

Propuesta de mejora del sistema de información en una empresa metalmecánica de la ciudad de Balcarce

Gioitta, José Ignacio
Rouco, Mayra Florencia

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, mayo 2025



RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Repositorio Institucional RINFI, Facultad de Ingeniería, UNMDP

En calidad de TITULARES de los derechos de autor de la obra que se detalla a continuación, y sin infringir según mi conocimiento derechos de terceros, por la presente informo a la Facultad de Ingeniería de la UNMDP mi decisión de concederle en forma gratuita, no exclusiva y por tiempo ilimitado la autorización para:

- Publicar el texto del trabajo más abajo indicado, exclusivamente en medio digital, en el sitio web de la Facultad y/o Universidad, por Internet, a título de divulgación gratuita de la producción científica generada por la Facultad, a partir de la fecha especificada.
- Permitir a la Biblioteca que, sin producir cambios en el contenido, establezca los formatos de publicación en la web para su más adecuada visualización y la realización de copias digitales y migraciones de formato necesarias para la seguridad, resguardo y preservación a largo plazo de la presente obra:

Autor 1: Gioitta, José Ignacio Documento: 42088057 Teléfono: 2266440787 E-mail: joseignaciogioitta@gmail.com	 Firma 1
Autor 2: Rouco, Mayra Florencia Documento: 42882411 Teléfono: 2235230673 E-mail: maayrouco@gmail.com	 Firma 2
Director/a: Tabone, Luciana Belén Documento: 32432934 Leg. 16122	 Firma Director/a
Codirector/a: Ispizúa, Jeremías Documento: 35043392 Leg. 21349	 Firma Codirector/a

2. Título obtenido: Ingenieros Industriales

3. Identificación/Título de la Obra: Propuesta de mejora del sistema de información en una empresa metalmecánica de la ciudad de Balcarce



4. AUTORIZO la publicación bajo con la licencia Creative Commons BY-NC-ND Atribución-NoComercial-Sin Obra Derivada.

5. **Nota de Embargo:** Para aquellas obras que NO pueden ser de acceso a texto completo por razones de acuerdos previos con empresas o instituciones; por razones de índole comercial u otras razones; se procederá según lo establecido en Art. 6 de la Ley 26899 de Repositorios digitales institucionales de acceso abierto:

ARTICULO 6° — En caso que las producciones científico-tecnológicas y los datos primarios estuvieran protegidos por derechos de propiedad industrial y/o acuerdos previos con terceros, los autores deberán proporcionar y autorizar el acceso público a los metadatos de dichas obras intelectuales y/o datos primarios, comprometiéndose a proporcionar acceso a los documentos y datos primarios completos a partir del vencimiento del plazo de protección de los derechos de propiedad industrial o de la extinción de los acuerdos previos antes referidos.

Asimismo, podrá excluirse la difusión de aquellos datos primarios o resultados preliminares y/o definitivos de una investigación no publicada ni patentada que deban mantenerse en confidencialidad, requiriéndose a tal fin la debida justificación institucional de los motivos que impidan su difusión. Será potestad de la institución responsable en acuerdo con el investigador o equipo de investigación, establecer la pertinencia del momento en que dicha información deberá darse a conocer. A los efectos de la presente ley se entenderá como “metadato” a toda aquella información descriptiva sobre el contexto, calidad, condición o características de un recurso, dato u objeto, que tiene la finalidad de facilitar su búsqueda, recuperación, autenticación, evaluación, preservación y/o interoperabilidad.

En razón de lo expuesto, si el Trabajo se encuentra comprendido en el caso de que su producción esté protegida por derechos de Propiedad Industrial y/o acuerdos previos con terceros que implique la confidencialidad de los mismos, el/la directora/a debe indicar a continuación motivos y fecha de finalización del embargo:

NO SE AUTORIZA la publicación antes de la fecha 01/08/2026 por los siguientes motivos:

Solicitamos la reserva de la publicación del trabajo final por el plazo de un año, dado que será presentado en un evento científico y posteriormente postulado para su publicación en una revista académica.

Cumplido el plazo del embargo, estará accesible a texto completo según contempla la normativa vigente.

Director/a del TF

Propuesta de mejora del sistema de información en una empresa metalmecánica de la ciudad de Balcarce

Gioitta, José Ignacio
Rouco, Mayra Florencia

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, mayo 2025

Propuesta de mejora del sistema de información en una empresa metalmecánica de la ciudad de Balcarce

Autores: Gioitta, José Ignacio
Rouco, Mayra Florencia

Directora: Tabone, Luciana
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP

Codirector: Ispizua, Jeremías
Departamento de Ingeniería Industrial,
Facultad de Ingeniería, UNMDP

Evaluable: Morcela, Antonio
Departamento de Ingeniería Industrial,
Facultad de Ingeniería, UNMDP

Palermo, Nicolás
Departamento de Ingeniería Industrial,
Facultad de Ingeniería, UNMDP

Índice

Índice.....	III
Índice de tablas.....	V
Índice de figuras	V
Resumen	VI
Palabras claves	VI
Abstract	VII
Keywords.....	VII
1. Introducción	1
1.1. La industria de la metalmecánica	1
1.2. Descripción de la empresa	2
1.2.1. Estructura organizativa	2
1.2.2. Productos que comercializa	5
1.2.3. Proceso productivo	6
1.2.4. Contexto de la organización.....	6
1.3. Problemática	7
1.4. Objetivos del trabajo.....	8
2. Marco teórico	9
2.1. Industria 4.0 y herramientas tecnológicas.....	9
2.1.1. Inteligencia de negocios	10
2.1.2. Programación <i>low-code</i>	10
2.1.3. Digitalización y beneficios en la industria	11
2.2. Sistemas de Información	12
2.2.1. Prototipos	13
2.3. Relevamiento de los procesos.....	15
2.3.1. Mapa de Procesos	15
2.3.2. Diagrama de Flujo	15
2.4. Investigación Operativa Soft.....	16
2.5. Decisión Multicriterio Discreta (DMD)	18
2.6. Fuentes de información	21
2.7. Técnicas de recolección de información	21
3. Metodología.....	22
4. Desarrollo	23
4.1. Mapa de Procesos.....	23
4.2. Diagramas de Flujo	24
4.3. Análisis de la gestión actual de la información.....	29
4.3.1. Recolección y análisis de datos	29
4.3.2. Relevamiento de las herramientas utilizadas en cada área	29
4.3.3. Estructuración del problema	30
4.3.4. Determinación de oportunidades de mejora.....	35
4.4. Propuestas de mejora	41
4.4.1. Evaluación de alternativas para la digitalización de los procesos	41
4.4.2. Desarrollo del prototipo de la aplicación <i>low-code</i>	47
4.4.3. Desarrollo del prototipo del tablero de <i>Power BI</i>	48

