

**Sustitución tecnológica de repuestos importados en equipos de clasificación de huevo del
sector avícola en Colombia**

José Luis Pinzón

Sirly Yoana Menco Baron

Alexis José Florián Bonilla

Carlos Alberto García Ardila

Anderson Alexis Vargas Sarmiento

Asesor

Vanessa Paola Pertuz Peralta

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Diplomado de Profundización en Gestión de la Innovación para el Diseño de Productos y

Servicios

2025

Dedicatoria

A nuestras familias, quienes con su amor, paciencia y apoyo incondicional nos dieron la fuerza para culminar este proyecto. A los trabajadores del sector avícola colombiano, cuya labor diaria inspira soluciones prácticas y sostenibles.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestra asesora, Vanessa Paola Pertuz Peralta, por su orientación técnica y académica. Al señor Alejandro Sierra Angarita, por creer en nuestro proyecto y permitirnos desarrollar sus actividades en su empresa. A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por brindarnos las herramientas y el espacio para desarrollar esta investigación. A nuestras familias y compañeros por su constante motivación y apoyo moral.

Resumen

Este estudio analiza la viabilidad de sustituir tecnológicamente los repuestos importados en los equipos clasificadores de huevo utilizados en la industria avícola colombiana. A partir de un diagnóstico del contexto actual, se identifican repuestos críticos y se evalúan tecnologías y materiales disponibles en el país. El análisis considera factores técnicos, económicos y estratégicos, concluyendo que la fabricación nacional es viable y puede reducir los costos operativos hasta en un 30%. Además, se genera empleo, se fortalece la industria local y se disminuye la dependencia tecnológica. A través de la implementación del proyecto, se desarrolla el prototipado de los repuestos seleccionados.

Palabras clave: sustitución tecnológica, repuestos, industria avícola, fabricación nacional, reducción de costos, prototipado.

Abstract

This study analyzes the feasibility of technologically replacing imported spare parts in egg grading machines used in the Colombian poultry industry. Based on an assessment of the current context, critical components are identified, and available technologies and materials in the country are evaluated. The analysis considers technical, economic, and strategic factors, concluding that domestic manufacturing is feasible and can reduce operational costs by up to 30%. In addition, it generates employment, strengthens the local industry, and reduces technological dependence. Through the implementation of the project, the prototyping of the selected spare parts is developed.

Keywords: technological replacement, spare parts, poultry industry, domestic manufacturing, cost reduction, prototyping.

Tabla de Contenido

Introducción	13
Planteamiento del Problema	14
Justificación	15
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos.....	16
Marco de Referencia	17
Innovación.....	17
Innovación Radical	17
Innovación Incremental	17
Innovación Disruptiva.....	17
Modelo Lineal de Innovación	18
Modelo Marquis.....	18
Modelo de la London Business School.....	18
Desarrollo del Proyecto.....	19
Presentación de la Empresa Felmaq	19
Necesidad del Mercado que se Busca Atender con el Proyecto	19
Contexto o Motivación del Proyecto	20
Producto o Servicio que se Propone en el Proyecto	20
Infraestructura y Tecnología Disponible en la Empresa para el Desarrollo del Proyecto	20
Capacidad de Producción y Escalabilidad del Proyecto Propuesto	21
Nivel de Madurez en Innovación y Desarrollo	21

Disponibilidad de Inversión en la Empresa para el Proyecto	22
Identificación de Tendencias	23
Alineación con la Vigilancia Tecnológica	23
Reconocimiento de Oportunidades y Amenazas	23
Exploración de Información Científico-Tecnológica	23
Diseño Industrial	25
Rediseño del Proceso	26
Mantenimiento	26
Piezas de Máquinas	27
Suministro de Partes	28
Proceso de Innovación Empresa Felmaq S.A.S.....	30
Intención de Innovar	30
Insight de Oportunidad	31
Plataformas de Crecimiento	33
Concepto de Negocio	34
Propuesta de Valor	34
¿Cómo funciona?	35
Diferenciales e Innovación	35
Caso de Negocio	35
Problema Identificado	35
Solución Implementada	35
Beneficios Obtenidos	36
Plan de Acción Ejecutado	36

Metodología Design Thinking	37
Empatizar	37
Definir	37
Idear	37
Prototipar.....	38
Evaluar	38
Aplicación de la Metodología Design Thinking.....	40
Resultado de la Aplicación de la Encuesta a Través de la Herramienta Google Formularios..	40
Idear	40
Prototipar.....	41
Toma de Medidas y Análisis Dimensional	42
Modelado 2D en Software CAD.....	44
Generación de Documentación Técnica	44
Evaluar/ Probar	50
Informe Técnico Sobre la Validación de los Diseños CAD Propuestos.....	51
Procedimiento de Evaluación	51
Recomendaciones	53
Ajustes Finales en los Diseños CAD	53
Diseño de OKR.....	59
Definición y Características de un Objetivo (O).....	59
Características	59
Definición y Características de un Resultado Clave (KR).....	59
Conclusiones.....	63

Recomendaciones	64
Referencias Bibliográficas	65

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Diseño Industrial</i>	25
Figura 2 <i>Rediseño del Proceso</i>	26
Figura 3 <i>Mantenimiento</i>	27
Figura 4 <i>Piezas de maquinas</i>	28
Figura 5 <i>Suministro de partes</i>	29
Figura 6 <i>Proceso de Innovación</i>	31
Figura 7 <i>Mapa de oportunidades de negocio</i>	32
Figura 8 <i>Plataforma de crecimiento</i>	34
Figura 9 <i>Repuestos Importados</i>	42
Figura 10 <i>Clasificadora Optiloader S18 y Staalkat 600</i>	43
Figura 11 <i>Medidas y Análisis Dimensional</i>	44
Figura 12 <i>Diseño en Cad</i>	45
Figura 13 <i>Z301937 Piñón cadena copas blancas</i>	46
Figura 14 <i>Soporte plástico eje copas blancas Optiloader SL18 (teflón)</i>	47
Figura 15 <i>Z303254 Tornillo elevadores cargador</i>	48
Figura 16 <i>Z303127 Eje de giro carrusel Optiloader SL18</i>	49
Figura 17 <i>Diseño Guía del Cerrador Staalkat 600</i>	50
Figura 18 <i>Revisión de Diseños CAD</i>	52
Figura 19 <i>Rediseño Z301937 Piñón cadena copas blancas cargador</i>	54
Figura 20 <i>Rediseño Z324441 Soporte plástico eje copas blancas Optiloader SL18</i>	55
Figura 21 <i>Rediseño Z303254 Tornillo Elevadores Cargador Optiloader SL18</i>	56
Figura 22 <i>Rediseño Z303127 Eje de Giro Carrusel Optiloader SL18</i>	57

Figura 23 <i>Rediseño Guía del Cerrador Staalkat 600</i>	58
---	----

Listas de Tablas

Tabla 1 <i>Palabras Claves</i>	24
Tabla 2 <i>Herramientas seleccionadas para la implementación de la metodología Design thinking aplicada al proyecto de innovación</i>	39
Tabla 3 <i>Repuestos críticos seleccionados para diseño</i>	40
Tabla 4 <i>Resultados evaluación de los diseños Sustitución Tecnológica de Repuestos Importados en Equipos de Clasificación de Huevo</i>	52
Tabla 5 <i>Diseño OKR – Proyecto Sustitución Tecnológica de Repuestos Importados en Equipos de Clasificación de Huevo.</i>	61

Introducción

El presente proyecto inició como una idea de contribuir en la mejora de los procesos de FELMAQ S.A.S., empresa especializada en el diseño, mantenimiento, montaje, fabricación y reparación de procesos industriales para el sector avícola, se ha consolidado como un aliado estratégico para sus clientes gracias a su compromiso con la calidad, la eficiencia y la innovación. En respuesta a las necesidades actuales del mercado avícola y buscando mantener su liderazgo en soluciones técnicas especializadas, FELMAQ S.A.S. Se plantea el desafío de desarrollar un nuevo repuesto para maquinaria clasificadora de huevos. Este componente es clave para garantizar la continuidad y el buen funcionamiento de los procesos productivos en las plantas avícolas, por lo que su diseño debe responder con precisión a los requerimientos técnicos, operativos y económicos del sector.

Para abordar este reto de forma estructurada, centrada en el usuario y orientada a la innovación, se propone la aplicación de la metodología Design Thinking. Este enfoque permite comprender a fondo las necesidades reales de los clientes, identificar oportunidades de mejora y cocrear soluciones viables y funcionales mediante un proceso iterativo de cinco etapas: empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar.

A lo largo del documento, se desarrollarán los principales conceptos relacionados con Innovación para el diseño de productos y servicios, así como la implementación de Design Thinking en este proyecto permitirá a FELMAQ S.A.S. no solo desarrollar un repuesto altamente funcional y ajustado a las condiciones reales del entorno avícola, sino también fortalecer su cultura de innovación, mejorar la experiencia del cliente y generar valor agregado a través de soluciones más humanas, eficientes y sostenibles. Finalmente, se presentarán conclusiones que buscan contribuir a una mejor comprensión del proceso de innovación y sus desafíos.

Planteamiento del Problema

El problema planteado consiste en la posibilidad de fabricar localmente repuestos para máquinas clasificadoras de huevo que actualmente dependen de importaciones. Esto permitiría evaluar la viabilidad técnica y económica de la sustitución de estos componentes, con beneficios en reducción de costos, menor tiempo de entrega y mayor disponibilidad, lo que mejoraría la eficiencia operativa y la competitividad del sector avícola colombiano.

Este sector es uno de los más importantes del país, generando un valor aproximado de 35 billones de pesos y alcanzando una producción de más de 18.000 millones de huevos en 2024, con un consumo per cápita de 340 unidades, lo cual posiciona a Colombia como uno de los mayores consumidores de huevo en la región (Rodríguez, 2024; Bermúdez, 2024). Sin embargo, gran parte de la maquinaria y los insumos que utiliza dependen de importaciones, lo cual aumenta los costos operativos y limita la capacidad de respuesta ante fallas o reemplazos.

Resolver este desafío permitiría a Felmaq S.A.S. fortalecer la industria nacional, reducir costos operativos hasta un 30%, generar empleo local y ofrecer una alternativa competitiva que disminuya la dependencia de repuestos importados, lo que impulsaría la sostenibilidad y la innovación en el sector avícola colombiano.

Justificación

Este proyecto responde a la necesidad de reducir las vulnerabilidades de la cadena de suministro internacional, las cuales están asociadas a retrasos logísticos, variabilidad en los tiempos de entrega, restricciones aduaneras y fluctuaciones cambiarias. Al desarrollar repuestos localmente, **Felmaq S.A.S.** reduce su dependencia de fabricantes foráneos, logrando una mayor autonomía operativa y estratégica.

Además, la fabricación nacional de repuestos permite disminuir significativamente los costos asociados a las importaciones: aranceles, fletes internacionales, seguros y gastos derivados de los tiempos de inactividad mientras llegan los repuestos. Esto se traduce en una mejora de la competitividad y en precios más accesibles para los clientes del sector avícola colombiano.

Finalmente, este trabajo se justifica por su potencial impacto en la sustitución tecnológica, ya que impulsa la ingeniería y la manufactura local, fortaleciendo el desarrollo tecnológico de Colombia. **Felmaq S.A.S.** se posiciona como un actor clave en la transferencia tecnológica, la generación de conocimiento y el fortalecimiento del ecosistema industrial nacional. Al desarrollar repuestos en territorio nacional, la empresa puede ofrecer tiempos de respuesta más rápidos en el servicio técnico, adaptabilidad mediante el diseño de piezas optimizadas para las condiciones de operación, garantizar la disponibilidad inmediata de partes críticas y brindar asistencia personalizada a los productores avícolas, lo que mejora la fidelización del cliente.

Objetivos

Objetivo General

Implementar el proceso de sustitución tecnológica de repuestos importados en equipos de clasificación de huevo del sector avícola en Colombia orientado a la innovación y competitividad del sector.

Objetivos Específicos

Diagnosticar la capacidad innovadora de la empresa y definir un reto empresarial relevante, mediante la aplicación de encuestas y herramientas de análisis estratégico.

Analizar tendencias emergentes relacionadas con la sustitución tecnológica de repuestos importados en equipos de clasificación de huevo del sector avícola en Colombia utilizando ejercicios de vigilancia tecnológica que permitan fundamentar soluciones innovadoras.

Desarrollar los prototipos para la sustitución tecnológica de repuestos importados en equipos de clasificación de huevo del sector avícola en Colombia a partir de las metodologías del GIMI y Design Thinking y OKR.

Marco de Referencia

Innovación

Según el Manual de Frascati de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, la innovación se define como “la transformación de una idea en un producto o en un servicio comercializable, un procedimiento de fabricación o distribución operativo, nuevo o mejorado, o un nuevo método de proporcionar un servicio social” (OCDE, 2018).

Innovación Radical

La innovación radical implica la creación de una propuesta de valor completamente nueva, que representa una ruptura significativa (*breakthrough*) con los modelos existentes. Estas innovaciones generan mejoras sustanciales en los resultados, donde la reducción de costos no es el principal objetivo. Su origen suele estar en avances científicos y tecnológicos (Martínez, 2021).

Innovación Incremental

Consiste en mejoras continuas aplicadas a productos o procesos ya existentes. Este tipo de innovación se enfoca principalmente en la reducción de costos y en responder de manera eficiente a las demandas del mercado (Pérez, 2020).

