineados con la transformación digital, aunque también presentan retos derivados de su actualización y la aparición de nuevas tecnologías.

En base a lo observado y analizado en el cuadro comparativo, podemos concluir que el sistema **RFID** destaca en casi todas las categorías, especialmente en modernidad, operatividad y precisión y por ello los consideramos la **opción más recomendable**.

Podríamos considerar la opción del QR como más económica y fácil de implementar, pero presenta serias limitaciones en el volumen de datos manejados y actualización tecnológica, al tratarse de un método sensiblemente más antiguo.

Los sistemas de visión Artificial presentan desafíos en coste inicial y mantenimiento, aunque ofrece una alta capacidad de datos y precisión.

Si se prioriza el coste y simplicidad, la implantación de un sistema con QR podría considerarse una mejor opción, sin embargo, puesto que buscamos un equilibrio entre las cuatro categorías analizadas, nos decantamos por el RFID.

2.5. Implantación

Una vez definida la elección del RFID como el método más apropiado a instalar, estudiaremos la implantación en la fábrica, de manera que las implicaciones de unidades afectadas, equipos y personal sean las mínimas necesarias y no interfieran en el normal desarrollo de la actividad, evitando paradas o interrupciones del servicio.

Estableceremos para la puesta en marcha del servicio y periodo de tiempo de cinco meses desde la adjudicación del proyecto al proveedor del servicio hasta su pleno funcionamiento. La planificación aproximada quedaría así:

- **Fase 1: Análisis y Planificación (Mes 1)**
 - Evaluación del ERP: Analizar cómo el ERP actual gestiona todos los datos de inventario, calidad y producción.
 - Adquisición de hardware y software RFID: Elegir lectores, etiquetas y middleware compatible con el ERP.
 - Diseño de la arquitectura: Definir la integración del RFID con el ERP (API, base de datos, conectores).
 - Planificación del proyecto: Establecer cronograma, cerrar presupuesto y equipo de trabajo.

- **Fase 2: Desarrollo e Integración (Mes 2-3)**
 - Desarrollo del middleware RFID: Crear y configurar el software que conectará los dispositivos RFID con el ERP.
 - Pruebas de integración con ERP: Simular el flujo de datos y corregir errores.
 - Despliegue de infraestructura RFID: Instalar antenas, lectores y etiquetas en la fábrica.
 - Configuración de bases de datos: Asegurar que los datos RFID sean almacenados y sincronizados correctamente.
 - Desarrollo de dashboards/ reportes: Configurar visualizaciones en el ERP para analizar datos RFID.
- **Fase 3: Pruebas y Optimización (Mes 4)**
 - Pruebas de campo: Verificar funcionamiento en entornos reales dentro del almacén.
 - Ajustes y optimización: Mejorar la velocidad de lectura paulatinamente, reducir errores y ajustar configuración.
 - Formación del personal: Instruir a operarios y resto de implicados sobre el uso del nuevo sistema.
 - Implementación progresiva: Activar el sistema RFID en fases para minimizar riesgos.
- **Fase 4: Implementación y monitorización (Mes 5)**
 - Lanzamiento oficial: Integración completa y operativa del sistema RFID con el ERP.
 - Control y soporte: Identificar problemas y corregirlos en tiempo real.
 - Optimización continua: Recopilar feedback y realizar mejoras tras la implementación.
 - Evaluación del ROI: Medir el impacto del sistema en la eficiencia de la fábrica.

El cronograma en un diagrama de Gantt quedaría así:

| Actividad | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Análisis ERP | ■ | | | | |
| Compras | ■ | | | | |
| Arquitectura | ■ | | | | |
| Desarrollo software | | ■ | ■ | | |
| Instalación de equipos | | | ■ | | |
| Configuración de bases de datos | | | ■ | | |
| Pruebas y ajustes | | | | ■ | |
| Formación | | | | ■ | |
| Lanzamiento | | | | | ■ |
| Control y soporte | | | | | ■ |
| Optimización | | | | | ■ |

Ilustración 17: Cronograma

2.6. Resultados

Evidentemente la implantación del RFID persigue la consecución de unos objetivos que, para este caso, combinan aspectos tangibles e intangibles.

La valoración de resultados necesariamente procederá de una combinación de métricas operativas (tiempo invertido, número de reclamaciones, etc) con indicadores de experiencia del cliente.

a) Comparativa de resultados Net Promoter Score (NPS) antes y después de la implantación.

En las encuestas de satisfacción realizadas antes de la puesta en marcha del nuevo sistema, la puntuación más baja se ha obtenido en la valoración del cliente al respecto de la respuesta a reclamaciones.

El objetivo será conseguir un NPS igual o superior a 50 en un plazo de un año desde la implantación.

b) Medición de los tiempos medios de recogida de datos antes y después de la implantación.