4.4.4.	Política de gestión de la información.....	50
4.4.5.	Lineamientos para desarrollar un procedimiento.....	51
4.5.	Lineamientos para la implementación de las mejoras.....	53
5.	Conclusiones	56
6.	Bibliografía.....	57
7.	Anexos	59

Índice de tablas

Tabla 1: Pasos para la estructuración del problema.....	17
Tabla 2: Escala de Saaty	19
Tabla 3: Índice de consistencia aleatorio	20
Tabla 4: Herramientas utilizadas en cada área	30
Tabla 5: Matriz de debilidades - origen - impacto	31
Tabla 6: Acciones propuestas.....	36
Tabla 7: Definiciones raíces.....	37
Tabla 8: Definiciones raíces.....	38
Tabla 9: Comparación de modelos	40
Tabla 10: Principales plataformas de desarrollo.....	45
Tabla 11: Vector de prioridades de los criterios	46
Tabla 12: Prioridad global de las alternativas.....	46

Índice de figuras

Figura 1: Organigrama.....	2
Figura 2: Interacción entorno - organización	13
Figura 3: Proceso de creación de prototipos	14
Figura 4: Símbolos básicos estandarizados de un diagrama de flujo	16
Figura 5: Pasos para la estructuración del problema	18
Figura 6: Mapa de procesos	23
Figura 7: Diagrama de flujo de la producción de un equipo.....	25
Figura 8: Diagrama de flujo del servicio de mantenimiento post venta	27
Figura 9: Gráfico enriquecido	34
Figura 10: Mapa conceptual para el desarrollo de aplicaciones low-code y tablero de <i>Power BI</i>	39
Figura 11: Mapa conceptual para el desarrollo de la Política de Gestión de la Información.....	39
Figura 12: Mapa conceptual para el desarrollo del Procedimiento del Servicio de Mantenimiento	40
Figura 13: Principales plataformas de desarrollo low-code	41
Figura 14: Jerarquía para la selección de plataforma de desarrollo	42
Figura 15: Tablero de <i>Power BI</i>	49
Figura 16: Tablero de <i>Power BI</i> filtrado por operador.....	50

Resumen

El presente trabajo consistió en un estudio de caso realizado en la empresa metalmecánica Procemaq Balcarce SRL, donde, a partir de un primer acercamiento, se identificaron limitaciones en su sistema de información, convirtiéndose en el principal obstáculo para una gestión documental ágil y una toma de decisiones eficiente. Esta problemática evidenció la necesidad de avanzar hacia un proceso de transformación digital orientado a mejorar la gestión interna y fortalecer la competitividad de la empresa en el marco de la Industria 4.0.

En este contexto, el objetivo principal fue analizar el sistema de información de la empresa y proponer mejoras mediante la incorporación de aplicaciones *low-code*. Por ello, en una primera etapa se aplicó la metodología de Investigación Operativa Soft, que permitió estructurar el problema desde una perspectiva sistémica, integrando distintos puntos de vista y facilitando la comprensión de las relaciones entre procesos, actores e información. Como parte del diagnóstico, se utilizaron herramientas como diagramas de flujo y mapas de procesos. A partir de este análisis, se identificaron oportunidades de mejora en la documentación, el procesamiento y la comunicación de la información. En una segunda etapa, se propuso el desarrollo de aplicaciones *low-code* para digitalizar el registro y organización de los datos. Para la selección de la plataforma más adecuada, se aplicó el Proceso Analítico Jerárquico, lo que permitió organizar y evaluar el proceso considerando múltiples criterios y alternativas de decisión. Asimismo, se desarrolló un tablero en *Power BI* para transformar los datos operativos en información útil para la toma de decisiones.

Finalmente, se elaboró una política de gestión de la información para resaltar su valor estratégico, procedimiento y se definieron lineamientos para la implementación de las mejoras propuestas, incluyendo los recursos necesarios, estrategias de capacitación y comunicación, y un conjunto de indicadores para evaluar tanto el impacto como la adopción de las herramientas digitales.

Se concluye que este trabajo sienta las bases para una transformación digital progresiva, orientada a fortalecer la gestión interna y respaldar la toma de decisiones basada en datos confiables, generando un entorno favorable para la adopción de un enfoque de Inteligencia de Negocios.

Palabras claves

Transformación digital, Sistema de información, Investigación Operativa Soft, Proceso Analítico Jerárquico, Aplicaciones *low-code*.

Abstract

This work consisted of a case study done at the metal-mechanical company Procemaq Balcarce SRL, where, from an initial approach, limitations were identified in its information system. These limitations became the main obstacle to agile document management and efficient decision-making. This issue highlighted the need to move toward a digital transformation process aimed at improving internal management and strengthening the company's competitiveness within the framework of Industry 4.0.

In this context, the main objective was to analyze the company's information system and propose improvements through the incorporation of low-code applications. Therefore, in the first stage, the Soft Operational Research methodology was applied, which allowed the problem to be structured from a systemic perspective, integrating different viewpoints and facilitating the understanding of relationships between processes, stakeholders, and information. As part of the diagnosis, tools such as flowcharts and process maps were used. Based on this analysis, improvement opportunities were identified in the documentation, processing, and communication of information.

In the second stage, the development of low-code applications was proposed to digitize the recording and organization of data. To select the most suitable platform, the Analytic Hierarchy Process (AHP) was applied, which made it possible to structure and evaluate the process considering multiple criteria and decision alternatives. Additionally, a *Power BI* dashboard was developed to transform operational data into useful information for decision-making.

Finally, an information management policy was developed to highlight its strategic and procedural value, and guidelines were defined for the implementation of the proposed improvements, including the necessary resources, training and communication strategies, and a set of indicators to evaluate both the impact and adoption of the digital tools.

It is concluded that this work lays the foundation for a progressive digital transformation aimed at strengthening internal management and supporting data-driven decision-making, creating a favorable environment for the adoption of a Business Intelligence approach.

Keywords

Digital transformation, Information systems, Soft Operational Research, Analytic Hierarchy Process, low-code applications.

1. Introducción

1.1. La industria de la metalmecánica

Según un informe redactado por la Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina (ADIMRA, 2019), la Industria Metalmecánica comprende un diverso conjunto de actividades manufactureras que, en mayor o menor medida, utilizan entre sus insumos principales productos de la siderurgia y/o sus derivados, aplicándoles a los mismos algún tipo de transformación, ensamble o reparación.