Innovación Disruptiva

Se refiere a cambios profundos que originan nuevos sectores de mercado. Se fundamenta en cuatro elementos clave: tendencias emergentes, necesidades humanas, modelos de negocio simples pero eficaces y combinaciones únicas de capacidades. Este tipo de innovación suele sorprender a los consumidores y establecer barreras de entrada para la competencia (Gómez & Ramírez, 2022).

Modelo Lineal de Innovación

El modelo lineal describe la relación entre ciencia y tecnología en el proceso de transformación de una innovación. Este modelo abarca etapas que inician en la investigación básica, continúan con la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, y finalizan con el marketing y el lanzamiento comercial del producto (UNAD, 2019).

Modelo Marquis

Este modelo refleja un enfoque más cercano a la realidad empresarial. Propone que las innovaciones no solo surgen del área de investigación, sino que pueden provenir de cualquier departamento, especialmente del área comercial, donde se capturan las sugerencias de los clientes (Rodríguez, 2020).

Modelo de la London Business School

Este modelo plantea que el éxito en la innovación está vinculado con la correcta ejecución de cuatro procesos fundamentales: la generación de nuevos conceptos, el desarrollo del producto, la innovación de procesos y la adquisición de tecnología. Se utiliza frecuentemente como base para auditorías de innovación dentro de las organizaciones (Vargas, 2021).

Desarrollo del Proyecto

Presentación de la Empresa Felmaq

Felmaq es una empresa ubicada en la Carrera 13 #17-25, barrio Gaitán, en la ciudad de Bucaramanga, Santander. Se especializa en la fabricación y reparación de componentes mecánicos para maquinaria industrial, con una destacada experiencia en procesos de mecanizado de precisión. Entre sus capacidades técnicas se incluyen el uso de tornos para el mecanizado de repuestos en una amplia gama de tamaños, desde pequeños y medianos hasta grandes, así como la elaboración y ajuste de elementos de piñonería.

La empresa cuenta con una infraestructura adecuada y personal calificado para atender requerimientos complejos del sector industrial, contribuyendo de manera significativa a la sostenibilidad operativa de equipos a través de soluciones personalizadas en fabricación y recuperación de piezas.

Necesidad del Mercado que se Busca Atender con el Proyecto

La industria avícola en América Latina genera más de 70 millones de toneladas de huevo anualmente, y la necesidad de equipos eficientes de clasificación de huevo es fundamental para asegurar una producción de alta calidad. Sin embargo, más del 60% de las empresas del sector enfrentan problemas relacionados con la escasez de repuestos locales, lo que incrementa los costos operativos hasta en un 25% debido a la dependencia de importaciones. Este proyecto buscará reducir esta dependencia al fabricar repuestos localmente, con la capacidad de ofrecer productos con un tiempo de entrega hasta un 40% más rápido que las importaciones tradicionales.

Contexto o Motivación del Proyecto

En los últimos años, el costo de los repuestos importados ha aumentado un 15% anual debido a las fluctuaciones en las tarifas de envío y aranceles. Esto ha afectado principalmente a las pequeñas y medianas empresas, que representan el 70% de los productores de huevo en la región. Este proyecto busca reducir esta carga económica, ofreciendo una alternativa local que no solo sea más económica, sino también más accesible y confiable. De este modo, se espera que al menos el 30% de las empresas avícolas locales opten por repuestos fabricados por Felmaq en los primeros 2 años del proyecto.

Producto o Servicio que se Propone en el Proyecto

El proyecto ofrecerá al menos cinco tipos diferentes de repuestos nuevos, además de la remanufactura de todo tipo de repuestos metalmecánicos, incluyendo piezas críticas como ejes, piñones, rodillos, levas y sistemas de transporte. Inicialmente, la línea de producción tendrá la capacidad de generar hasta dos unidades de repuestos al mes, con la posibilidad de incrementar esta cifra a 30 unidades mensuales en los próximos dos años, dependiendo de la demanda del mercado. Asimismo, se ofrecerá un servicio personalizado, permitiendo a las empresas avícolas solicitar piezas a medida, lo que se estima representará el 25% de la demanda total de repuestos en el primer año.

Infraestructura y Tecnología Disponible en la Empresa para el Desarrollo del Proyecto

Felmaq cuenta con un taller de 120 metros cuadrados, equipado con maquinaria avanzada que incluye tres tornos CNC, una fresadora, tres equipos de soldadura especial, además de alianzas estratégicas que le permiten acceder a una máquina de corte por láser y una impresora 3D para la fabricación de prototipos. Asimismo, dispone de una amplia variedad de herramientas

de mano, una prensa hidráulica y software de diseño asistido por computadora (AutoCAD), lo que permite optimizar el desarrollo y fabricación de repuestos con alta precisión y calidad.

Capacidad de Producción y Escalabilidad del Proyecto Propuesto

Actualmente, Felmaq tiene la capacidad de producir hasta 2 unidades de repuestos importados para máquinas clasificadoras al mes. Sin embargo, la escalabilidad del proyecto es clave, ya que, con una optimización del modelo de negocio, aprovechando los recursos humanos e infraestructura existentes, se espera aumentar la producción a 30 unidades mensuales en los próximos 2 años para cubrir el aumento de la demanda. Este incremento en la capacidad de producción permitiría satisfacer las necesidades de al menos 50 clientes adicionales anualmente. Como resultado, se proyecta un incremento del 300% en las ventas de repuestos durante los próximos 3 años, debido al crecimiento significativo en la producción y la ampliación de la base de clientes.

Nivel de Madurez en Innovación y Desarrollo

Felmaq se encuentra actualmente en un nivel de madurez tecnológica bajo, ya que no dispone de un presupuesto asignado para investigación y desarrollo (I+D). Aunque en el pasado ha desarrollado productos básicos para la industria avícola, la empresa no ha contado con una estrategia formal de innovación. Sin embargo, el proyecto de fabricación local de repuestos ofrece una oportunidad clave para mejorar su capacidad de desarrollo tecnológico. A través del levantamiento de planos en AutoCAD para el diseño de piezas de máquinas clasificadoras, la empresa busca optimizar y mejorar continuamente los diseños. Se proyecta que, en el futuro, al menos el 5% de las piezas producidas provendrán de innovaciones derivadas de una futura inversión en I+D, lo que permitirá a Felmaq avanzar hacia una mayor eficiencia y competitividad en el mercado.

Disponibilidad de Inversión en la Empresa para el Proyecto

Actualmente, Felmaq no dispone de un presupuesto asignado para desarrollo e innovación para el año 2025. Sin embargo, la empresa está comprometida con el proyecto y ha asignado una inversión inicial de aproximadamente 2 millones de pesos, que se destinará exclusivamente al desarrollo de los diseños de los cinco repuestos en el software AutoCAD. Este presupuesto permitirá crear los planos y diseños detallados de las piezas necesarias. Por el momento, la disponibilidad de inversión está enfocada en la fase inicial del proyecto, pero se espera que, a medida que avance el desarrollo, se abran nuevas posibilidades de financiamiento tanto internos como externos para cubrir la expansión de la producción y otros gastos operativos a futuro.

Identificación de Tendencias

El presente apartado tiene como propósito aplicar la *vigilancia tecnológica* como herramienta clave de inteligencia competitiva, con el fin de identificar oportunidades de sustitución de repuestos importados en equipos de clasificación de huevo. Para ello, se propone una exploración sistemática de información científica, tecnológica y de mercado, mediante el análisis de bases de datos especializadas, patentes y artículos académicos. Esta actividad permitirá reconocer tendencias emergentes, evaluar innovaciones relevantes y detectar posibles discontinuidades tecnológicas, con miras a facilitar el desarrollo de alternativas nacionales viables y competitivas.

Alineación con la Vigilancia Tecnológica

La vigilancia tecnológica se implementa en el marco de tres ejes estratégicos fundamentales:

Reconocimiento de Oportunidades y Amenazas

Se orienta a identificar los avances tecnológicos en procesos de clasificación de huevo, así como su impacto en la disponibilidad y confiabilidad de repuestos en el mercado nacional.

Exploración de Información Científico-Tecnológica

Involucra la consulta de fuentes como bases de datos científicas, patentes industriales y literatura técnica, con el objetivo de analizar materiales, procesos de fabricación y diseños que puedan ser adaptados al contexto colombiano.

Inteligencia Competitiva

Consiste en la evaluación de competidores y proveedores actuales en el mercado, para determinar la factibilidad técnica y económica de producir repuestos localmente. Se consideran

variables como costos de manufactura, eficiencia operativa y cumplimiento de normativas aplicables.

Este enfoque permitirá a **FELMAQ S.A.S.** desarrollar estrategias de innovación fundamentadas en conocimiento actualizado, lo cual contribuirá a mejorar su capacidad de adaptación tecnológica y a fortalecer la competitividad del sector avícola colombiano.

Para contextualizar el proyecto, se identificaron términos clave que resumen aspectos esenciales del sector productivo de FELMAQ S.A.S., enfocados en diseño, mantenimiento y fabricación industrial. Estos términos, también traducidos al inglés, facilitan la búsqueda en fuentes especializadas y promueven una visión global, los cuales se presentan en la tabla número

Tabla 1

Palabras Claves

Palabras Clave en Español	Palabras Clave en Inglés
Diseño Industrial	Industrial Design
Rediseño de Procesos	Process Redesign
Mantenimiento	Maintenance
Piezas de Maquinaria	Machinery Parts
Suministro de Partes	Parts Supply

Nota. Se identifican las palabras clave asociadas al sector productivo, productos y servicios relacionados con el reto, traducidas al inglés. *Fuente.* Autor

Una vez identificadas las palabras clave relacionadas con el problema de investigación, se procedió a realizar una búsqueda más detallada de patentes que reflejaran soluciones técnicas aplicables al contexto del proyecto. Este paso permitió establecer conexiones directas entre los términos identificados y desarrollos tecnológicos existentes, representados en figuras que agrupan visualmente los resultados más relevantes. A continuación, se presentan dichas figuras junto con un análisis interpretativo de su contenido, con el fin de evidenciar cómo estos

desarrollos podrían aportar a la formulación de alternativas viables para la fabricación local de repuestos en equipos de clasificación de huevo en el sector avícola colombiano.

Diseño Industrial

Muestra una recopilación de patentes relacionadas con el diseño industrial en el sector manufacturero. Se evidencia un enfoque en la creación de estructuras innovadoras orientadas a mejorar el rendimiento y la eficiencia operativa de los equipos. Las patentes reflejan desarrollos en geometrías optimizadas, integración de nuevos materiales y adaptaciones ergonómicas. Esto resulta clave para reducir el desgaste mecánico, mejorar la productividad y disminuir los costos de mantenimiento a largo plazo. Además, se destacan los esfuerzos de empresas líderes en registrar innovaciones que otorgan ventajas competitivas a través del diseño funcional y sostenible.

Figura 1

Diseño Industrial



The screenshot shows the Lens patent search interface. At the top, it displays 'Patentes (3.476.172)' and 'Industriales y diseño'. Below this, there are statistics for various patent categories: 'Registros de patentes' (1.475.171), 'Patentes otorgadas' (646.985), 'Patentes retiradas' (593.001), 'Citas públicas' (1.147.400), 'Solicitudes públicas' (921.094), and 'Citas de patentes' (17.382.591). The main table lists patent results with columns for 'Título', 'Identificación', 'Familia', 'Fecha de publicación', 'Fecha de otorgamiento', and 'Solicitante'. The first three rows are visible, showing patents related to 'DISEÑO INDUSTRIAL' with various identification numbers and dates. To the right of the table, there are logos for various companies and institutions, including QUALCOMM, LG Electronics, Samsung, GE, Qualcomm Inc., LG Electronics, Samsung, and Apple.

Título	Identificación	Familia	Fecha de publicación	Fecha de otorgamiento	Solicitante
DISEÑO INDUSTRIAL	062 983 836 627 590 83 983830 D	31,7 836	11 de febrero de 2020	9 de octubre de 1999	VAGADO 2019
Dispositivo de diseño para clasificación de huevos	134 049 783 250 200 13 134049783 A	29,7 200	3 de septiembre de 2020	4 de agosto de 2019	Universidad Politécnica de Antioquia
Dispositivo de diseño para clasificación	107 407 270 437 403 17 107407270 A	24,7 403	30 de agosto de 2020	4 de octubre de 2007	Compañía TIA TIA

Nota. Se observa un enfoque en el desarrollo de estructuras innovadoras que optimizan el desempeño de los equipos, mejorando la eficiencia y reduciendo costos. *Fuente.* Lens (s.f.)