Análisis directo y comparación de cuánto tiempo se necesita para la recolección de datos en la actualidad y tras la utilización del RFID.

El objetivo será una reducción inmediata mayor del 95% del mismo.

c) Comparación y medición del tiempo de respuesta a las reclamaciones.

Al haber conseguido una reducción considerable en el tiempo de recopilación de datos, ¿se ha conseguido reducir el tiempo medio de respuesta a las quejas de los clientes?

La meta será conseguir una disminución de un 25% de este periodo en el primer año de uso del nuevo sistema.

d) Análisis de quejas y reclamaciones.

Al conseguir un proceso de atención al cliente ante reclamaciones mucho más robusto, el número de quejas triviales debe verse reducido al percibir el cliente una imagen más seria y profesional.

El objetivo a medir será conseguir una reducción del 50% de las reclamaciones no aceptadas en un plazo de dos años.

De la misma manera, se pueden realizar otra serie de mediciones que nos ayudarán a evaluar el retorno de la inversión de una manera más precisa:

- **Impacto en la retención de clientes.**

Medir la tasa de clientes que no se van a la competencia a pesar de presentar una reclamación antes y después de la implantación del RFID.

- **Crecimiento de ventas debido a la mejor experiencia de cliente.**

Al mejorar el servicio post venta y aumentar la transparencia, ¿los clientes compran más? ¿ha aumentado el número de clientes?

- **Mejora de la eficiencia del personal.**

Al conseguir una reducción casi total del tiempo de rastreo de datos, ¿se han sustituido estas tareas por otras de mayor valor añadido?

Evaluando los objetivos desde el punto de vista de la sostenibilidad ambiental, podemos observar las también siguientes métricas:

- **Reducción de consumo de papel.**

Estimamos que la reducción del consumo de papel será muy importante al sustituir la etiqueta actual (tamaño A5) por la etiqueta RFID de un tamaño mucho menor.

El objetivo será reducir conseguir en el primer año una reducción del 75% del papel consumido.

- **Reducción de transporte asociado a reclamaciones.**

Otro de los objetivos a conseguir con el cambio de modelo, es una reducción de transporte derivado de la logística inversa originada tras las reclamaciones de los clientes, y que obliga a trasladar las mercancías objeto de queja desde las instalaciones del cliente a otras donde pueda ser empleada, o a la propia fábrica origen para ser reprocesada.

3. PRESUPUESTO

En este punto se observa el proceso de valoración económica y técnica de varios proveedores para la implementación de la solución técnica elegida (RFID) en la empresa. Se detalla un análisis comparativo entre cuatro compañías ofertantes, evaluando aspectos como software, hardware, implantación, reputación y costes. Core Solutions resulta la opción mejor puntuada por su compatibilidad con el ERP y la competitividad en consumibles, seguida de Voltec, destacada por su rápida integración y costos bajos. ZETES Atlas ofrece una solución avanzada en software, pero con dificultades en hardware, mientras que Sothis queda descartada por su falta de confianza y costos elevados. Por último, se decide solicitar presupuestos detallados a los dos proveedores mejor valorados antes de tomar la decisión final.

Para la valoración económica del proyecto se ha contactado con varias compañías de reconocida solvencia que han realizado visitas a la fábrica y ofertado y cotizado diversas soluciones.

A fin de poder valorar a los diferentes proveedores, se ha establecido el siguiente cuadro comparativo, completado tras reunión de análisis de los proveedores mantenida entre el departamento de logística (unidad funcional) y el de TI. En el cuadro se ponderan y se valoran del 1 al 5 todas las variables, siendo 1 la peor calificación y 5 la mejor:

| Área | Variable | Ponderación | Puntuación: Voltec (1-5) | Puntuación: ZETES Atlas (1-5) | Puntuación: Core Solutions (1-5) | Puntuación: Sothis (1-5) |
|----------------------------|----------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Especificación | Software | 15% | 2 | 5 | 4 | 2 |
| Técnica | Hardware | 15% | 3 | 2 | 4 | 3 |
| Implantación | Requisitos e implicaciones | 10% | 5 | 4 | 4 | 4 |
| | Plazos | 10% | 5 | 4 | 4 | 4 |
| Valor proveedor | Visita Comercial | 10% | 3 | 3 | 5 | 2 |
| | Referencias | 10% | 4 | 3 | 5 | 3 |
| Costes | Global solución | 25% | 4 | 2 | 3 | 1 |
| | Etiquetas RFID | 5% | 2 | 2 | 4 | 2 |
| Puntuación Total: | | | 3,55 | 3,05 | 3,95 | 2,40 |

Tabla 9: Evaluación Proveedores

El análisis detallado de cada proveedor en función de su puntuación ponderada es el siguiente:

- **Core Solutions (Puntuación: 3,95 - Mejor opción)**

- Obtiene una muy buena puntuación en software por las opciones compatibilización con el ERP de la compañía. Con respecto al hardware, ofrece una solución (los tótems de detección) que ha sido valorada muy positivamente y que le diferencia del resto de proveedores.
- Cabe también destacar que sobresale en valor del proveedor, ya que ha sido colaborador en otros proyectos de la compañía llevados a cabo con éxito.
- Con respecto a la parcela económica, es muy de valorar que ofrece los consumibles (etiquetas RFID) a un precio sensiblemente inferior al de los demás.