La Industria Metalmecánica constituye un eslabón fundamental en el entramado productivo de una nación. No sólo por su contenido tecnológico y valor agregado, sino también por su articulación con distintos sectores industriales. Prácticamente todos los países con un desarrollo industrial avanzado cuentan con sectores metalmecánicos consolidados. Provee de maquinarias e insumos claves a la mayoría de actividades económicas para su reproducción, entre ellas, la industria manufacturera, la construcción, el complejo automotriz, la minería y la agricultura, entre otros. Adicionalmente, tracciona la producción de otras industrias, tanto aquellas que son mano de obra intensivas como aquellas que no lo son, como la industria siderúrgica. Por otro lado, genera la necesidad de integrar las cadenas de valor, dando lugar a la difusión del conocimiento conjuntamente con universidades e institutos públicos, dando lugar a que se den importantes espacios de integración nacional, tanto a nivel de la producción como del sistema de innovación nacional.

De esta manera, el sector gravita en forma determinante sobre el proceso de reproducción material de la economía: la inversión y el conocimiento. En consecuencia, su desempeño no sólo define las trayectorias de crecimiento sino también su sustentabilidad en el largo plazo, constituyendo un sector estratégico para el desarrollo.

La empresa del estudio en cuestión, se encuentra ubicada en la rama de la Industria Metalmecánica de "Producción de Máquinas y Equipos", especialmente en la fabricación de "Máquinas e Implementos Agrícolas". A nivel país, este sector reúne más de 650 empresas, entre las cuales se puede encontrar diversas empresas de capital nacional y multinacional. Si bien en su mayoría se trata de pequeñas empresas también conviven con medianas y grandes empresas, cuya facturación anual supera los 100 millones de pesos. Considerando únicamente la producción de maquinaria agrícola el personal ocupado alcanza las 20.000 personas y, si se adicionan los fabricantes de implementos y partes de maquinaria agrícola se duplica dicha cantidad (ADIMRA, 2019).

1.2. Descripción de la empresa

El presente trabajo se realizará bajo la modalidad de “Proyecto y ejecución de un diseño en Ingeniería”, tomando como referencia la empresa Procemaq Balcarce SRL.

Procemaq Balcarce SRL es una empresa dedicada a la fabricación de maquinaria e implementos agrícolas. Inició sus actividades como una empresa familiar en 1966 y se constituyó como una Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL) en 2005. Su sede central se encuentra ubicada en la Avenida José de San Martín y Calle 115 de la ciudad de Balcarce, en la Provincia de Buenos Aires. Dentro de sus instalaciones, la empresa dispone de tres talleres de producción independientes y un amplio galpón destinado al resguardo de materia prima.

1.2.1. Estructura organizativa

A continuación, en la Figura 1 se presenta el organigrama de la empresa con el objetivo de visibilizar las áreas funcionales, los niveles jerárquicos y las relaciones de autoridad y responsabilidad. En este esquema se incluyen tanto los roles internos como los asesores externos, quienes están conectados al gerente mediante una línea discontinua.

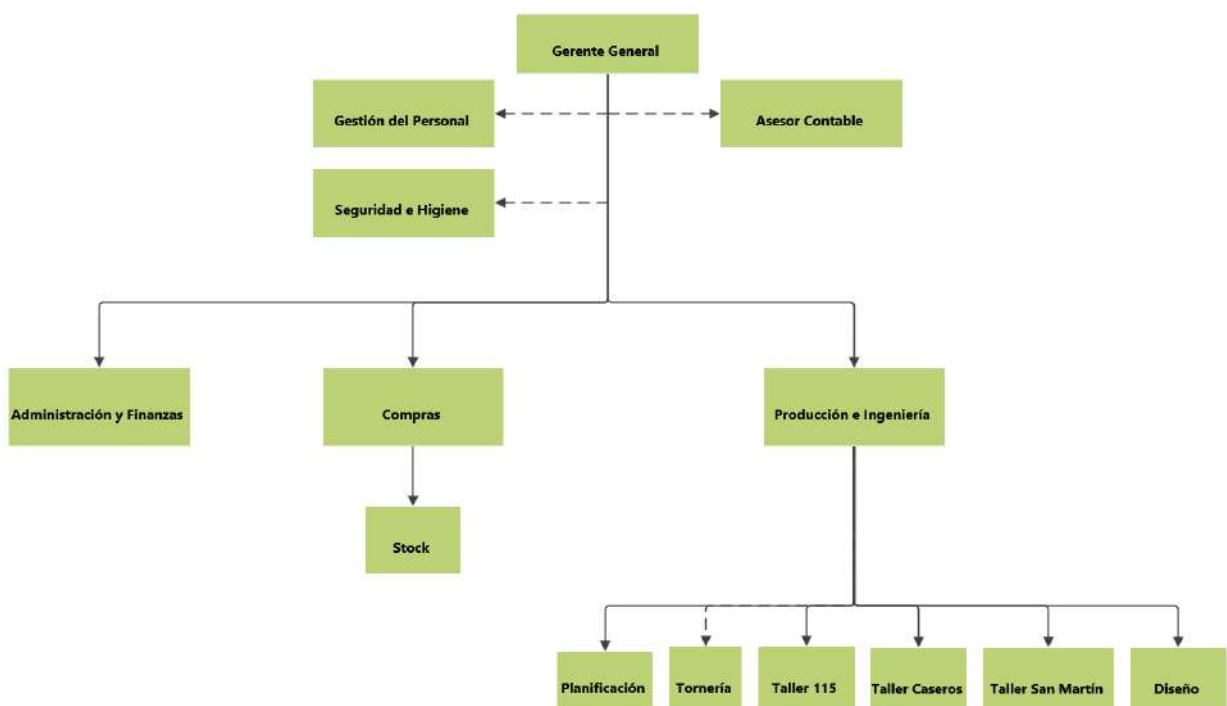


Figura 1: Organigrama

Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa

Posteriormente, para una mejor comprensión de la distribución de funciones, se enuncian las actividades generales que se desarrollan en cada área/departamento.

1. Gerencia General

Supervisar de manera general todas las áreas de la empresa, tomar decisiones estratégicas y liderar la coordinación entre departamentos. Además, el gerente es quien establece el contacto con los interesados en la compra y servicio post venta de los equipos, gestiona las negociaciones y concreta las ventas.