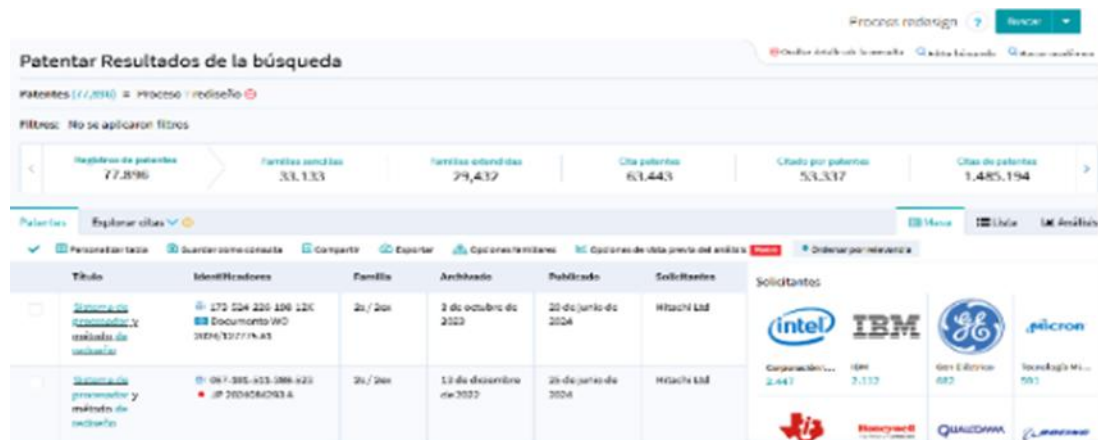
Página Principal <https://www.lens.org/>

Rediseño del Proceso

El rediseño del proceso es evidente en esta figura mediante el aumento en el número de patentes orientadas a la automatización y digitalización de operaciones críticas. El análisis revela que los componentes rediseñados están diseñados para facilitar la integración con sistemas de control automático, sensores inteligentes y plataformas IoT. Estas innovaciones permiten reducir tiempos de inactividad, incrementar la trazabilidad en línea de producción y mejorar la calidad del producto final. Asimismo, este rediseño impacta positivamente en la eficiencia energética y en la sostenibilidad de los procesos industriales.

Figura 2

Rediseño del Proceso



Nota. Se observa el rediseño de componentes críticos permite una mayor integración con procesos automatizados. *Fuente.* Lens (s.f.) *Página Principal* <https://www.lens.org/>

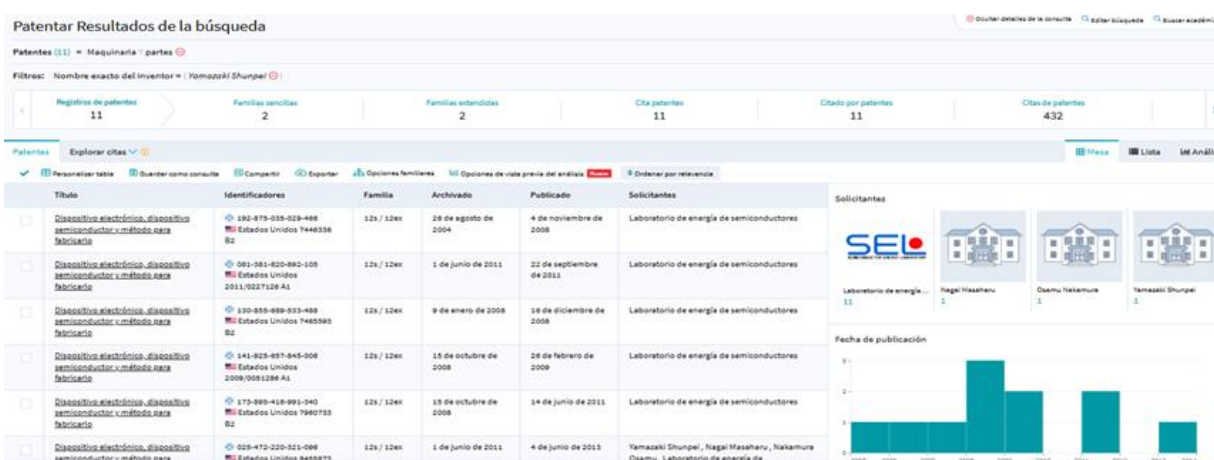
Mantenimiento

La figura ilustra un conjunto de resultados de búsqueda relacionados con patentes enfocadas en el ámbito del mantenimiento. Este panorama permite identificar tendencias tecnológicas orientadas a la mejora de procesos de inspección, diagnóstico y reparación de equipos industriales. Se destacan desarrollos centrados en mantenimiento predictivo, monitoreo

estandarización y modularidad, lo cual favorece la fabricación local de estos componentes sin comprometer la compatibilidad con equipos importados. Esta estrategia no solo reduce la dependencia de proveedores extranjeros, sino que también permite responder de manera ágil ante fallas operativas. El análisis destaca que esta modularidad facilita también la innovación incremental, al permitir modificaciones rápidas y económicas de los diseños originales.

Figura 4

Piezas de maquinas



Nota. Se observa la importancia de la estandarización y modularidad en el diseño de repuestos, lo que facilita su producción en entornos locales sin comprometer la compatibilidad con los sistemas importados existentes. *Fuente.* Lens (s.f.) *Página Principal* <https://www.lens.org/>

Suministro de Partes

La figura ilustra un conjunto significativo de patentes enfocadas en el suministro de partes, donde se observan avances en el uso de materiales de alta resistencia como aceros especiales, polímeros técnicos y compuestos reforzados. El análisis de estas patentes muestra cómo las técnicas avanzadas de mecanizado y manufactura aditiva (impresión 3D industrial) permiten fabricar piezas con mejor desempeño y durabilidad, adaptables a diversas condiciones de operación. Estas innovaciones son especialmente relevantes para industrias que operan en

Proceso de Innovación Empresa Felmaq S.A.S

Intención de Innovar

FELMAQ, empresa especializada en servicios técnicos para el sector avícola, reconoce la necesidad de transformarse para mantenerse vigente y competitiva. Esta decisión surge como respuesta tanto a factores internos como externos. Los socios e inversionistas priorizan la eficiencia operativa como vía para mejorar el desempeño financiero, mientras que la gerencia impulsa el crecimiento sostenible, la innovación continua y el fortalecimiento del talento humano como pilares estratégicos.

El contexto actual exige adaptabilidad: la incorporación de nuevas tecnologías, la digitalización, la escasez de personal técnico calificado y la creciente competencia de empresas como GAM y HAIMEC obligan a replantear el modelo de negocio. A ello se suma una demanda creciente por parte de los clientes, quienes requieren soluciones más ágiles, personalizadas y respaldadas localmente.

En este marco, FELMAQ establece como objetivo estratégico el diseño de cinco repuestos clave para equipos clasificadores de huevo, utilizando herramientas CAD, con una inversión inicial de 2.000.000 COP. Esta iniciativa busca reducir la dependencia de repuestos importados, fortalecer las capacidades internas en diseño técnico y sentar las bases para una futura fabricación nacional.

Actualmente, la capacidad operativa permite diseñar y validar dos unidades mensuales; sin embargo, se proyecta alcanzar una producción de hasta 30 unidades por mes en un plazo de dos años, mediante la adquisición de tecnología y capacitación técnica. Esta iniciativa representa un proceso de innovación de carácter incremental, cercano al núcleo del negocio, con un alto potencial de impacto en eficiencia operativa, competitividad y sostenibilidad.

En conclusión, el proceso de innovación de FELMAQ permite responder de manera estratégica a los desafíos del entorno mediante el diseño local de repuestos, fortaleciendo su competitividad y capacidad técnica. Esta iniciativa sienta las bases para un crecimiento sostenible y una futura expansión de servicios. A continuación, se presenta una figura que resume las fases clave del proceso de innovación desarrollado.

Figura 6

Proceso de Innovación



Nota. Se observa 5 pasos para generar un avance innovador en la empresa Felmaq S.A.S.

Fuente. Autor

Insight de Oportunidad

Durante el análisis del entorno industrial y del comportamiento del mercado avícola colombiano, FELMAQ identifica una oportunidad concreta: la alta dependencia de repuestos importados para equipos clasificadores de huevo constituye un factor crítico para muchas empresas del sector. Esta situación genera altos costos logísticos, demoras operativas y una limitada capacidad de respuesta frente a fallos inesperados.

Con más de 10 años de experiencia en mantenimiento técnico en plantas avícolas, FELMAQ cuenta con el conocimiento práctico necesario para identificar las piezas más

propensas a desgaste o daño, muchas de las cuales no tienen reemplazos disponibles localmente. Esta experticia permite desarrollar soluciones ajustadas a las condiciones reales de operación, con un enfoque técnico, económico y preventivo.

A partir de esta oportunidad, se ejecuta el diseño técnico de cinco componentes críticos, modelados en AutoCAD. Estos planos ya se encuentran listos para su futura fabricación, permitiendo a las empresas del sector acceder a una solución eficiente, con respaldo técnico local y mayor autonomía operativa.

Figura 7

Mapa de oportunidades de negocio

	Su empresa	Futuro	Competidores	Adyacencias	Cadena de valor
Mercado Clientes Necesidades Experiencias	Sector avícola Mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo Actividad calificada bajo el código CIU 3312	Maquinaria y equipo del sector avícola, avance en tecnología sostenible y conocimiento de los datos.	se tiene en cuenta los factores de competencia basado en las necesidades del consumidor, orientados a la parte comercial	profundizar en el mercado de otras regiones con optimización en nuestros servicios y maquinaria	Alianza con empresa de metalmecánica y manufactura para producir repuestos compatibles
Entrega Ocasión Ubicación Canales	planificación y entrega calidad y control de proceso gestión de transporte terrestre Bucaramanga, Santander redes sociales, página oficial	Establecer una plataforma digital, exigencia en control de calidad, optimizar tiempos, ampliar ventas y servicios en otras regiones.	analizar servicios y procesos de trabajo de los productos que se ofrecen al mercado	La competencia regional (CIPARCOL) y extranjera (HAIMEC) ayuda a identificar cambios mediante herramientas de investigación.	Creación de redes de distribución para comercialización directa
Ofrenda Productos Servicios Marca	Mantenimiento correctivo y preventivo inspecciones técnicas reparación de maquinaria servicio de garantía	Ampliar los productos, (catalogo de maquinaria y servicios) registrar la marca de felmaq también como servicio de reparación para los clientes	la competencia directa de felmaq: Ciparcol GAM, HAIMEC, que no son solo de los productos y servicios de la empresa	Trabajar con empresas similares a FELMAQ permite reconocer los puntos a mejorar	Alternativas sostenibles en materiales reciclables o de mayor durabilidad.
Producción Competencias Activos Tecnologías	Fabricación de maquinaria infraestructura personal calificado herramientas especializadas gestión de procesos	Impacto económico en la industria competencia del mercado nacional por parte de los fabricantes	Posicionar el servicio y venta de la maquinaria, en la región y a nivel nacional	Optimizar procesos incrementando eficiencia y productividad	Suministro de aceros especiales, aleaciones y polímeros avanzados para la fabricación de repuestos.
Modelo de negocio Redes Fogonadura	Servicio al cliente Participación en proyectos Costos de repuestos servicios personalizados	Producción ingresos, tendencia de precios por tipo de máquina, análisis de costos de fabricación, de estrategias de marketing, etc.	El mercado para este modelo de maquinaria en Colombia es amplio, y estudios revelan mejoras para posicionar la empresa a nivel nacional.	Tener soluciones en donde se incluya la tecnología que sean fáciles de integrar avanzando en la innovación de estas empresas	Desarrollo de proveedores nacionales que reducen la dependencia de importaciones.

Nota. El mapa representa las áreas estratégicas de intervención para la sustitución tecnológica de repuestos importados, considerando criterios de impacto, viabilidad técnica y beneficio operativo en la industria avícola. *Fuente.* Autor

Plataformas de Crecimiento

La ejecución del diseño de repuestos no se limita a una solución puntual; constituye el punto de partida para construir una plataforma de crecimiento sostenible. En primer lugar, FELMAQ incorpora una nueva línea de negocio orientada al desarrollo técnico de repuestos especializados, respaldada por documentación profesional y validación de compatibilidad operativa.

Asimismo, se plantea la creación de una plataforma digital que permita comercializar los diseños técnicos y, en una fase posterior, los repuestos fabricados localmente. Para ello, se proyecta establecer alianzas con talleres dotados de tecnología CNC, impresión 3D y fresado de precisión, construyendo una red colaborativa de fabricación bajo demanda.

Adicionalmente, FELMAQ amplía su alcance hacia la consultoría técnica para el diseño y adaptación de componentes industriales, posicionándose como un aliado estratégico en la ingeniería aplicada al mantenimiento.

Áreas estratégicas de desarrollo

Automatización y digitalización de procesos técnicos.

Formación especializada del personal.