- **Voltec (Puntuación: 3,55 - Segunda mejor opción)**

- Su punto más fuerte radica en la implantación, ya que trabaja con colaboradores de la zona en la que implanta, lo que le permite ofrecer una integración más rápida y directa.
- Su coste global es el mejor entre los competidores, representando una solución económicamente muy viable.
- En el lado negativo, podemos hablar de que el software que ofertan nos ofrece dudas en cuanto a su integración con el ERP.

- **ZETES Atlas (Puntuación: 3,05)**

- Ofrece la solución más avanzada en cuanto a software.
- Su implantación también se ha considerado bien debido a la rapidez y sencillez que ofrece.
- El hardware (arco de detección) que ofrecen no ha sido bien valorado ya que presenta ciertas dificultades en cuanto a la integración en el almacén.

- **Sothis (Puntuación: 2,40)**

- La solución que ofrece es similar a la de otro proveedor (Voltec) aunque el coste que ha ofertado en la cotización preliminar es superior.
- No ha transmitido suficiente confianza en la visita comercial y tampoco son concluyentes las referencias que tenemos de este proveedor.

Tras este análisis, y a la vista de los resultados, se ha decidido continuar el proyecto solicitando un presupuesto detallado a los dos mejor calificados (Core Solutions y Voltec) y descalificar a los otros dos.

Los presupuestos quedan adjuntos en los anexos del presente trabajo.

Una vez realizada la valoración de estos presupuestos se ha decidido realizar una solicitud de inversión a la compañía con una dotación económica de un montante de 58.000 € (queda adjunta en los anexos del presente estudio).

A la vista de esta cantidad, y teniendo en cuenta el coste anteriormente detallado, que se estima para el proceso de recolección de datos actual, podríamos valorar el **retorno de la inversión** de la siguiente forma:

$$\text{ROI} = 58.000 \text{ € (montante inversión)} / 9.317 \text{ € (coste anual recolección datos)} = 6,22 \text{ años}$$

Queda pendiente la elección final del proveedor que se realizará tras la aprobación de la inversión (si procede) por parte de la compañía y después de una segunda visita de cada uno de los dos finalistas.

4. CONCLUSIONES

La gestión de reclamaciones en la fábrica de Fertiberia en Puertollano es un proceso que, aunque bien estructurado, presenta ineficiencias significativas que afectan tanto la productividad interna como la experiencia del cliente. A lo largo del estudio, se han identificado varios desafíos clave que dificultan la optimización de este proceso y que impactan tanto en la parcela económica como en la percepción del cliente sobre la calidad del servicio.

1. Complejidad del proceso de gestión de reclamaciones

Una de las principales bases de la complejidad propia del proceso, es la compilación de información necesaria para atender reclamaciones. Este procedimiento implica a múltiples departamentos, incluyendo logística, producción y control de calidad, lo que conlleva dificultades en la coordinación y en la propia obtención de datos precisos sobre cada reclamación. Por otra parte, la falta de una correcta trazabilidad conlleva a que, en múltiples ocasiones, los datos sobre la mercancía reclamada no sean lo suficientemente concisos o resulte parcial. Todo esto conlleva, no solo una mayor lentitud en la gestión de la reclamación, sino que multiplica la complejidad en el análisis de causas, multiplicando el riesgo de errores.

2. Impacto económico y operativo de las reclamaciones

El coste inherente a la gestión de reclamaciones. Es un aspecto crítico. En el año 2024, se registraron 36 reclamaciones que implicaron un promedio de 9 horas de trabajo cada una, lo que ascendió a un coste de 9.317 €. Este gasto deriva en gran parte del tiempo invertido por el personal técnico. en la recopilación y análisis de la información, y la ulterior resolución de las reclamaciones. La tendencia al alza del número de reclamaciones, propiciada por las mayores exigencias técnicas de los productos, las demandas del mercado (entorno VUCA) y la apertura nuevos clientes, nos hace pensar que esta cuantía podría haberse incrementada si no se realizan mejoras que aporten una mayor eficiencia del proceso

3. Estrategias para mejorar la eficiencia y reducir costos

Para hacer frente a estos desafíos, se plantea como un elemento importante la implantación de un nuevo sistema de trazabilidad que permita reducir en un 95 %, el

tiempo utilizado a la obtención de los datos necesarios para cada una de las reclamaciones. De igual manera se espera reducir en un 25 % el tiempo de respuesta a las reclamaciones durante el primer año de implementación. Estas medidas podrían mejorar la utilización de los recursos internos, así como traducirse en una disminución significativa de los costes a largo plazo.