2. Administración y Finanzas

- Contribuir en el manejo de la contabilidad, crear presupuestos y, negociar y gestionar compras con proveedores (establecer términos de pago y condiciones de entrega).
- Coordinar con el asesor contable para asegurar el cumplimiento de los términos de pago.
- Alinear junto con el departamento de planificación el presupuesto de compras con los planes financieros y operativos de la empresa.
- Acordar con los clientes la forma y el plazo de pago de los equipos y servicios.
- Emitir las facturas, asegurando que se generen y envíen correctamente a los clientes.
- Gestionar las interacciones con las instituciones bancarias, incluyendo la conciliación de cuentas y la supervisión de transacciones financieras.

3. Producción e ingeniería

Responsable del diseño y fabricación de los productos. El gerente debe supervisar, coordinar y asistir las operaciones diarias en los diferentes talleres y las oficinas de diseño. Además, supervisar la planificación de las actividades e implementar mejoras en los procesos de producción y diseño.

3.1. Planificación

- Planificar y coordinar las actividades de producción en conjunto con el gerente de producción e ingeniería, con el objetivo de asegurar la eficiencia y efectividad del proceso productivo.
- Crear planes de producción a corto y largo plazo, incluyendo programación de tareas y asignación de recursos.
- Determinar la secuencia y el calendario de producción para cumplir con los plazos de entrega.
- Identificar y resolver puntos de mejora para aumentar la eficiencia de los procesos de producción.

3.2. Jefes de taller

Las responsabilidades compartidas por los tres jefes incluyen la organización y gestión de los distintos trabajos y proyectos del taller. También son responsables de planificar las tareas necesarias para cumplir con las órdenes de reparación, mantenimiento y producción. Además, deben coordinar al equipo de técnicos bajo su supervisión,

asignando tareas de manera clara y precisa. La empresa cuenta con tres talleres distribuidos geográficamente en los alrededores de la ciudad de Balcarce.

A continuación, se detallan las responsabilidades específicas de cada uno:

3.2.1.1. Taller Caseros

Este taller se ocupa por un lado, del servicio de mantenimiento post venta y por el otro, del ensamble de cintas transportadoras y diversos módulos. Cuenta con una dotación de cinco operadores multipropósito, de los cuales tres son ayudantes y dos oficiales. Se define a operadores oficiales a aquellos que la experiencia y el conocimiento les permite realizar la totalidad de las operaciones del área.

3.2.1.2. Taller 115

Esta área productiva se encarga de la fabricación y ensamblaje de equipos, así como de la producción de componentes que serán utilizados en otros talleres. Dispone de una estantería con materiales como caños, planchuelas y trefilados, esenciales para la fabricación de piezas componentes. Debido a su amplio espacio, en este taller se fabrican y ensamblan las estructuras de mayor envergadura. Cuenta con una dotación de cinco operadores multipropósito, de los cuales tres son ayudantes y dos oficiales.

3.2.1.3. Taller San Martín

El Taller San Martín es el área donde se realizan el corte láser y el plegado de chapas, que luego se utilizan en los demás talleres para la fabricación y ensamblaje de equipos y, además dispone de un espacio destinado al montaje y ensamblaje. Las tareas se reparten entre el operador del equipo de corte láser, el operador de plegado y dos operarios oficiales multipropósito, uno de los cuales desempeña el rol de jefe de taller.

3.2.1.4. Diseño

El área de diseño es la encargada de traducir el pedido de los clientes en un modelo 3D real que luego se utiliza como base para comenzar el proceso de producción. Este modelo es fundamental para obtener la lista de materiales (BOM, por su sigla en inglés "*Bill Of Materials*"), la lista de corte de materiales para tornería y la lista de piezas para corte y plegado, que son utilizadas posteriormente. También es responsabilidad del área confeccionar las carpetas de armado que guían a los operarios de producción para llevar a cabo cada proyecto.

3.2.1.5. Tornería

La tornería es un proceso tercerizado donde el tornero, en función de la demanda, tiene dedicación exclusiva para la empresa. El tornero recibe los materiales que fueron cortados en el Taller 115, en conjunto con los planos desarrollados por el área de diseño y luego, los mecaniza para obtener piezas como ejes, bujes, engranajes y otros componentes a medida.

4. Compras

Colaborar con el departamento de Administración y Finanzas para gestionar órdenes de compra y negociar condiciones de suministro. Trabajar con el departamento de planificación para alinear el inventario con los planes de producción.

4.1. Stock

- Monitorear y mantener niveles óptimos de inventario de materias primas, componentes y productos terminados.
- Realizar auditorías periódicas para verificar la precisión de los registros de inventario y detectar discrepancias.
- Supervisar el almacenamiento físico de los inventarios para asegurar el uso eficiente del espacio y el mantenimiento adecuado de los productos.

5. Áreas de staff

5.1. Gestión del personal

Enfocados en la administración del personal, este asesor es responsable de diseñar e implementar políticas de recursos humanos; brindar asesoramiento en selección y contratación de personal; y gestionar el pago de sueldos. Además, a través de reuniones con el personal, se busca resolver los conflictos laborales y mejorar el clima organizacional.

5.2. Asesor contable

Este asesor es el encargado de brindar apoyo en la gestión financiera y contable de la empresa, y en presentaciones ante organismos fiscales. Algunas de sus responsabilidades son llevar registros contables y asegurarse de que cumpla con las normativas fiscales y legales, como así también preparar balances, estados de resultados y otras presentaciones contables.

5.3. Seguridad e Higiene

La empresa cuenta con servicio tercerizado de seguridad e higiene para la identificación de riesgos, cumplimiento normativo, elaboración de planes de seguridad, capacitación del personal y control de condiciones ambientales. Además, investiga incidentes, gestiona documentación y realiza inspecciones periódicas para garantizar un ambiente laboral seguro y cumplir con la legislación vigente.

1.2.2. Productos que comercializa

Entre los principales productos que Procemaq fabrica, se encuentran las líneas de acondicionamiento y almacenamiento de hortalizas pesadas, así como también, equipos individuales tales como:

- Recibidores a granel
- Cintas transportadoras
- Cilindros de lavado sumergido
- Cortadora de papa semilla
- Mesas de inspección
- Módulos de cepillado y limpieza
- Módulos de clasificación
- Módulos de secado
- Módulos de tratamiento de papa

1.2.3. Proceso productivo

La estrategia de producción es por proyectos ya que se realiza todo el proceso de producción en base a los pedidos, trabajando cada proyecto de manera individual de acuerdo a las necesidades de cada cliente. Si bien se fabrican módulos que están previamente diseñados, en cada proyecto la empresa puede ofrecer el rediseño de acuerdo a las necesidades, así como también, la adaptación del diseño ya existente teniendo en cuenta las zonas, estructuras y capacidades para las cuales van a ser utilizadas las máquinas.