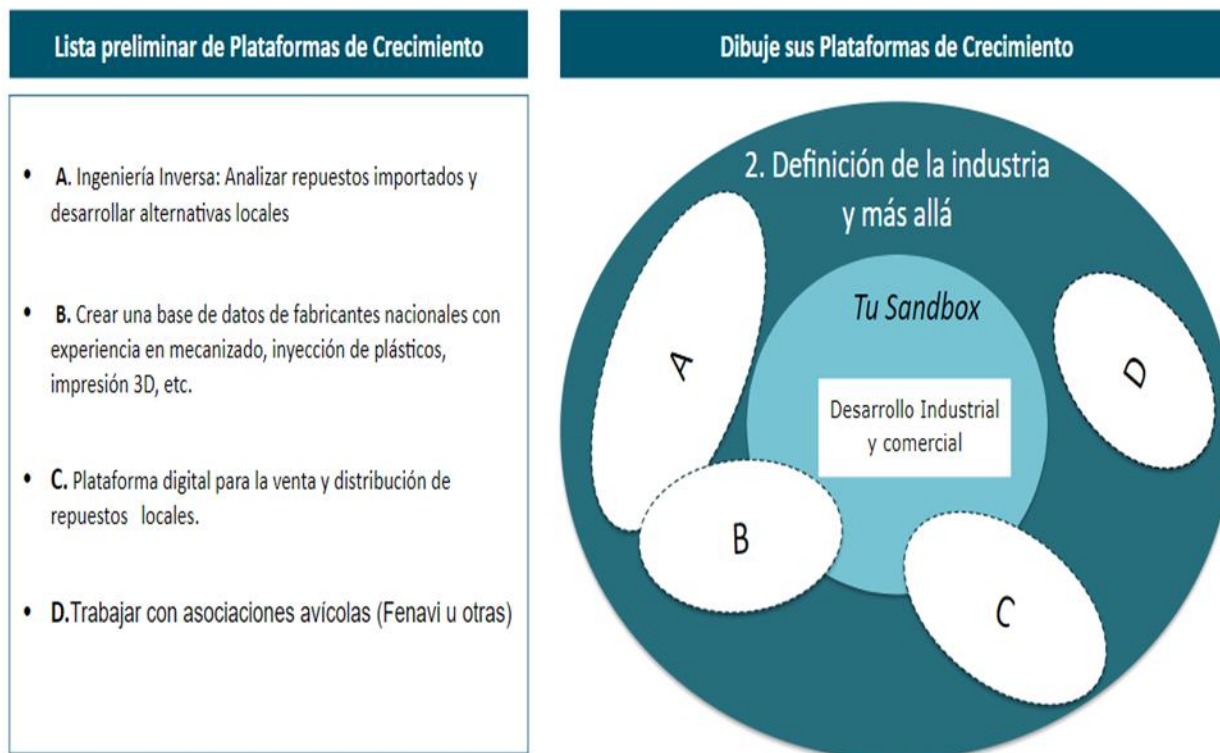
Alianzas comerciales y logísticas.

Incursión en nuevos segmentos del mercado industrial.

A continuación, se presenta una figura que resume estas plataformas de crecimiento como pilares fundamentales de la estrategia de innovación de FELMAQ.

Figura 8

Plataforma de crecimiento



Nota. La figura presenta las oportunidades estratégicas identificadas para fortalecer el desarrollo industrial y comercial mediante la sustitución tecnológica de repuestos importados. Las plataformas incluyen ingeniería inversa, bases de datos de fabricantes locales, herramientas digitales para comercialización y alianzas con asociaciones del sector avícola. *Fuente.* Autor

Concepto de Negocio

Propuesta de Valor

FELMAQ ofrece una solución técnica frente a la escasa disponibilidad local de repuestos para clasificadoras de huevo. La propuesta consiste en el diseño profesional de cinco componentes críticos mediante AutoCAD, brindando a las empresas acceso a planos listos para fabricación, reduciendo así su dependencia de proveedores internacionales.

¿Cómo funciona?

Selección de repuestos de mayor criticidad por rotación o fallas recurrentes.

Medición técnica y modelado digital en AutoCAD.

Validación dimensional y funcional.

Documentación técnica y entrega de planos a clientes internos y aliados estratégicos.

Los diseños están listos para ser utilizados en la fabricación directa por parte de talleres externos o como respaldo preventivo.

Diferenciales e Innovación

Disminución significativa de tiempos frente a la importación.

Ahorro estimado del 30% en costos por repuesto.

Soporte técnico especializado a nivel local.

Posibilidad de personalizar y optimizar el diseño original.

Compatibilidad garantizada con equipos existentes del mercado.

Caso de Negocio

Problema Identificado

El sector avícola colombiano enfrenta dificultades operativas debido a la ausencia de repuestos disponibles localmente para equipos clasificadores importados. Esta situación genera paradas prolongadas, pérdidas económicas y dependencia de proveedores internacionales con largos plazos de entrega.

Solución Implementada

FELMAQ responde a esta necesidad desarrollando el diseño técnico de cinco repuestos fundamentales, con base en criterios de criticidad operativa y viabilidad de fabricación local. Estos diseños ya se encuentran listos y validados, permitiendo una respuesta rápida ante fallas

mecánicas, además de habilitar futuras alianzas productivas con talleres de manufactura nacional.

Beneficios Obtenidos

Reducción de hasta un 30% en el costo de adquisición de repuestos.

Tiempos de respuesta hasta un 50% más ágiles en comparación con la importación.

Transferencia de conocimiento técnico y fortalecimiento del equipo interno.

Ampliación del portafolio de servicios de FELMAQ.

Posibilidad de replicar el modelo en otras líneas de equipos del sector industrial.

Plan de Acción Ejecutado

Identificación y análisis técnico de los cinco repuestos más críticos.

Diseño CAD completo de cada pieza, con revisión y validación técnica.

Generación de documentación técnica para fabricación.

Identificación de talleres locales con potencial de alianza para manufactura.

Socialización de resultados y consolidación de un portafolio técnico base para futuras fases.

Metodología Design Thinking

La metodología Design Thinking es un enfoque centrado en las personas para la resolución de problemas, que busca comprender profundamente las necesidades de los usuarios y desarrollar soluciones efectivas y adaptadas a su contexto. Esta metodología se divide en cinco fases principales, que se describen a continuación y que fueron aplicadas durante el desarrollo del proyecto.

Empatizar

En esta fase inicial, se busca comprender el contexto y las dificultades que enfrentan los usuarios. A través de la observación directa en campo y entrevistas con operarios y técnicos del sector avícola, se identificaron problemas como el desgaste prematuro de los repuestos, las condiciones ambientales adversas y las complicaciones durante el montaje. El objetivo es ponerse en el lugar de los usuarios para entender no solo lo que dicen, sino también cómo viven el problema.

Definir

Con base en la información recogida, se formula el problema clave a resolver. Se establece que los usuarios necesitan repuestos más duraderos, resistentes a las exigencias del ambiente avícola y que faciliten su instalación. Esta definición clara del problema permite enfocar el proyecto en una necesidad real y prioritaria, lo que mejora la efectividad de las soluciones propuestas.

Idear

En esta etapa, se generan múltiples ideas y posibles soluciones a través de sesiones creativas y análisis técnico. Se consideraron opciones como la utilización de nuevos materiales, el diseño modular para facilitar el montaje, y la incorporación de indicadores visuales para

detectar el desgaste. La diversidad de ideas permite explorar diferentes enfoques para responder al problema.

Prototipar

Las ideas seleccionadas se materializan en prototipos funcionales utilizando materiales alternativos y mejoras en el diseño. Estos prototipos simulan las condiciones reales de uso y permiten evaluar su desempeño antes de una posible producción a mayor escala. El propósito es validar la viabilidad técnica y funcional de las soluciones.

Evaluar

Finalmente, los prototipos son sometidos a pruebas en planta con la participación de los usuarios finales. Se recoge retroalimentación directa para identificar aspectos a mejorar y realizar los ajustes necesarios, garantizando que el producto final cumpla con las expectativas de eficiencia, resistencia y facilidad de uso.

Este enfoque iterativo y centrado en el usuario permitió avanzar de manera significativa en el proyecto FELMAQ, logrando el modelado en CAD 2D de cinco repuestos críticos, acompañados de su documentación técnica validada por el equipo. Aunque aún no se ha iniciado la fabricación, este proceso sienta bases sólidas para futuras etapas de prototipado y producción, contribuyendo a fortalecer la autonomía tecnológica y a disminuir la dependencia de repuestos importados en la industria avícola. A continuación, se presenta una tabla resumen que ilustra cómo se aplicaron cada una de las fases de la metodología Design Thinking durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 2

Herramientas seleccionadas para la implementación de la metodología Design thinking aplicada al proyecto de innovación

Fase Design Thinking	Herramienta para Desarrollar la Fase	Entregable o Resultado Esperado
Empatizar	Google formularios	Por medio de la herramienta Google Formularios, se diseñó y aplicó un instrumento de medición tipo encuesta dirigido a los clientes y usuarios de la empresa FELMAQ S.A.S
Definir	Tabulación de resultados	Problema definido claramente desde la perspectiva del usuario
Idear	Mapa mental	Emitir ideas sobre las posibles soluciones a los problemas identificados en las encuestas aplicadas a los usuarios
Prototipar	Herramientas CAD	Diseño de los 5 repuestos críticos para equipos de clasificación de huevo, utilizando herramientas CAD y principios de diseño mecánico, como paso previo a una posible fabricación futura.
Evaluar/probar	Informe de Validación de planos	Como parte del proceso de validación técnica, se realizó una revisión detallada de los diseños en conjunto con ingenieros mecánicos y expertos en diseño industrial, enfocándose en la verificación de las dimensiones, materiales especificados, y la factibilidad de fabricación de cada componente, identificando ajustes necesarios para optimizar los prototipos sin comprometer su funcionalidad ni su producción local dentro del marco del Proyecto FELMAQ.

Nota. Se establece la herramienta para el desarrollo del proyecto de innovación. *Fuente.* Autor

Aplicación de la Metodología Design Thinking

Resultado de la Aplicación de la Encuesta a Través de la Herramienta Google

Formularios, se recopilan datos valiosos de los clientes y usuarios de FELMAQ S.A.S. Estos datos permiten avanzar en la fase de **Empatizar**, comprendiendo las necesidades y dificultades reales que enfrentan los usuarios con los repuestos actuales.

Posteriormente, en la fase de **Definir**, se realiza la tabulación de los resultados, facilitando así la identificación y formulación clara del problema desde la perspectiva del usuario. Este análisis asegura que los requerimientos y características del diseño respondan efectivamente a las expectativas del mercado.

A continuación, se presenta la tabla con el resumen del diseño de cinco repuestos críticos, desarrollados según las necesidades identificadas en las fases iniciales del proceso.

Tabla 3

Repuestos críticos seleccionados para diseño

Código	Nombre del Repuesto	Equipo	Observaciones
Z301937	Piñón de cadena copas blancas	Optiloader SL18	Incubadora Santander S.A.
Z324441	Soporte plástico eje copas blancas	Optiloader SL18	Incubadora Santander S.A.
Z303254	Tornillos elevadores cargador	Optiloader SL18	Incubadora Santander S.A.
Z303127	Eje de giro carrusel	Optiloader SL18	Incubadora Santander S.A.
Z527106	Guía del cerrador	Staalkat 600	Incubadora Santander S.A.

Nota. La tabla presenta los cinco repuestos críticos seleccionados para diseño, priorizados según su criticidad operativa, frecuencia de fallo e impacto en la disponibilidad de los equipos. *Fuente.*

Autor

Idear

Una vez comprendidas las necesidades reales de los usuarios a través de encuestas y observaciones, el equipo de trabajo de FELMAQ se concentra en proponer mejoras funcionales para los cinco repuestos seleccionados. Esta etapa se caracteriza por el desarrollo de ideas

innovadoras, donde se consideran aspectos como el entorno operativo, la facilidad de instalación y la durabilidad de los materiales.

Durante este proceso, se promueve la creatividad mediante reuniones técnicas en las que se analizan las distintas alternativas de solución. Algunas de las propuestas incluyen rediseñar las formas de ciertas piezas para facilitar su ensamble, evaluar materiales con mayor resistencia al ambiente avícola y añadir elementos visuales que permitan detectar el desgaste de manera anticipada.

Cada propuesta seleccionada se documenta cuidadosamente y servirá como base para la siguiente fase del proyecto, en la cual se plasmarán los diseños definitivos utilizando herramientas de modelado técnico como AutoCAD. Este paso representa un avance significativo hacia la construcción de soluciones adaptadas al contexto local y con potencial de fabricación propia.

Prototipar

Con los insumos técnicos recopilados y validados durante las fases previas del proyecto, el equipo de trabajo se encuentra en condiciones de avanzar hacia la etapa de desarrollo de los modelos digitales. Esta fase consiste en transformar el conocimiento adquirido sobre las piezas críticas en representaciones técnicas detalladas, utilizando herramientas de diseño asistido por computadora. El propósito no es solo replicar la forma de los componentes, sino optimizar sus características en función del entorno donde operan. Gracias a esta preparación, el proceso de prototipado se fundamenta en datos reales, permitiendo simular el comportamiento de cada pieza y anticipar posibles mejoras antes de considerar su fabricación.

Figura 9

Repuestos Importados

1. Z301937 Piñón cadena copas blancas cargador Optiloader SL18



2. Z324441 Soporte plástico eje copas blancas Optiloader SL18



3. Z303254 Tornillo elevadores cargador Optiloader SL18



4. Z303127 Eje de giro carrusel Optiloader SL18



5. Z527106 Guía del cerrador Staalkat 600



Nota. Cinco repuestos importados de máquinas clasificadoras Optiloader S18 y Staalkat. 600.

Fuente. Autor

Toma de Medidas y Análisis Dimensional

Durante las actividades de mantenimiento, se desmontaron los repuestos para realizar una inspección detallada. El equipo técnico tomó las medidas directamente en campo, utilizando herramientas de precisión como calibradores, micrómetros y galgas para roscas. Se registraron las medidas clave: diámetros, longitudes, anchos, espesores y detalles de mecanizado, como ranuras y perforaciones. Estas observaciones se documentaron en una tabla que luego sirvió como base para el modelado en CAD.

Figura 10

Clasificadora Optiloader S18 y Staalkat 600.