Así mismo, se esperaría que una mejora en la trazabilidad posibilitara la reducción en un 50 % de las reclamaciones no aceptadas en un plazo de dos años. Esto se debería a que un sistema más preciso facilitará la identificación de los problemas tanto en la producción, como en la distribución, facilitando la resolución de incidencias, de manera más rápida y efectiva, evitando malentendidos y aumentando la confianza de los clientes en el tratamiento de reclamaciones. Por otra parte, un sistema fuerte ágil y claro servirá de barrera a las quejas improcedentes, reduciendo de manera exponencial el número de reclamaciones totales.

4. Impacto en la experiencia del cliente y percepción del servicio

Uno de los puntos más relevantes de análisis es la relación entre la eficacia en la tramitación de reclamaciones y la satisfacción del cliente. Actualmente, contando con tan solo un 1 % de entregas objeto de reclamación, los prolongados tiempos de respuesta, así como la falta de una información clara, afectan negativamente en la percepción de los clientes sobre la calidad del servicio. En este sentido, se propone la implementación de encuestas de satisfacción para valorar la percepción del cliente y crear indicadores clave como el Net Promoter Score (NPS), con la meta de alcanzar un NPS de 50 en un año.

Al reducir los tiempos de tratamiento de reclamaciones y mejorar la comunicación con el cliente, se espera que la empresa no solo dé solución a las reclamaciones de manera más ágil, sino que también mejore su percepción ante el cliente logrando su fidelización. Una mayor claridad y rapidez en la resolución de problemas son factores básicos en la experiencia del cliente, y su optimización puede permitir lograr una ventaja competitiva clara en el mercado.

5. Sostenibilidad y reducción del impacto ambiental

Otro descubrimiento clave del estudio es el impacto ambiental que conlleva la tramitación de reclamaciones. En 2024, el uso de etiqueta de trazabilidad generó 698,4 kg de residuos de papel y unas emisiones de CO₂ aproximadas de 1.676 kg. La implantación del nuevo

sistema de trazabilidad, además de aumentar la eficacia operativa, contribuiría a la sostenibilidad de la empresa, ya que reduciría el uso de papel, así como la logística inversa derivada de las reclamaciones.

La reducción en el transporte de regreso de los productos devueltos aminoraría los costes asociados con el impacto ambiental del transporte, armonizando con las tendencias actuales de sostenibilidad en el sector. La mejora de procesos internos se puede presentar como elemento clave que aumentaría la responsabilidad ambiental de la empresa sin ver peligrar la calidad del servicio.

Basándose en lo anteriormente expuesto, el estudio plantea la necesidad urgente de optimizar la gestión de reclamaciones a través de la puesta en marcha de un sistema de trazabilidad más eficiente. Los datos analizados ponen en evidencia que la situación actual genera elevados costes, tiempos de respuesta largos y una posible experiencia negativa del cliente. La estrategia propuesta busca reducir drásticamente el tiempo de gestión, aumentar la concreción informativa y disminuir el impacto ambiental del proceso. Afortunadamente, en la actualidad existen múltiples soluciones tecnológicas que darían respuesta a las necesidades que han quedado de manifiesto, habiéndose establecido el RFID como el sistema más apropiado para nuestros requerimientos.

Además de los beneficios operativos y económicos, la mejora en la trazabilidad contribuirá a fortalecer la confianza de los clientes y a posicionar a la empresa como un referente en sostenibilidad y eficiencia en la gestión de reclamaciones. Si se cumplen los objetivos establecidos, la compañía podrá no solo mejorar su desempeño interno, sino también diferenciarse en un mercado cada vez más competitivo, donde la calidad del servicio y la responsabilidad ambiental juegan un papel crucial en la toma de decisiones de los clientes.

Con todo ello, este proyecto incide en la **alineación con la estrategia de la compañía** de los siguientes modos:

- Garantizando la transparencia a nuestros grupos de interés.
- Dando un impulso a la sostenibilidad ambiental.
- Buscando la excelencia operacional
- Poniendo el foco en el cliente

Por último, el proyecto puede tener su continuidad en el **futuro** con una segunda fase en la que la **integración de la Inteligencia Artificial con el análisis de datos** puede llevar que

la recopilación de información y análisis de esta sea automática, sin intervención humana, llevando a una mayor reducción del tiempo de respuesta y a una nueva mejora de la experiencia de cliente que pueda hacer plantar nuevos objetivos.