Se aprecia una clara estrategia de flujo flexible dada la alta complejidad, divergencia y participación del cliente. Se utilizan máquinas y equipos de propósito general con una disposición de estaciones de trabajo móviles y operarios multipropósito. Sin embargo, en algunas etapas tales como corte, plegado y ensamble se puede presentar cierta linealidad.

1.2.4. Contexto de la organización

- **Mercado y competencia**

Procemaq opera en un sector altamente competitivo dentro de la industria metalmecánica y agrícola en Argentina. La empresa se enfoca en proporcionar soluciones tecnológicas avanzadas y un servicio post venta inmediato, lo que le permite destacarse en el mercado. La pertenencia a la Cámara Argentina de Fabricantes de Maquinaria Agrícola (CAFMA) le otorga visibilidad y reconocimiento en el sector.

- **Clientes**

Los principales clientes de Procemaq son productores agrícolas en toda Argentina, quienes requieren maquinaria eficiente para el procesamiento de sus cultivos. Sus productos de calidad le permitieron establecer relaciones sólidas con sus clientes. Procemaq recibió el Sello de Buen Diseño Argentino en los años 2018, 2019 y 2021, por su Línea de Acondicionamiento, el Cilindro de Lavado Sumergido y el Clasificador de Rodillos Basculantes, reconocimiento que otorga el Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación a los productos de la industria nacional que se destacan por su innovación y calidad de diseño. Además, brinda asesoramiento y asistencia técnica continua.

1.3. Problemática

La gestión eficiente de la información constituye un pilar estratégico para las organizaciones en la actualidad. Según Laudon y Laudon (2012), los sistemas de información permiten a las empresas coordinar, analizar y utilizar datos de manera más efectiva, lo que impacta directamente en su competitividad y toma de decisiones. En contextos donde la velocidad de respuesta y la eficiencia operativa son factores clave, la ausencia de un sistema de información adecuado puede convertirse en una fuente de ineficiencias y pérdida de oportunidades.

En el marco de la Industria 4.0, las empresas se enfrentan al desafío de integrar herramientas digitales que les permitan gestionar grandes volúmenes de información en tiempo real. Según Murillo (2006), las potencialidades derivadas de la disponibilidad de información en tiempo real son grandes, pero sus impactos requieren un gran esfuerzo de adecuación organizativa y de actualización en las técnicas de gestión.

La evolución hacia estos modelos más integrados y dinámicos ha sido impulsada por el desarrollo de la tecnología de la información, que ha transformado tanto las estructuras organizacionales como los procesos de gestión empresarial. En este sentido, los sistemas de información no sólo permiten automatizar tareas operativas, sino también facilitar el acceso a información crítica y respaldar la toma de decisiones en todos los niveles de la organización (Vega Briceño, 2005).

En un acercamiento a la empresa, se detectó una necesidad latente en mejorar su sistema de información. Actualmente, la organización carece de un sistema sólido que permita documentar la información de manera ágil, lo que ralentiza la toma de decisiones y la capacidad de respuesta, además de generar duplicaciones en las tareas de registro de información. Esta situación refleja los desafíos que enfrentan las empresas en la era de la Industria 4.0 y subraya la importancia de desarrollar soluciones tecnológicas que optimicen la gestión de la información y fortalezcan la competitividad empresarial.

1.4. Objetivos del trabajo

En el presente trabajo se busca realizar un diagnóstico general del flujo de información actual entre los distintos departamentos de la organización, con el fin de identificar los sectores donde el impacto de las deficiencias es significativo. A partir de este análisis, se pretende evaluar alternativas tecnológicas que permitan proponer mejoras concretas para abordar las problemáticas detectadas.

Por lo tanto, se definió como objetivo general: “analizar el sistema de información en una empresa metalmecánica a través de la metodología de Investigación Operativa Soft, y proponer una mejora mediante la incorporación de herramientas tecnológicas”. A su vez, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la gestión actual de la información de los procesos.
- Describir la utilización y el intercambio de la información entre los distintos niveles y actores de la empresa.
- Proponer mejoras en función del análisis realizado.
- Comparar diferentes alternativas de herramientas tecnológicas de la industria 4.0 y seleccionar la más adecuada.

2. Marco teórico

2.1. Industria 4.0 y herramientas tecnológicas

La Industria 4.0 combina el mundo real de la producción con el mundo virtual de tecnología de la información y la comunicación; por lo tanto, los procesos industriales tradicionales son complementados y optimizados por el mundo digital. Esto crea la base para la fabricación de la serie de productos con un alto nivel de calidad y con un alto nivel de personalización (Giustozzi, et al., 2018, citado en Castillo Giraldo, et al., 2018). La adopción de Tecnologías 4.0 en los procesos, permitirá que los productos de trabajo en proceso, así como, componentes y máquinas de producción puedan recopilar y compartir datos en tiempo real.

Los pilares de la Industria 4.0 según Basco et al. (2018), son los siguientes:

1. **Sistemas de Integración:** permiten integrar las tecnologías operacionales con las tecnologías de la información y la comunicación.
2. **Máquinas y Sistemas Autónomos (Robots):** Máquinas inteligentes que automatizan tareas que antes estaban circunscritas únicamente al dominio humano.
3. **Internet de las Cosas (IoT):** permite una comunicación de forma multidireccional entre máquinas, personas y productos, facilitando la toma de decisiones en base a la información que la tecnología recoge de su entorno
4. **Manufactura Aditiva:** Permite fabricar piezas a partir de la superposición de capas de distintos materiales tomando como referencia un diseño previo, sin moldes, directamente desde un modelo virtual. Se utiliza para prototipar y para producir componentes individuales muy específicos en lotes pequeños o series cortas.
5. **Big Data:** se refiere a datos caracterizados por su volumen (gran cantidad), velocidad (a la que se generan, accede, procesan y analizan) y variedad de datos estructurados y no estructurados
6. **Computación en la Nube:** ofrece almacenamiento, acceso y uso de servicios informáticos en línea
7. **Simulación de Entornos Virtuales:** permite ajustar y representar virtualmente el funcionamiento conjunto de máquinas, procesos y personas en tiempo real antes de ser puestos en marcha, lo que ayuda a prevenir averías, ahorrar tiempo y evaluar el resultado final en un entorno controlado.
8. **Inteligencia Artificial:** es la inteligencia percibida por máquinas. Engloba el aprendizaje automático y el desarrollo de programas que puede enseñar, comprender, razonar, planear y actuar en base a los nuevos datos.