Nota. Foto clasificadora Optiloader S18 y Staalkat 600. *Fuente.* Autor

Durante el desarrollo del proyecto, se llevó a cabo un proceso detallado de toma de medidas y análisis dimensional de los cinco repuestos seleccionados. Estas actividades se realizaron directamente sobre los componentes originales en planta, permitiendo obtener datos reales y actualizados. Para ello, se utilizaron herramientas de precisión como calibradores, micrómetros y reglas, que garantizaron un levantamiento confiable de las dimensiones clave.

Cada repuesto fue examinado cuidadosamente, identificando longitudes, diámetros, espesores, formas particulares y aspectos críticos para su funcionamiento. Además, se registraron evidencias de desgaste o deformaciones frecuentes, lo cual resultó útil para considerar mejoras en el diseño. Esta información técnica sirve de base para el modelado en herramientas CAD, que se realizará en la siguiente fase del proyecto.

A continuación, se presenta una figura que resume las principales dimensiones recolectadas para cada pieza analizada.

Figura 11

Medidas y Análisis Dimensional

Código del Componente	Nombre del Componente	Material (Norma)	Dimensiones Principales	Tolerancias Dimensionales	Tipo/Paso de Rosca (si aplica)
Z301937	Piñón cadena copas blancas – Optiloader SL18	Acero Inox 304 / Latón / CuZn39Pb3	Øext: 56 mm, Øeje: 20 mm, Ancho: 18 mm	Ajuste H7/g6	No aplica
Z324441	Soporte plástico eje copas blancas – Optiloader SL18	PA66	Øext: 40 mm, Øint: 16 mm, Largo: 35 mm	Ajustes H6 y H7	No aplica
Z303254	Tornillo elevadores cargador – Optiloader SL18	Acero Inox 303	Largo: 80 mm, Rosca M10 x 1.5, Cabeza hex: 17 mm	H9	M10 x 1.5
Z303127	Eje de giro carousel – Optiloader SL18	Acero Inox 304	Largo: 220 mm, Øapoyo: 25 mm, Ømedio: 20 mm	Ajustes H7 en ambos extremos	No aplica
Z527106	Guía del cerrador – Staalkat 600	PA6-GF30	Largo: 140 mm, Ancho: 28 mm, Altura: 22 mm, Ø orificios: 8 mm	±0.1 mm en orificios	No aplica

Nota. Toma de Medidas y Análisis Dimensional. *Fuente.* Autor

Modelado 2D en Software CAD

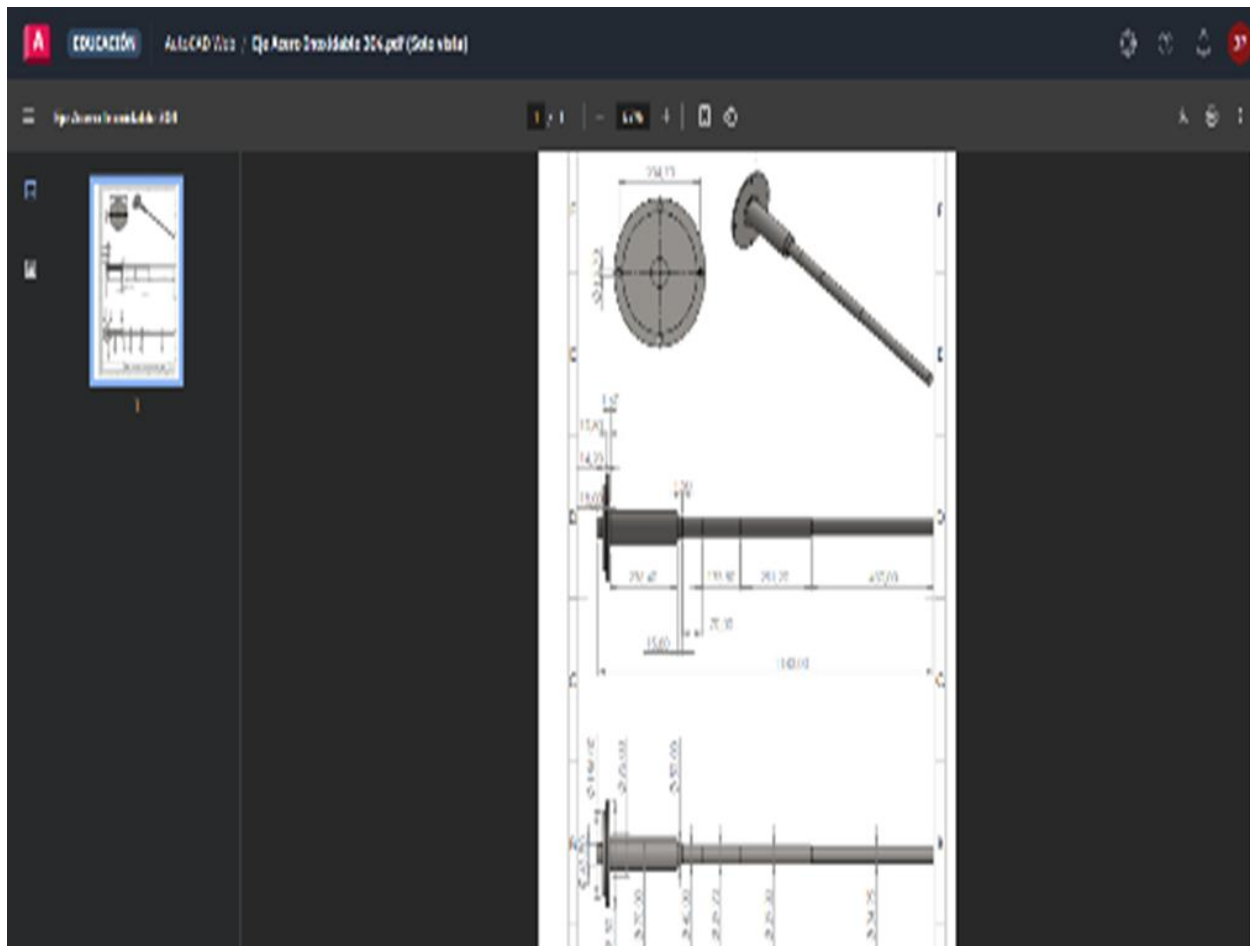
Con las dimensiones obtenidas, se crearon los planos en CAD utilizando AutoCAD. Se representaron fielmente los cinco componentes seleccionados, con vistas ortogonales (superior, frontal y lateral), anotaciones precisas de dimensiones y cotas de referencia. Además, se añadieron tolerancias mecánicas de acuerdo con las normativas ISO y se sugirieron materiales para la fabricación local. Este modelo 2D se utilizó como base para la documentación técnica, buscando reducir la dependencia de repuestos importados.

Generación de Documentación Técnica

A partir de los planos 2D, se generaron los documentos necesarios para la fabricación local, incluyendo vistas detalladas, especificaciones de materiales y tolerancias exactas. Estos documentos se exportaron en formato PDF y fueron fotografiados para ser incluidos en el informe final.

Figura 12

Diseño en Cad

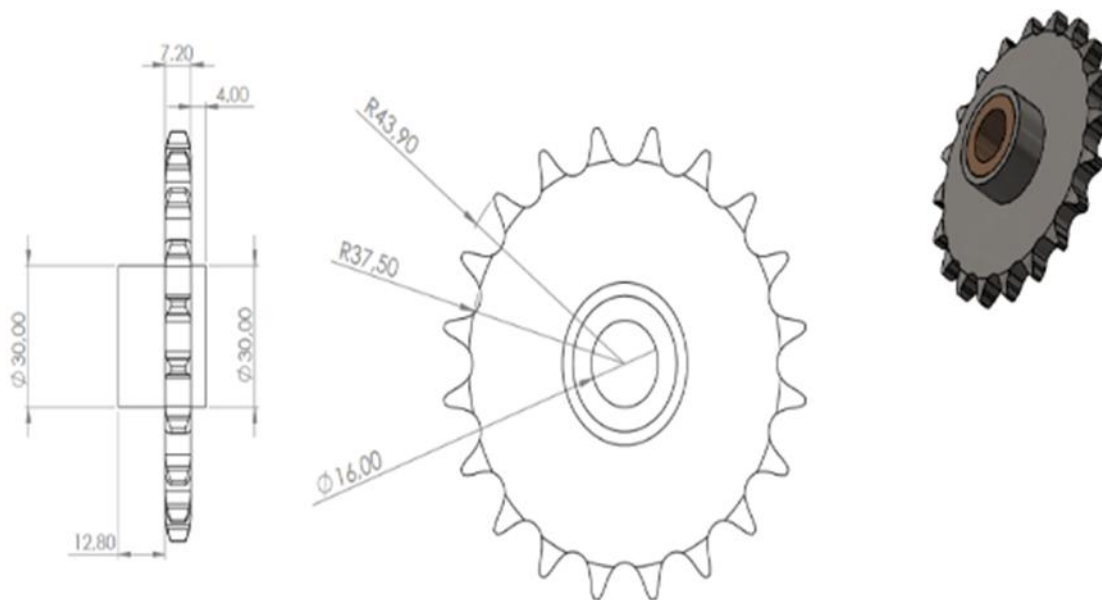


Nota. Foto diseño CAD Eje de giro carrusel Optiloader SL18. *Fuente.* Autor

Con base en las medidas tomadas y el análisis funcional en planta, se elabora el primer diseño del piñón de cadena para las copas blancas del Optiloader SL18. Este componente, esencial en la transmisión del sistema, es modelado en CAD considerando su desgaste y exigencia operativa. A continuación, se presenta el diseño inicial como resultado del proceso de prototipado.

Figura 13

Z301937 Piñón cadena copas blancas.

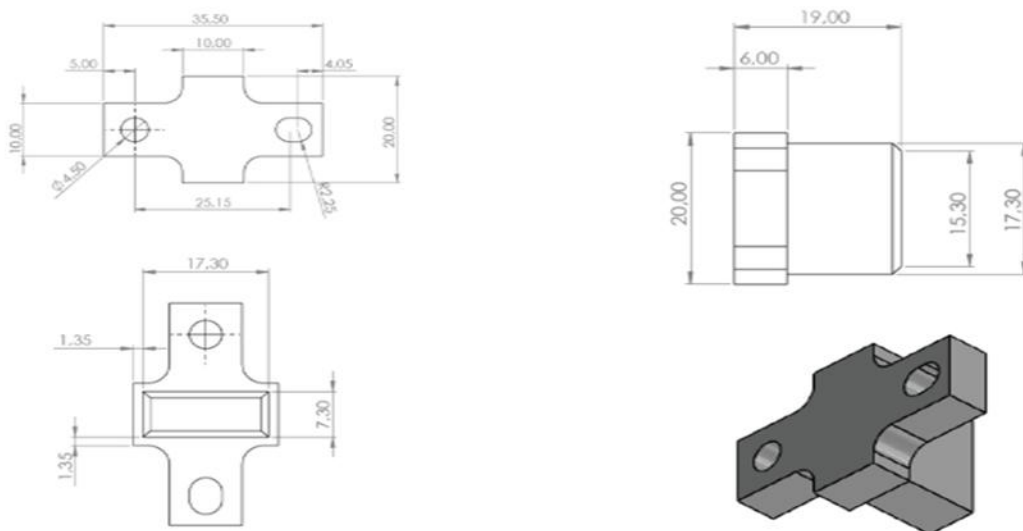


Nota. Diseño Piñón cadena copas blancas cargador Optiloader SL18. *Fuente.* Autor

A continuación, se presenta el diseño del soporte plástico para el eje de copas blancas del Optiloader SL18, elaborado en teflón. Este diseño busca mejorar la durabilidad y el rendimiento del componente, asegurando un funcionamiento más eficiente y resistente dentro del equipo.