ANEXO 1: PRESUPUESTOS



Fecha: 17/03/2025
 Fecha fin de validez: 17/03/2025 09:49
 Código de cliente: CU2503-00134
 Presupuesto Numero: PR2503-0317

Datos del Proveedor

Coresolutions SL
 Calle Lago Ercina 65
 28521 Rivas Vaciamadrid
 Madrid

Persona de contacto: SAntonio Rodriguez
 Teléfono de contacto: 619 71 23 67
 email: antonio.rodriguez@coresolutions.es

Datos del cliente

FERTIBERIA, S.A.-PUERTOLLANO
 Complejo Petroquímico, s/n
 13500 Puertollano
 Ciudad Real

Teléfono de contacto:
 Contacto: {contact_fullname}
 Mail: {contact_email}

| Referencia | Descripción | Unds | Precio Unidad | Subtotal |
|------------|---|------|---------------|-------------|
| CS000556 | Estación de Lectura RFID y asociación a cliente para puestos de ensamblado, llenado de cajas y verificación de contenido. Incluye: Panel PC Android 10 pulgadas Sistema de iluminación y aviso mediante RGB (Led LD) Lector RFID 30db y Antena(s) RFID UHF G2 Tarjeta controladora de Señales Estructura en aluminio anodizado de 30mm, 1000x1800x600 (personalizado según medidas) Apantallamientos especial ultra-thing. Montaje en líneas de transporte (no incluidas) Sistema dual de totems | 2 | 9680 EUR | 19360 EUR |
| CS000209 | Software de gestión de estaciones y portales de RFID con algoritmos de decodificación y filtrado. Lógica de señales de PLC Requiere Windows 10 o superior. Recomendado mantenimiento anual con evolutivos de la solución y soporte remoto. | 1 | 9900 EUR | 9900 EUR |
| SER000038 | Servicio de Instalación/Asistencia por técnicos especializados en las instalaciones del Cliente. Precio por Jornada por 2 personas(Incluye dietas y desplazamientos). Dos tecnicos 4 jornadas (Incluye Desplazamientos, dietas, hoteles) | 1 | 4115 EUR | 4115 EUR |
| CS000498 | KIT: MC3390xR UHF RFID GUN, LINEAR ANTENNA, SE4750MR 2D IMAGER, 29 KEY, GMS, 4GB RAM / 32GB ROM, ETSI BANDS. INCLUDES 1-SLOT CRADLE, POWER SUPPLY, AND DC LINE CORD. COUNTRY SPECIFIC AC LINE CORD REQUIRED | 1 | 3589.75 EUR | 3589.75 EUR |
| CS000140 | Cable de Alimentación, Ángulo Recto, Macho de Red, Schuko a IEC 60320 C13, 2 m, 10 A, 250 VAC | 1 | 6.1 EUR | 6.1 EUR |
| CS000424 | Aplicación para Android para inventario, búsqueda de activos y registro ONLINE. - Búsqueda de activo/s - Inventariado de Zonas - Asociación de OF para procesos productivos. - Portal cloud para consulta online. - Precio anual de Licencia con alojamiento incluido (x.databoxhub.site) | 1 | 1210 EUR | 1210 EUR |
| CS000488 | MDM de Soporte Remoto SOTI con securización de dispositivo. | 1 | 226 EUR | 226 EUR |

| | | | | |
|-----------|--|------|-------------|-------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Creación del Kiosko y perfil de usuario - Bloqueo de accesos no permitidos - Posibilidad de Geocercas - Precio por dispositivo/año - Soporte remoto en horario laboral (De Lunes a jueves de 9 a 17h y viernes de 9 a 15h) - PRECIO ANUAL. | | | |
| CS000422 | Etiqueta de RFID UHF G2 con M7xx series (EPC:128BITS) o superior, de 100mm de ancho x 80 de alto en Polipropileno Blanco mate con adhesivo HT. Precio MILLAR. | 5000 | 0.12 EUR | 600 EUR |
| CS000254 | ARMOR Cinta de transferencia térmica, AXR8 Resina, Anchura de rollo: 110mm, Núcleo: 25.4mm, Longitud: 300m. Color: negro (Se venden en cajas de 10 ribbon) | 10 | 41.75 EUR | 417.5 EUR |
| CS000049 | Zebra ZT411 label printer, midrange printer, thermal transfer, 8 dots/mm (203 dpi), media width (max.): 114 mm, print width (max.): 104 mm, roll diameter (max.): 203mm, speed (max.): 356 mm/s, USB (2x), RS232, Bluetooth, Ethernet, emulation: EPL, ZPL, ZPLII, RAM: 256 MB, Flash: 512 MB, display (touch screen, colour), real time clock, RFID (UHF), incl.: power cable (EU, UK), order separately: interface cable | 1 | 3277.09 EUR | 3277.09 EUR |
| CS000517 | Kit, Cutter Upgrade, ZT410, ZT411 | 1 | 750 EUR | 750 EUR |
| CS000004 | BarTender Enterprise: Application License + 3 Printers (includes 1 Year of Standard Maintenance & Support) | 1 | 2858.57 EUR | 2858.57 EUR |
| SER000002 | Formación en casa del cliente de la Herramienta de diseño de etiquetas Bartender (1 Jornada) Incluye desplazamiento, dietas, hotel en caso necesario. | 1 | 768 EUR | 768 EUR |