9. Ciberseguridad: es fundamental para que todas las demás tecnologías logren una adecuada penetración en esta fase de digitalización. La evolución hacia una industria inteligente y la integración creciente de los actores de las cadenas de valor a través de internet, la computación en la nube y las plataformas digitales, obliga a desarrollar mecanismos de la ciberseguridad en los entornos industriales.
10. Realidad Aumentada: permite complementar el entorno real con objetos digitales. Se trata de sistemas que combinan la simulación, el modelado y la virtualización permitiendo nuevas fórmulas para el diseño de productos y la organización de los procesos, otorgando flexibilidad y rapidez en la cadena productiva.

2.1.1. Inteligencia de negocios

Según Conesa y Curto (2010) “se entiende por Inteligencia de negocios o *Business Intelligence*, al conjunto de metodologías, aplicaciones, prácticas y capacidades enfocadas a la creación y administración de información que permite tomar mejores decisiones a los usuarios de una organización” (p. 20).

Algunos de los beneficios de implementar sistemas de Inteligencia de Negocios son:

- Los datos se transforman en información que genera un conocimiento que permite tomar mejores decisiones.
- Permitir una visión única, conformada, histórica, persistente y de calidad de toda la información.
- Crear, manejar y mantener métricas, indicadores claves de rendimiento (KPI, *Key Performance Indicator*) e indicadores claves de metas (KGI, *Key Goal Indicator*) fundamentales para la empresa.
- Mejorar la comprensión y documentación de los sistemas de información en el contexto de una organización.
- Mejorar la competitividad de la organización como resultado de ser capaces de acceder más rápido a información y tener mayor agilidad en la toma de las decisiones.

2.1.2. Programación *low-code*

La programación *low-code* es una metodología de desarrollo de software que utiliza interfaces gráficas y herramientas de configuración en lugar de codificación manual extensa, lo que permite a los usuarios diseñar, construir y desplegar aplicaciones de manera rápida y eficiente con una mínima intervención de código. Este enfoque facilita el desarrollo de aplicaciones tanto para usuarios con conocimientos técnicos como para aquellos con pocas nociones de informática, promoviendo la agilidad y la colaboración en el desarrollo de soluciones tecnológicas (Minaya Vera et al., 2022).

Las plataformas de desarrollo *low-code* ofrecen múltiples ventajas que están transformando la industria del desarrollo de software. Según Minaya Vera et al. (2022), algunas de las ventajas clave incluyen:

- Disminución de costos: al disminuir el intervalo temporal de desarrollo de un producto y los recursos destinados a él, se contraen los costos generados en su desarrollo. Esto se puede aplicar tanto si se utiliza el talento humano de la empresa u organización, como si se externaliza su desarrollo.
- Rapidez: al estar desarrollado desde el inicio gran parte o toda la programación necesaria, los desarrolladores se pueden enfocar en aspectos como la usabilidad, la configuración de la interfaz y en la experiencia del usuario.
- Facilidad de uso: permite a personas con escasos o nulos conocimientos de programación que puedan por sí mismas desarrollar aplicaciones que satisfagan una necesidad digital presente en su organización. Por lo general estas personas, que no son profesionales de la programación o el desarrollo de software, poseen otras habilidades y conocimientos operativos que les permite identificar los requerimientos tanto de los clientes como de sus propios departamentos de trabajo. Estos colaboradores son especialmente útiles cuando las demandas de soluciones digitales son abundantes en organizaciones con limitados recursos de TI.
- Disminución de la complejidad: como las aplicaciones se desarrollan a partir de recursos y funcionalidades ya diseñadas y que están disponibles para su implementación, los equipos de desarrollo pueden centrarse en la personalización y en la mejora continua de la experiencia del usuario al utilizar la aplicación.
- Integración de perfiles profesionales a labores TI dentro de las organizaciones: al aprovechar los conocimientos de los profesionales en diferentes áreas de las compañías u organizaciones, para el desarrollo de productos digitales, dichas organizaciones ganan en flexibilidad y en competitividad, pues aprovechan los conocimientos integrados de todas las áreas, pues son estos quienes conocen las necesidades del negocio.

2.1.3. Digitalización y beneficios en la industria

La transformación digital se presenta como el reto más importante para la competitividad a medio y largo plazo. El objetivo de la transformación digital en las empresas no es solo agregar tecnologías nuevas al azar, sino que se trata de sumar tecnologías de forma estratégica para aportar a los clientes finales más valor.

Almarza Franco y González (2019) indican que se comprende la digitalización de documentos como “el proceso de conversión apoyado en herramientas tecnológicas que permiten transformar formatos de soporte análogo entendidos como: papel, video, casete, cinta, película o microfilm en archivos digitales que contienen una copia fiel de la imagen codificada” (p. 17).

La transformación digital no solo abarca a la producción de bienes y/o servicios, sino a toda la cadena de valor, ya que reforma tanto los procesos de fabricación de bienes y prestación de servicios, como la gestión empresarial. De la mano de Internet, la transformación digital configura un nuevo mapa tecnológico en el que intervienen y se conectan en tiempo real todos los actores sociales (consumidores, empresas, gobiernos, organizaciones de la sociedad civil) a través de distintos dispositivos (teléfonos celulares inteligentes, computadoras, sensores) y plataformas digitales (e-commerce, e-government, redes sociales), cambiando la forma en que producimos, trabajamos y nos comunicamos. (Basco et al., 2018).

Entre los principales beneficios de la digitalización se puede identificar la eficiencia operativa, ya que la automatización y optimización de procesos contribuyen a la reducción de costos y mejoran la eficiencia. Además, se favorece la accesibilidad y capacidad de seguimiento de la información en tiempo real que trae como resultado el fortalecimiento y agilidad en la toma de decisiones. También existen beneficios que van más allá de los resultados económicos como por ejemplo, reforzar la cohesión social, el bienestar, la conciliación, la satisfacción en el trabajo y el desarrollo de capacidades y conocimientos. El análisis de éxitos y fracasos de los procesos de transformación digital en las compañías arroja, como principal barrera, la resistencia al cambio, junto con el coste (Valderrama, 2019).

2.2. Sistemas de Información

La definición más utilizada es la de Laudon y Laudon (2012), la cual establece que un sistema de información es un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar los procesos de toma de decisiones y de control en una organización. Se entiende a la información como el conjunto de datos que se modeló en forma significativa y útil para los seres humanos. Por el contrario, los datos son flujos de elementos en bruto que representan eventos que ocurren en las organizaciones o su entorno antes de ordenarlos e interpretarlos.