Figura 14

Soporte plástico eje copas blancas Optiloader SL18 (teflón)

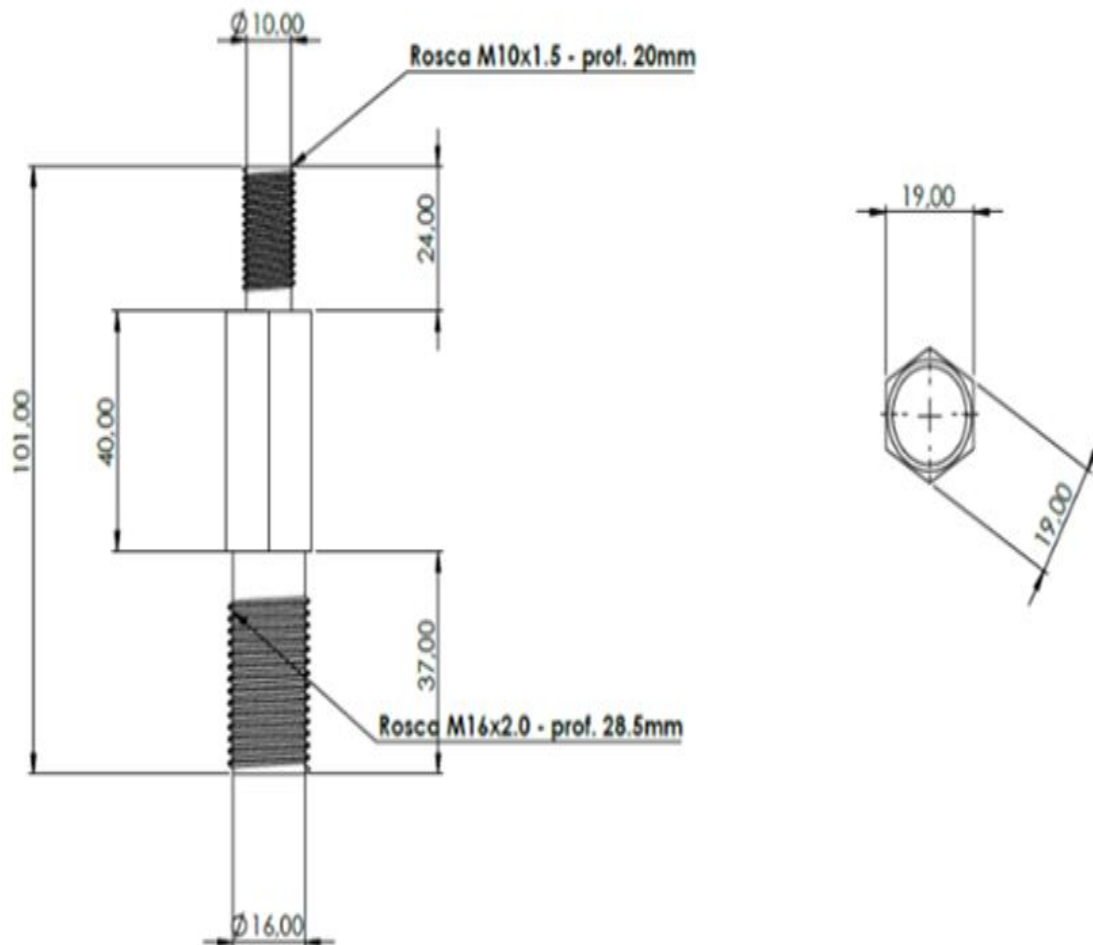


Nota. Soporte plástico eje copas blancas Optiloader SL18 (teflón). *Fuente.* Autor

El siguiente diseño corresponde al tornillo para los elevadores del cargador del Optiloader SL18. Este componente es fundamental para garantizar el movimiento preciso y estable durante la operación de carga. Su diseño busca optimizar la resistencia mecánica y facilitar su montaje, contribuyendo así a la reducción de fallas y tiempos de mantenimiento.

Figura 15

Z303254 Tornillo elevadores cargador



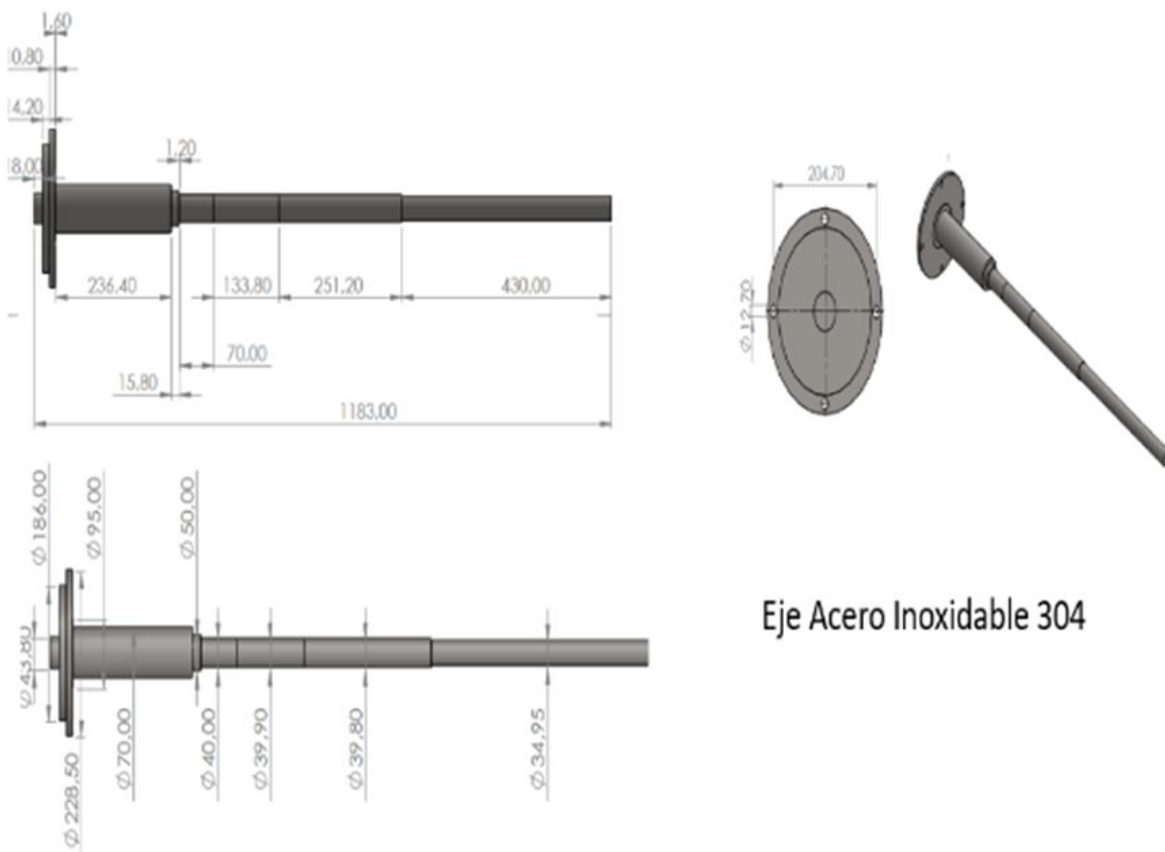
Nota. Z303254 Tornillo elevadores cargador Optiloader SL18 (Inox 304). *Fuente.* Autor

Seguimos avanzando con el diseño de los repuestos clave, ahora con el eje de giro del carrusel del Optiloader SL18. Este componente es fundamental para que el carrusel funcione bien, por eso el diseño se centra en que sea resistente y que permita un movimiento preciso. Además, se busca que su fabricación facilite un montaje fácil y seguro.

A continuación, se muestra el diseño del eje de giro en la figura siguiente.

Figura 16

Z303127 Eje de giro carrusel Optiloader SL18



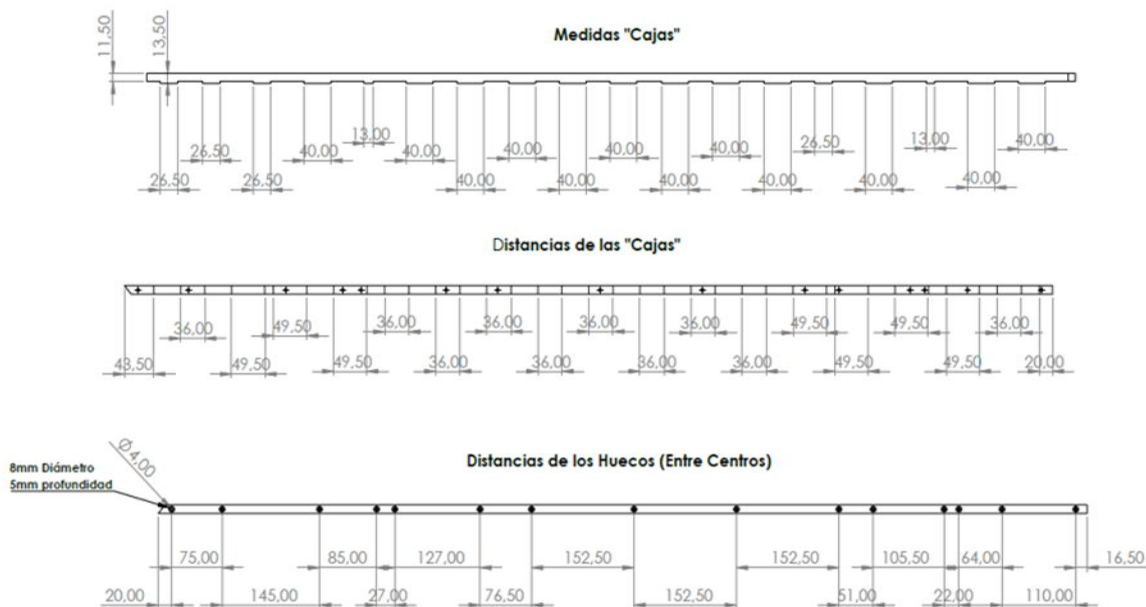
Nota. Diseño realizado por el grupo de trabajo 203418853_6. *Fuente.* Autor

Finalmente, se trabaja en el diseño de la guía del cerrador para la Staalkat 600, un repuesto esencial para el correcto funcionamiento del equipo. Utilizando teflón como material principal, se busca garantizar resistencia al desgaste y un deslizamiento suave durante la operación.

A continuación, se presenta el diseño detallado de la guía del cerrador en la figura siguiente.

Figura 17

Diseño Guía del Cerrador Staalkat 600.



Nota. Z527106 Guía del cerrador Staalkat 600 (Teflón). Diseño realizado por el grupo de trabajo 203418853_6. Fuente. Autor

Evaluar/ Probar

Una vez generados los planos CAD 2D, fueron revisados por dos ingenieros mecánicos de la empresa para verificar que las dimensiones fueran correctas y que los planos fueran adecuados para la fabricación local. Se evaluó la claridad de los planos y su coherencia con los repuestos originales, así como la facilidad de interpretación para los fabricantes. Tras esta revisión, los planos fueron aprobados como definitivos, quedando listos para las siguientes fases del proyecto, como la cotización, las pruebas de fabricación nacional y la evaluación de costos.

Informe Técnico Sobre la Validación de los Diseños CAD Propuestos

En este informe se valida técnicamente el diseño de cinco piezas clave, asegurando que puedan fabricarse localmente y que funcionen correctamente en los equipos de clasificación FELMAQ.

Procedimiento de Evaluación



Se examinaron cuatro aspectos esenciales en cada plano: las dimensiones y cotas, el tipo de material especificado, la viabilidad para su fabricación y la correcta aplicación de tolerancias.

En la columna de “Resultado” se marca si el plano está “Aprobado”, cuando cumple con los requerimientos técnicos sin observaciones importantes, o “Requiere ajuste” cuando se identifican áreas que necesitan mejoras o correcciones.

La evaluación se realizó de forma objetiva, considerando las normas técnicas, los procesos de fabricación habituales y la funcionalidad esperada para cada pieza.

En “Observaciones” se explica claramente el motivo de cada resultado. Para los planos aprobados, se indican aspectos como “bien definido” o “completo y claro”. En caso de ajustes, se detallan las recomendaciones específicas, como cambiar el material por uno más adecuado, aplicar una norma de tolerancia (por ejemplo, ISO 2768) o añadir cotas que falten.

Figura 18*Revisión de Diseños CAD***Firmas de Aprobación Técnica**

Nombre del Ingeniero	Firma	Licencia Vigente N.º	Fecha
Ing. Liseth Vanessa Guarin Gordillo		SN250-129592	17/04/25
Ing. Geovani Lozano astrillon		SN250-156094	17/04/25

Nota. La figura muestra el registro de aprobación técnica de los diseños CAD realizados en el proyecto, firmados por los ingenieros responsables con sus respectivas licencias profesionales vigentes. *Fuente.* Autor

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la evaluación técnica de los diseños desarrollados en el marco del proyecto:

Tabla 4

Resultados evaluación de los diseños Sustitución Tecnológica de Repuestos Importados en Equipos de Clasificación de Huevo

Ítem Evaluado	Resultado	Observaciones Específicas y Recomendaciones	Repuesto / Diseño
Dimensiones y Cotas Completas	Aprobado	Cotizaciones claras y diseño legible en todos los casos.	Todos los repuestos
Material Especificado	Requiere Ajuste	- Piñón: considerar latón (CuZn39Pb3) como opción más económica que bronce. - Guía Staalkat: especificar PA6-GF30 (nylon con fibra de vidrio) para mayor rigidez. - Soporte plástico: definir tipo plástico	Según repuesto

Ítem Evaluado	Resultado	Observaciones Específicas y Recomendaciones	Repuesto / Diseño
		(PP-H o PA66 según resistencia). - Tornillo: acero inoxidable 303 mejora maquinabilidad frente al 304. - Eje carrusel: si no es necesaria alta corrosión, acero 1045 reduce costos.	
Factibilidad de Fabricación	Aprobado	Viable fabricación con procesos estándar: torno CNC, fresado, moldeo, corte láser según pieza.	Todos los repuestos
Tolerancias Aplicadas	Requiere Ajuste	- Incluir tolerancias generales ISO 2768-m o f según pieza. - Añadir ajustes funcionales específicos (h7, h9) donde aplica.	Todos los repuestos

Nota. La tabla resume la evaluación técnica de los diseños de repuestos, indicando el cumplimiento de criterios técnicos y las recomendaciones para su ajuste o aprobación. *Fuente.*

Autor

Recomendaciones

Este informe forma parte del proyecto de fabricación local de repuestos para equipos de clasificación de huevo – FELMAQ, y su propósito es garantizar la adecuación técnica y la viabilidad de manufactura de los componentes diseñados.

Se concluye que los planos son funcionales y completos, aunque requieren ajustes menores en la especificación de materiales y en la definición de tolerancias. Estos cambios recomendados no alteran la geometría ni la función de las piezas, y están orientados a facilitar su producción local, reducir costos y mantener la calidad técnica.