Tiempo de entrega: **3 semanas desde aceptación oferta**
 Método de envío: **Transferencia bancaria**
 Condiciones de pago: **Pago 40% a la aceptación del pedido, 40 a la entrega y 20% a 30 días de finalización**
 Número de Cuenta: **ES80 2100 2539 0313 0042 9416**

Total (Base imp). **47.078,01**
 Total, IVA **9.886,39**
 Total **56.964,40**

Notas

| |
|--|
| Aceptación por escrito, sello de la empresa, fecha y firma |
|--|



FESTIBERIA

Pol. Enfersa Sa, 1
 13597 PUERTOLLANO
 CIUDAD REAL
 Tel. 616 06 45 33

PRESUPUESTO

| Serie | Num. | Obra | Cliente | Fecha |
|-------|------------|------|---------|----------|
| 01 | 0000008132 | | | 04/03/25 |

Página : 1

| Descripción del Presupuesto |
|-----------------------------|
| Proyecto RFID |

| Código | Descripción | Cant. | P.V.P. | Importe |
|--------|--|----------|-----------|------------------|
| 1. 1. | Etiquetas y Tags | 1,00 | 15.622,00 | 15.622,00 |
| | Etiquetas 105x150mm S/adh Cartulina Trep Macula Negra Inlay Squarewave | 80.000,0 | 0,16 | 12.800,00 |
| | TAGS SUELO 60X300MM | 100,00 | 28,22 | 2.822,00 |
| 1. 2. | Lector RFID | 1,00 | 1.915,38 | 1.915,38 |
| | Lector RFID UHF Mano Zebra RFD40 + TC22 | 1,00 | 1.915,38 | 1.915,38 |
| 1. 3. | ARCO RFID PASO/ MUELLES | 1,00 | 32.381,91 | 32.381,91 |
| | TN-UHF-Q180L300-EU-CDS | 4,00 | 2.234,68 | 8.938,71 |
| | RSSD-RJ45S-4422-2M | 4,00 | 37,43 | 149,70 |

Ilustración 19: Presupuesto Voltec

PRESUPUESTO

| Serie | Num. | Obra | Cliente | Fecha |
|-------|------------|------|---------|----------|
| 01 | 0000008132 | | | 04/03/25 |

Página : 2

| Descripción del Presupuesto |
|-----------------------------|
| Proyecto RFID |

| Código | Descripción | Cant. | P.V.P. | Importe |
|--------|--|-------|----------|----------|
| | RKC5T-2-RSC5T/TXL | 4,00 | 17,26 | 69,05 |
| | RKC4.5T-2/TXL | 4,00 | 10,44 | 41,74 |
| | TN-UHF-ANT-Q250-ETSI | 16,00 | 206,84 | 3.309,51 |
| | TN-UHF-ACCSY-Q250-PROTECT | 16,00 | 82,83 | 1.325,29 |
| | TN-UHF-CBL-HF240-RPTNC-10-SMA | 16,00 | 109,46 | 1.751,38 |
| | PORTAL RFID ALUMINIO/INOX/POLICARBONATO (2 PIEZAS) | 4,00 | 953,85 | 3.815,38 |
| | ESCUADRAS ALUMINIO DE 80X80MM | 16,00 | 14,38 | 230,15 |
| | TORNILLERIA ESCUADRAS | 4,00 | 307,69 | 1.230,77 |
| | CUADRO ELECTRICO 300x500mm Aprox | 4,00 | 615,38 | 2.461,54 |
| | INTERRUPTORES ENCENDIDO | 4,00 | 81,38 | 325,54 |
| | MAGNETOTÉRMICOS | 4,00 | 76,89 | 307,57 |
| | IM82-24-2.5 | 4,00 | 60,44 | 241,74 |
| | PLC CONTROL FOTOCELULAS | 4,00 | 1.230,77 | 4.923,08 |

PRESUPUESTO

| Serie | Num. | Obra | Cliente | Fecha |
|-------|------------|------|---------|----------|
| 01 | 0000008132 | | | 04/03/25 |