En la Figura 2 se puede observar cómo los distintos actores ambientales (clientes, proveedores, competidores, accionistas y agencias regulatorias, entre otros) interactúan con la organización y su sistema de información. En principio, la entrada captura o recolecta los datos en crudo desde el interior de la organización o a través de su entorno externo. Luego, el procesamiento convierte esta entrada en bruto en un formato significativo para generar una salida que transfiere la información procesada a las personas que harán uso de ella, o a las actividades para las que se utilizará. Los sistemas de información también requieren retroalimentación para devolver la salida a los miembros apropiados de la organización y de este modo ayudarles a evaluar o corregir la etapa de entrada.



Figura 2: Interacción entorno - organización
Fuente: Laudon y Laudon (2012). Sistemas de información gerencial

Los sistemas de información no sólo permiten automatizar tareas operativas, sino que también aportan herramientas clave para la toma de decisiones, como la obtención de datos en tiempo real, el seguimiento de indicadores de desempeño, la identificación de tendencias y la mejora en la trazabilidad de los procesos. Estas capacidades permiten responder de forma más ágil a los cambios del entorno, generar una ventaja competitiva, anticiparse a problemáticas y optimizar recursos. Según Vega Briceño (2013), los sistemas de información integran personas, procesos, datos y tecnología, convirtiéndose en una herramienta estratégica para innovar, competir y alcanzar los objetivos organizacionales.

2.2.1. Prototipos

Según Laudon y Laudon (2012), los prototipos consisten en crear un sistema experimental con rapidez y a un bajo costo para que los usuarios finales lo evalúen. Su único objetivo es ser un modelo preliminar. Al interactuar con el prototipo, los usuarios pueden comprender mejor sus requerimientos de información en una versión funcional de un sistema de información o una parte del mismo. Tras su puesta en funcionamiento, el modelo se refinará en forma gradual hasta que cumpla de manera precisa con los requerimientos de los usuarios.

2.2.1.1. Proceso de Creación de Prototipos

El proceso de creación de prototipos definido por Laudon y Laudon (2012), consta de los siguientes cuatro pasos (ver Figura 3):

1. Identificar los requerimientos básicos del usuario

El diseñador del sistema trabaja con el usuario sólo el tiempo suficiente para capturar las necesidades básicas de información del usuario.

2. Desarrollar un prototipo inicial

El diseñador del sistema crea rápidamente un prototipo funcional mediante el uso de herramientas para generar software con rapidez.

3. Usar el prototipo

Se anima al usuario a que trabaje con el sistema para determinar qué tan bien cumple el prototipo con sus necesidades y para que haga sugerencias sobre cómo mejorar el prototipo.

4. Revisar y mejorar el prototipo

El creador del sistema anota todos los cambios que solicita el usuario y refina el prototipo en forma apropiada. Una vez que se ha revisado el prototipo, el ciclo regresa al paso 3. Los pasos 3 y 4 se repiten hasta que el usuario queda satisfecho.

“Cuando no se requieren más iteraciones, el prototipo aprobado se convierte en un prototipo operacional que proporciona las especificaciones finales para la aplicación. Algunas veces, este modelo se adopta como la versión de producción del sistema” (p. 507).

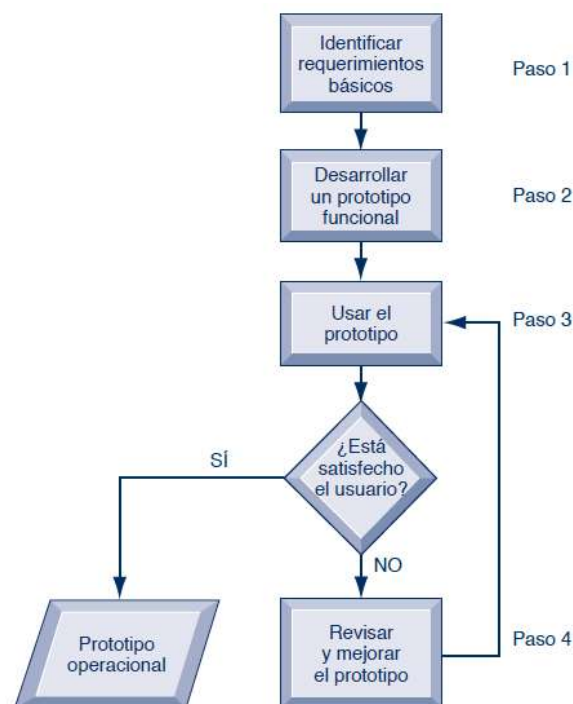


Figura 3: Proceso de creación de prototipos
Fuente: Laudon y Laudon (2012). Sistemas de información gerencial

2.3. Relevamiento de los procesos

El relevamiento de procesos constituye una etapa fundamental en el análisis organizacional, ya que permite identificar, documentar y comprender cómo se llevan a cabo las actividades dentro de una empresa. A través de esta práctica, es posible visualizar la secuencia lógica de tareas, las interacciones entre sectores y los flujos de información, recursos y decisiones. Este tipo de análisis es clave para detectar ineficiencias, duplicidades, puntos críticos y oportunidades de mejora.

2.3.1. Mapa de Procesos

El Mapa de Procesos es la representación gráfica de la manera en que se interrelacionan todos los procesos que se desarrollan dentro de la empresa (Summers, 2006). Dentro del mismo se pueden distinguir tres categorías de procesos:

- **Procesos estratégicos:** definen las políticas y el desarrollo de la visión. Son responsabilidad de la Alta Dirección y proporcionan directrices y límites de actuación al resto de los procesos.
- **Procesos operativos:** generan el desempeño de las actividades que agregan valor para obtener el producto o servicio tales como, ingreso de materia prima, procesos productivos, almacenamiento, distribución, post venta. Aportan valor a partir de las necesidades y expectativas del cliente.
- **Procesos de soporte:** no participan en la generación del producto o servicio, pero sin ellos no sería posible desarrollarlo correctamente. Son ejemplos las actividades de mantenimiento, gestión del personal, gestión de partes interesadas.

2.3.2. Diagrama de Flujo

Existen diferentes técnicas para documentar y evaluar los procesos, una de ellas es el diagrama de flujo. En el libro “Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de valor”, los autores lo definen como “un diagrama que detalla el flujo de información, clientes, equipos o materiales a través de los distintos pasos de un proceso” (Krajewski et al., 2008). Con el objetivo de representar todas las funciones que intervienen, se utilizan filas para ubicar a cada departamento o área de la empresa, y los pasos se ubican en la fila correspondiente donde se realizan. Este formato permite visualizar claramente la transmisión de control de un departamento a otro.