Ajustes Finales en los Diseños CAD

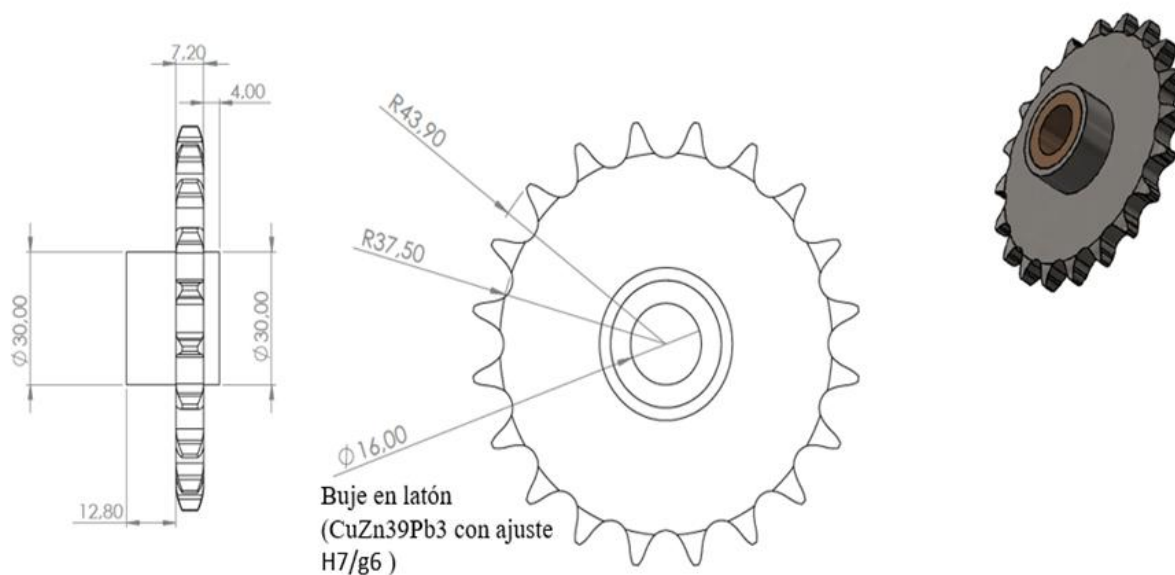
Luego de revisar a fondo los planos mecánicos y acoger las observaciones de especialistas en diseño y manufactura, se hicieron ajustes puntuales en los cinco repuestos seleccionados para este proyecto. Las recomendaciones recibidas no solo ayudaron a afinar

detalles como el tipo de material o las tolerancias, sino que también facilitaron que cada pieza pudiera ser producida localmente sin perder calidad ni funcionalidad. Esta etapa fue clave para asegurar que los componentes se integren sin problemas a los equipos de clasificación existentes.

A continuación, se presentan los cinco repuestos rediseñados Sustitución Tecnológica de Repuestos Importados en Equipos de Clasificación de Huevo del sector avícola en Colombia

Figura 19

Rediseño Z301937 Piñón cadena copas blancas cargador

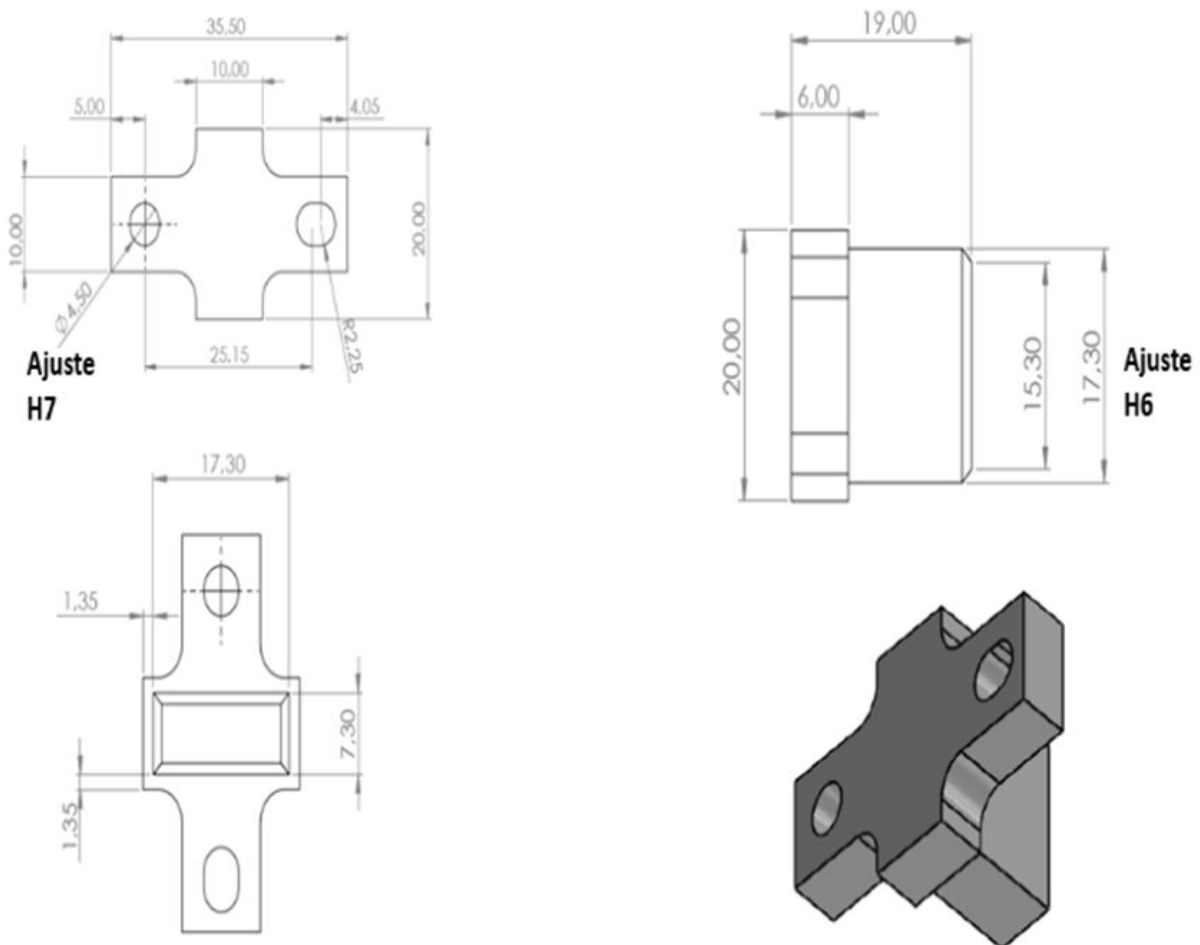


Nota. Z301937 Piñón cadena copas blancas cargador Optiloader SL18 (acero Inox 304). Fuente.

Autor

Figura 20

Rediseño Z324441 Soporte plástico eje copas blancas Optiloader SL18

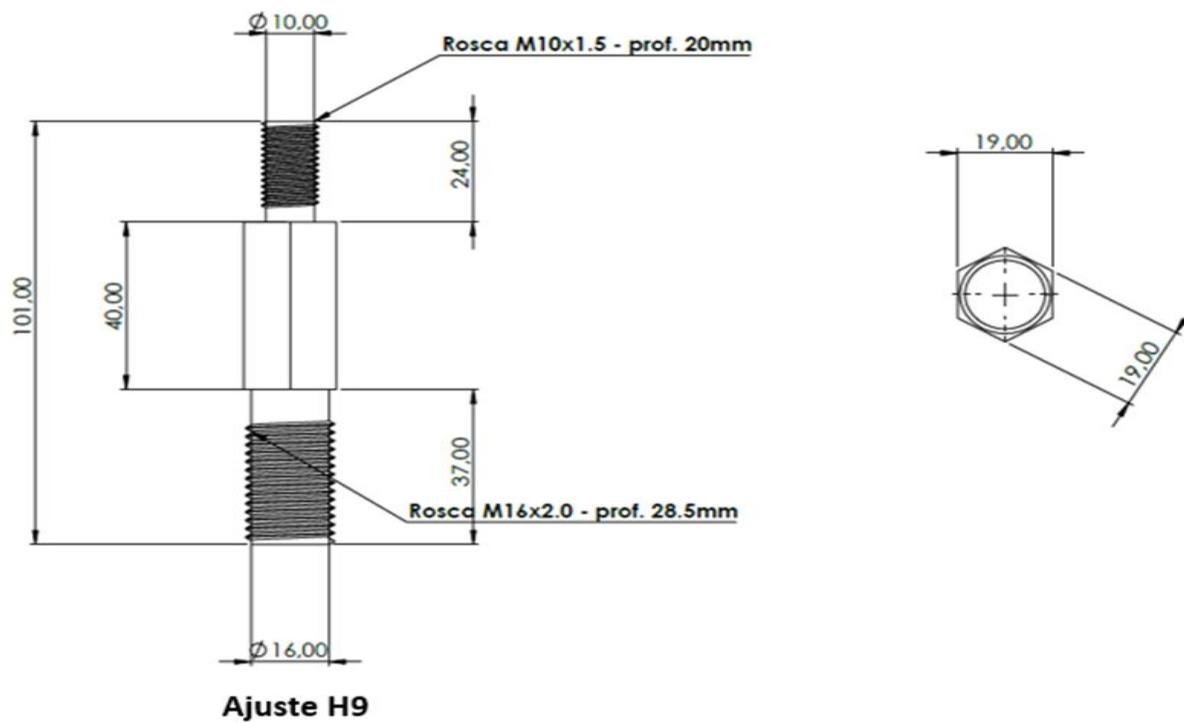


Nota. Z324441 Soporte plástico eje copas blancas Optiloader SL18 (Polipropileno PA66)

Rediseño realizado por el grupo de trabajo 203418853_6. Fuente. Autor

Figura 21

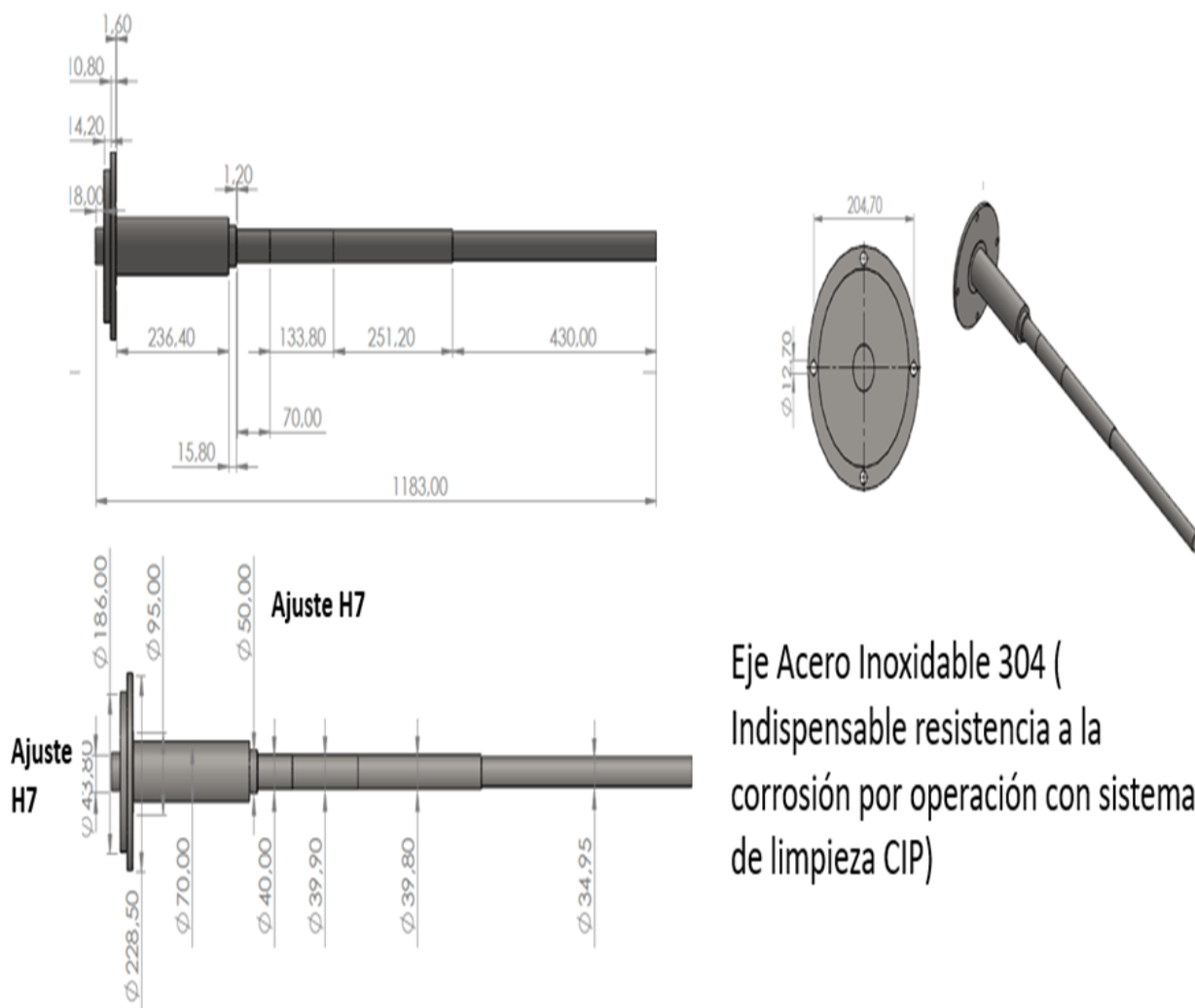
Rediseño Z303254 Tornillo Elevadores Cargador Optiloader SL18



Nota. Z303254 Tornillo elevadores cargador Optiloader SL18 (Inox 303). Rediseño realizado por el grupo de trabajo 203418853_6. Fuente. Autor