Página : 3

| Descripción del Presupuesto |
|-----------------------------|
| Proyecto RFID |

| Código | Descripción | Cant. | P.V.P. | Importe |
|--------------|--|-------------|------------------|------------------|
| | FOTOCELULAS + ESPEJO (BARRERA) + CABLE | 4,00 | 137,33 | 549,31 |
| | CHUCO MACHO 220V AC | 4,00 | 22,48 | 89,91 |
| | HORAS PROGRAMACION PLC | 24,00 | 41,54 | 996,92 |
| | HORAS MONTAJE CUADRO ELECTRICOS | 48,00 | 33,85 | 1.624,62 |
| 1. 4. | CARRETILLAS CON LECTOR RFID | 1,00 | 19.919,01 | 19.919,01 |
| | TN-UHF-Q180L300-EU-CDS | 4,00 | 2.234,68 | 8.938,71 |
| | RSSD-RJ45S-4422-2M | 4,00 | 37,43 | 149,70 |
| | RKC5T-2-RSC5T/TXL | 4,00 | 17,26 | 69,05 |
| | RKC4.5T-2/TXL | 4,00 | 10,44 | 41,74 |
| | TN-UHF-ANT-NF-Q150-ETSI-FCC | 16,00 | 231,86 | 3.709,78 |
| | TN-UHF-ACCSY-Q150-PROTECT | 16,00 | 82,83 | 1.325,29 |

PRESUPUESTO

| Serie | Num. | Obra | Cliente | Fecha |
|-------|------------|------|---------|----------|
| 01 | 0000008132 | | | 04/03/25 |

Página : 4

| Descripción del Presupuesto | | | | |
|-----------------------------|--|-------|-----------|------------------|
| Proyecto RFID | | | | |
| Código | Descripción | Cant. | P.V.P. | Importe |
| | PLANCHA INOX 1000x500mm | 4,00 | 461,54 | 1.846,15 |
| | CABLE ETHERNET 12MTS + CONECTOR RJ45 | 4,00 | 76,92 | 307,69 |
| | CABLE ALIMENTACIÓN 24V 12MTS | 4,00 | 76,92 | 307,69 |
| | TN-UHF-CBL-HF240-RPTNC-12-SMA | 16,00 | 119,17 | 1.906,71 |
| | CADENA IGUS 12MTS PARA PASAR 2 CABLES | 4,00 | 58,46 | 233,85 |
| | FOTOCELULA BANNER DETECCIÓN METAL/BIG-BAG | 4,00 | 215,38 | 861,54 |
| | ESCUADRA FOTOCELULA BANNER | 4,00 | 24,68 | 98,71 |
| | CABLE CONEXIONADO FOTOCELULA | 4,00 | 30,60 | 122,40 |
| 1. 5. | PC ANDROID RUGERIZADO CARRETILLA | 1,00 | 13.313,23 | 13.313,23 |
| | Zebra VC8300, USB, RS232, WI-FI, QWERTY, Android + Camp Base | 4,00 | 3.328,31 | 13.313,23 |

PRESUPUESTO

| Serie | Num. | Obra | Cliente | Fecha |
|-------|------------|------|---------|----------|
| 01 | 0000008132 | | | 04/03/25 |

Página : 5

| |
|------------------------------------|
| Descripción del Presupuesto |
| Proyecto RFID |

| Código | Descripción | Cant. | P.V.P. | Importe |
|----------|--|-------|--------|------------------|
| | <p>CONDICIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> - En este proyecto no se presupuesta software. - No se incluye el IVA ni ninguna partida no descrita. <p>VALIDEZ DE LA OFERTA: 4 semanas.</p> <p>FORMA DE PAGO:</p> <p>20% Al contado, a la aceptación de la oferta. Mediante transferencia bancaria 30% Al contado, una vez aceptado el DQ (Diseño completo de la instalación) 30% Al contado previo a la entrega de los armarios eléctricos y/o materiales. 10% Al contado, al comienzo de la puesta en marcha en planta. 10% A 30 días, a la finalización de la puesta en marcha.</p> | | | |
| SubTotal | 01 Total Presupuesto | | | 83.151,53 |

| Bruto | % Dto. | Importe Dto. | Observaciones |
|----------------|----------|----------------|---------------|
| 83.151,53 | | | |
| Base Imponible | % I.V.A. | Importe I.V.A. | |
| 83.151,53 | 21,00 | 17.461,82 | |

| |
|--|
| TOTAL PRESUPUESTO 83.151,53 EUR |
|--|

(Precio SIN IVA)

ANEXO 2: SOLICITUD DE INVERSIÓN


| Propuesta de inversión material | | GrupoFertiberia | |
|--|----------------------|--|--|
| Empresa del Grupo | | Fábrica / Centro | Referencia |
| Fertiberia | | Puertollano | |
| Unidad / Sección | Centro de coste | Denominación | Incluida en POA |
| Manutención | C090 | Integración RFID en envasado de Big Bags | <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO |
| Objetivos | | | |
| Mejora de la trazabilidad del producto final | | | |
| Descripción / justificación de la inversión | | | |
| La escasa integración de los datos de control de producción del producto terminado con la expedición del mismo, provoca claras ineficiencias en el procedimiento de atención a reclamaciones, lo que desemboca en una mala imagen de nuestro servicio post venta ante el mercado, así como en costes económicos. | | | |
| Tipo/Subtipo | | | |
| CRECIMIENTO Y EFICIENCIA <input type="checkbox"/> NUEVO PROCESO <input type="checkbox"/> AMPLIACIÓN <input type="checkbox"/> DIVERSIFICACIÓN <input type="checkbox"/> EFF. ENERGÉTICA / CONSUMO <input type="checkbox"/> OTRAS PRODUCTIVAS <input type="checkbox"/> FIABILIDAD | | MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> REPOSICIÓN ACTIVABLE <input type="checkbox"/> MODERNIZACIÓN <input type="checkbox"/> GRANDES REPARACIONES, REV <input type="checkbox"/> CONSERVACIÓN <input type="checkbox"/> PARADA GENERAL <input type="checkbox"/> CATALIZADORES, RESINAS | |
| | | HSE <input type="checkbox"/> SEGURIDAD E HIGIENE <input type="checkbox"/> SEGURIDAD DE PROCESO <input type="checkbox"/> VIGILANCIA, ACCESOS <input type="checkbox"/> MEDIOAMBIENTE <input type="checkbox"/> REGULACIÓN INDUSTRIAL | |
| | | OTRAS <input checked="" type="checkbox"/> CALIDAD <input type="checkbox"/> I+D+I <input type="checkbox"/> IMAGEN <input type="checkbox"/> OTRAS <input type="checkbox"/> INFRAESTRUCTURA <input type="checkbox"/> EQUIP. ADMINISTRATIVO <input type="checkbox"/> EQUIP. INFORMÁTICO <input type="checkbox"/> EQUIP. SOCIAL | |
| | | DESINVERSIÓN <input type="checkbox"/> DESINVERSIÓN Plazo de ejecución 5 meses Fecha final de ejecución 28/02/26 | |
| Presupuesto (€) | | Rentabilidad | |
| En POA | | Actual para aprobación | |
| | | 58.000,00 € | |
| | | TRI, % | |
| | | VAN al %, € | |
| | | PRC, meses | |
| Variación capital circulante (€) | | AÑOS | |
| Previsiones de realización | | 2022 2023 2024 2025 2026 | |
| COMPROMISOS | | | |
| CONTABILIZACIONES | | 58.000,00 € | |
| PAGOS | | 46.400,00 € 11.600,00 € | |
| CASH FLOW | | 46.400,00 € 11.600,00 € | |
| Variación de personal | | 0 personas | |
| Solicitante | | Propuesta Dirección Industrial | |
| Javier Aragón Isaac | Jefe de departamento | Dirección | |
| Fecha | Fecha | Fecha | |
| 20/03/25 | | | |
| Firma | Firma | Firma | |
|  | | Autorización de Inversión <input type="checkbox"/> APROBADA <input type="checkbox"/> APROBADA MOTIVO URGENCIA <input type="checkbox"/> APROBADA EN COMITÉ | |
| Código Inversión | | Observaciones | |
| | | | |

Ilustración 20: Propuesta de Inversión

BIBLIOGRAFÍA

- Grupo Fertiberia (2025). <https://www.fertiberia.com/>
- ¿Qué es la trazabilidad y qué tipos existen? (2023, 13 de abril). <https://news.sap.com/spain/2023/04/que-es-la-trazabilidad-de-un-producto-y-que-tipos-existen/>
- Soluciones trazabilidad para almacenes inteligentes. (2025, febrero). <https://www.elion.es>
- ¿Qué es la tecnología RFID? (2025, febrero). <https://www.elion.es/tecnologias/rfid>
- ¿Qué es RFID? (2025, febrero). <https://www.dipolerfid.es/blog-rfid/que-es-rfid#:~:text=La%20Identificaci%C3%B3n%20por%20Radio%20Frecuencia,de%20objetos%20a%20la%20vez.>
- Ventajas y desventajas de la tecnología RFID (2022, 30 de agosto). <https://www.casfid.es/es/tech-blog/ventajas-desventajas-festivales>
- Garantía de trazabilidad total de los productos y visibilidad a lo largo de la cadena de suministro. (2025, febrero). <https://www.zetes.com/en#>
- ¿Qué es código QR? (2025, febrero). <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/codigo-qr>
- Introducción a la visión artificial: Una guía para la automatización de procesos y mejorar la calidad (2025, febrero). https://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://bcnvision.es/uploads/videotutoriales/uploads/guias%20por%20sectores/introduccion%20a%20la%20vision%20artificial_compressed.pdf
- ¿Qué es la visión artificial y cuáles son sus aplicaciones? (2025, febrero). <https://www.iberdrola.com/innovacion/vision-artificial>