Figura 22

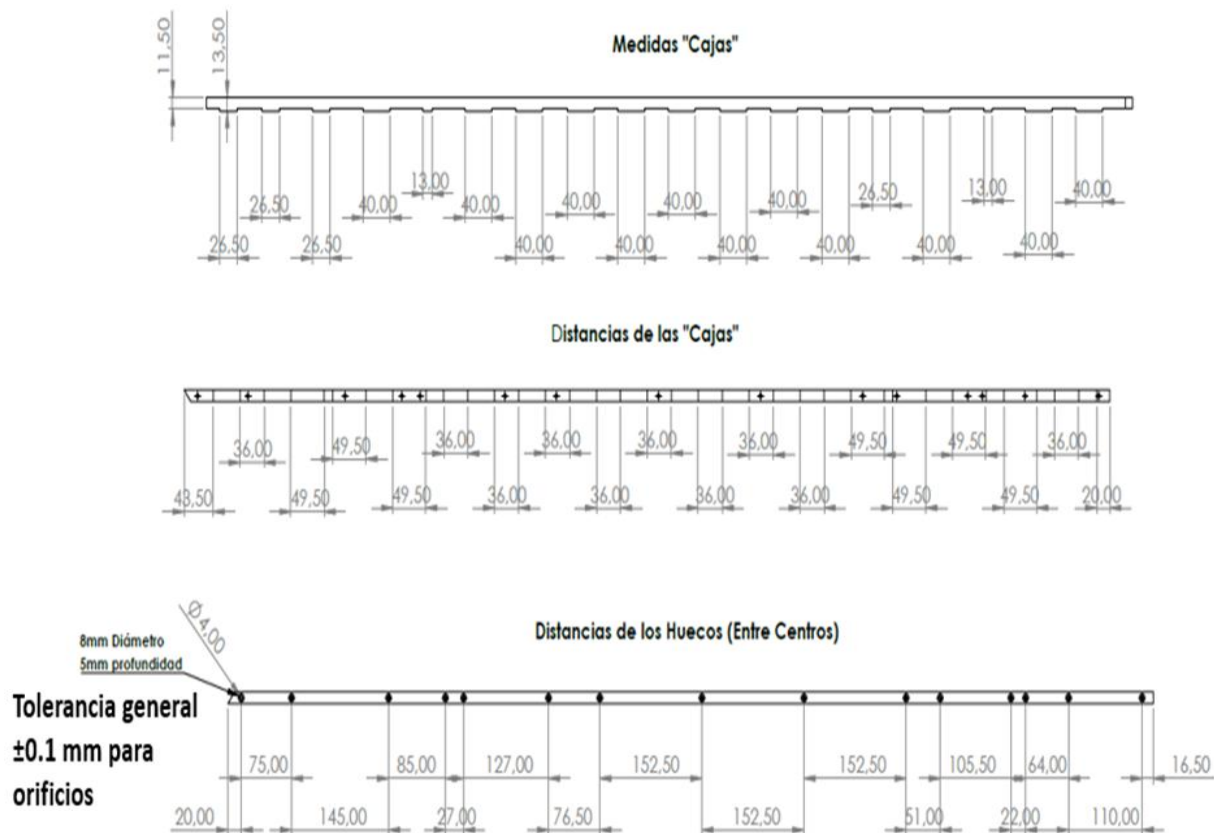
Rediseño Z303127 Eje de Giro Carrusel Optiloader SL18



Nota. Rediseño realizado por el grupo de trabajo 203418853_6. Z303127 Eje de giro carrusel Optiloader SL18. *Fuente.* Autor

Figura 23

Rediseño Guía del Cerrador Staalkat 600



Nota. Rediseño Guía del cerrador Staalkat 600. Rediseño realizado por el grupo de trabajo

203418853_6. Fuente. Autor

Diseño de OKR

Definición y Características de un Objetivo (O)

Un Objetivo (O) es una meta clara y específica que se busca alcanzar dentro de un plazo determinado. Los objetivos deben ser ambiciosos pero alcanzables y están orientados a generar un impacto significativo en un área o proceso determinado. Son el propósito principal de un proyecto, iniciativa o estrategia, y sirven como guía para la toma de decisiones y la asignación de recursos.

Características

Específico: El objetivo debe ser claro y centrado en un área particular, sin ambigüedades.

Medible: Aunque el objetivo en sí mismo no es un indicador numérico, debe permitir la evaluación de su progreso mediante resultados clave que sí sean cuantificables.

Alcanzable: Un objetivo debe ser realista, basado en los recursos disponibles y las capacidades del equipo o la organización.

Relevante: Debe tener un impacto positivo y significativo en el área o proceso de interés, contribuyendo a los resultados globales de la organización o proyecto.

Tiempo determinado: Un objetivo debe tener un plazo específico para su cumplimiento, lo que ayuda a enfocar esfuerzos y priorizar actividades

Definición y Características de un Resultado Clave (KR)

Es un indicador específico y medible que ayuda a medir el progreso hacia el cumplimiento de un objetivo. Los resultados clave deben ser tangibles y cuantificables, permitiendo verificar si el objetivo se está alcanzando. Cada objetivo puede tener múltiples resultados clave que detallan los pasos necesarios para alcanzarlo.

Características

Cuantificable: Los KR deben ser medibles a través de métricas claras (por ejemplo, porcentajes, cantidades, tiempos, etc.), lo que facilita el seguimiento y la evaluación de avances.

Verificable: Los resultados clave deben poder ser comprobados objetivamente, utilizando datos y hechos que validen si se han alcanzado o no.

Específico: Cada KR debe estar directamente relacionado con el objetivo que se quiere alcanzar y debe enfocar esfuerzos en áreas específicas de la meta.

Realista: Aunque los KR deben ser ambiciosos, deben estar dentro de las capacidades y recursos disponibles para ser alcanzados.

Orientado a resultados: Los KR están enfocados en el impacto tangible, y no en la ejecución de actividades o tareas, lo que permite medir el éxito del objetivo a través de resultados concretos. El número de Objetivos a diseñar estará dado por el número de estudiantes del grupo colaborativo que se encuentran participando de la actividad, pero no puede ser inferior a 2. En caso de que estén trabajando 3 estudiantes, se deben entregar 3 objetivos donde al menos 1 sea cualitativo y al menos 1 sea cuantitativo. En caso de que en un equipo colaborativo se encuentre solo un estudiante, este deberá presentar mínimo 2 objetivos para cumplir con la condición anterior.

Una vez comprendido el propósito de los OKR y las características que definen tanto los objetivos como sus resultados clave, el equipo de trabajo aplicó esta metodología al proyecto titulado “Sustitución tecnológica de repuestos importados en equipos de clasificación de huevo”. Esta herramienta les permitió alinear sus metas individuales con los propósitos generales del proyecto, abordando tanto aspectos estratégicos como operativos.

Durante el proceso, cada integrante definió metas claras, algunas orientadas a mejorar la capacidad productiva y reducir costos, y otras centradas en posicionar soluciones locales como alternativas viables frente a los repuestos importados. Estos objetivos fueron acompañados de resultados clave medibles y verificables, lo que facilita su seguimiento y la evaluación del impacto en el corto y mediano plazo.

La formulación de los OKR también responde a una necesidad práctica: traducir los avances del proyecto en logros observables, que permitan tomar decisiones informadas y orientar los esfuerzos hacia metas comunes. Este enfoque colaborativo asegura que cada contribución tenga un propósito concreto dentro de la estrategia global.

A continuación, se presenta la tabla con los Objetivos y Resultados Clave (OKR) diseñados por el grupo colaborativo, en el marco del proyecto:

Tabla 5

Diseño OKR – Proyecto Sustitución Tecnológica de Repuestos Importados en Equipos de Clasificación de Huevo

Nº	Tipo de Objetivo	Objetivo	Resultados Clave (KR)
1	Cuantitativo	Incrementar la capacidad productiva de FELMAQ S.A.S., duplicando la producción mensual de repuestos de 5 a 10 unidades.	KR1.1 Fabricar al menos 10 unidades mensuales de repuestos antes de diciembre de 2025. KR1.2 Diseñar y producir 2 nuevos repuestos especializados antes de octubre de 2025. KR1.3 Reducir los tiempos promedio de entrega en un 30% para noviembre de 2025. KR1.4 Disminuir los costos de producción en un 20% en comparación con los repuestos importados.

N°	Tipo de Objetivo	Objetivo	Resultados Clave (KR)
2	Cualitativo	Posicionar los repuestos FELMAQ S.A.S. como una opción confiable y personalizada en el mercado local.	KR2.1 Alcanzar una satisfacción del 80% en encuestas a clientes piloto. KR2.2 Diseñar 3 piezas personalizadas para clientes estratégicos antes de septiembre de 2025. KR2.3 Documentar en CAD el 100% de las piezas diseñadas con planos, materiales y especificaciones. KR2.4 Publicar 2 testimonios de clientes satisfechos en medios digitales antes de diciembre de 2025.
3	Estratégico	Mejorar la competitividad del sector avícola mediante la fabricación local de repuestos industriales, reduciendo la dependencia de importaciones.	KR3.1 Aumentar la producción local de repuestos en un 30% en los primeros 12 meses. KR3.2 Alcanzar que el 50% de los repuestos utilizados en operación sean de fabricación local. KR3.3 Reducir los costos operativos en un 20% con relación a repuestos importados. KR3.4 Reducir en un 15% los tiempos de entrega mediante abastecimiento local.

Nota. La tabla presenta los objetivos y resultados clave (KR) del proyecto de optimización para sustituir repuestos importados por repuestos de fabricación nacional en FELMAQ S.A.S. *Fuente.*

Autor

Conclusiones

En conclusión, el análisis realizado permitió evidenciar la sustitución tecnológica de repuestos importados en equipos de clasificación de huevo por parte de FELMAQ S.A.S representa un avance significativo hacia la soberanía tecnológica y el fortalecimiento del sector avícola en Colombia. Esta iniciativa no solo reduce la dependencia de insumos extranjeros y los costos asociados a la importación, sino que también impulsa la innovación nacional al adaptar y desarrollar soluciones acordes a las condiciones y necesidades locales.

Asimismo, se mejora la disponibilidad y rapidez en el suministro de repuestos, lo cual incrementa la eficiencia operativa y disminuye los tiempos de inactividad de los equipos. FELMAQ S.A.S, al apostar por la ingeniería y manufactura local, contribuye a dinamizar la industria metalmecánica colombiana, generar empleo especializado y fomentar una cadena de valor más robusta y sostenible en el país.

Finalmente, se convierte en un ejemplo replicable para otros sectores productivos que enfrentan desafíos similares frente a la importación de componentes críticos.

Recomendaciones

En conclusión, el análisis realizado permitió evidenciar la complejidad del tema abordado, así como la necesidad de continuar profundizando en sus múltiples dimensiones. Los hallazgos obtenidos no solo confirman la relevancia del problema, sino que también abren nuevas líneas de reflexión que podrían ser exploradas en futuros estudios.

Asimismo, se destaca la importancia de adoptar un enfoque integral que contemple tanto los aspectos teóricos como las condiciones prácticas del contexto. Este tipo de aproximación permite una mejor comprensión de los factores que inciden en la situación actual y ofrece una base más sólida para la toma de decisiones informadas.

Finalmente, es necesario subrayar que la solución de los problemas identificados no depende exclusivamente de un solo actor, sino que requiere la colaboración entre diversos sectores: instituciones públicas, organizaciones civiles, comunidad académica y ciudadanía. Solo a través del trabajo conjunto será posible avanzar hacia un cambio real y sostenible.

Referencias Bibliográficas

- Abstrato. (2009–2021). *Global Innovation Management Institute*. Instituto GIMI.
<http://www.giminstitute.org>
- Cepeda Rosas, O. M. (2023). *El concepto de innovación [Objeto virtual de aprendizaje – OVA]*. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/55481>
- Escorsa Castells, P., & Valls Pasola, J. (2016). *Tecnología e innovación en la empresa* (pp. 15–54). Universitat Politècnica de Catalunya.
<https://elibronet.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/61428>
- Kantis, H., Menéndez, C., Álvarez-Martínez, P., & Federico, J. (2023). Colaboración entre grandes empresas y startups: Una nueva forma de innovación abierta. *TEC Empresarial*, 17(1), 70–93. <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/linkprocessor/plink?id=640358db-5fa3-34b6-b718-379251e9ce54>
- Lens.org. (2025). *Explore el conocimiento científico y tecnológico global*. <https://www.lens.org/>
- Márquez Velázquez, L. C. (2024). Inteligencia de negocios para el mejoramiento de la vigilancia. *Desarrollo Gerencial*, 10.
- OECD. (2018). Manual de Frascati 2015: *Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental*. OECD Publishing / FEYCT. <https://doi.org/10.1787/9789264310681-es>
- Triana Ortiz, K. N. (2024). *La exploración de información en la vigilancia tecnológica [Objeto virtual de información – OVI]*. Repositorio Institucional UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65610>

UNAD. (2024). *UNAD emprende y expande: Innovando con la VIEM* [Pódcast No. 158, episodio 1]. Radio UNAD Virtual. <https://ruv.unad.edu.co/ruvwp/podcast/podcast-no-158-episodio-1-podcast-creado-por-la-viem-unad-emprende-y-expande-innovando-con-la-viem/>