Los diagramas de flujo utilizan símbolos estandarizados para representar distintos tipos de acciones o pasos en un proceso. Las líneas y flechas muestran la secuencia de los pasos y las relaciones entre ellos. Esta simbología es esencial para garantizar una comprensión clara y uniforme del proceso. Según la norma ISO 5807:1985, los símbolos básicos incluyen formas como las que se muestran en la Figura 4 (International Organization for Standardization, 1985).

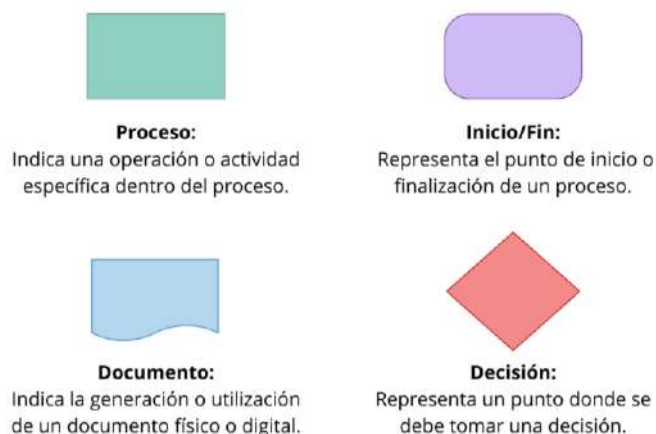


Figura 4: Símbolos básicos estandarizados de un diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia en base a ISO 5807 (1985)

2.4. Investigación Operativa Soft

Para analizar problemas complejos, Mingers (2011) recomienda utilizar los métodos duros y blandos combinándolos creativamente, y plantea el concepto de multi metodologías. La Investigación Operativa Blanda o Soft está compuesta por métodos creados para aplicar en situaciones de incertidumbre, conflictivas y complejas. Se basa en reconocer el problema estructurándolo, previo a su resolución.

Los pasos a seguir para aplicar esta metodología, según Checkland y Holwell (1998) son:

1. Explorar

Discutir libremente la situación problemática que se va a analizar y expresar formas de acotar el problema.

2. Expresar situación problemática

Expresar la situación mediante la técnica de imágenes enriquecidas que consiste en definir formalmente el problema, analizar las situaciones que lo generan y sus consecuencias.

3. Constituir definiciones raíces

Mediante pocas palabras, definir el proceso de la organización que requiere ser transformado. Para ello, cada definición raíz debe estar bien definida conteniendo información de: qué hacer, cómo hacerlo y por qué hacerlo. Las definiciones raíces se elaboran según los diferentes puntos de vista de las personas involucradas. La metodología consiste en detallar seis elementos que contribuyen a profundizar los alcances de la definición raíz, que se resumen en la sigla CATWOE y se presentan en la Tabla 1.

Inicial	Significado
C	<i>Customers</i> - Clientes, beneficiarios o afectados con el proceso de información
A	<i>Actors</i> - Personas involucradas
T	<i>Transformation process</i> - Transformación, conversión de las entradas en salidas
W	<i>World view</i> - Punto de vista
O	<i>Owners</i> - Stakeholders, todos aquellos que pueden parar la transformación
E	<i>Environment</i> - Entorno

Tabla 1: Pasos para la estructuración del problema
Fuente: Elaboración propia en base a Tabone et al. (2019)

4. Elaborar modelos conceptuales

Para cada definición de raíz, elaborar modelos conceptuales que muestren cuales son las actividades necesarias para poder llevar a cabo el cambio planteado en el paso 3.

5. Comparar los modelos presentados en el paso 4 y 2.

Esto se hace con el fin de poder ver las diferencias y similitudes entre los modelos conceptuales y la situación actual.

6. Definición de cambios factibles

Una vez cumplido el paso 5, el equipo de trabajo en común acuerdo define y propone los cambios que se requieren implementar para solucionar el problema inicialmente planteado.

7. Transformaciones para mejorar la situación problemática

Este paso se refiere a la implementación de los cambios propuestos que fueron detectados en el paso 6. Este último paso no representa el fin de la metodología, pues en su aplicación se transforma en un ciclo de continua conceptualización y habilitación de cambios, siempre tendiendo a mejorar la situación.

A continuación, en la Figura 5, se puede observar de manera gráfica, los pasos anteriormente mencionados para el desarrollo de la metodología.

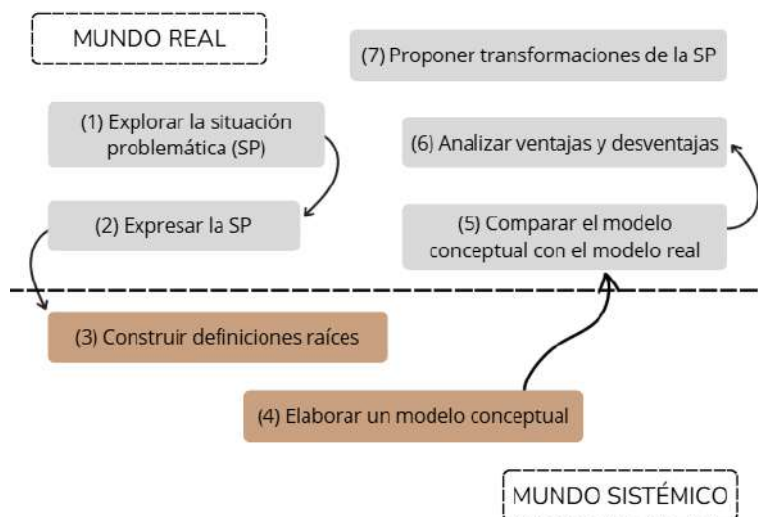


Figura 5: Pasos para la estructuración del problema
Fuente: Elaboración propia en base a Checkland y Holwell (1998)

2.5. Decisión Multicriterio Discreta (DMD)

El análisis multicriterio discreto es una metodología de toma de decisiones útil en una gran cantidad de campos de aplicación, cuando hay que decidir entre varias alternativas teniendo en cuenta diversos objetivos o puntos de vista generalmente en conflicto. La rama discreta de las decisiones multicriterio se encarga de estudiar problemas en los que el conjunto de alternativas está formado por un número finito y generalmente pequeño de variables. Se concentra en un único decisor, el cual puede ser una persona o cualquier entidad, pero con la característica de tener una visión unificada del proceso de toma de decisiones.

Dentro de la DMD, se encuentra el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ o AHP, por sus siglas en inglés *Analytic Hierarchy Process*) que está diseñado para resolver problemas complejos que tienen criterios múltiples. Se deben proporcionar evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y luego especificar la preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. Como resultado, se obtiene la jerarquización con prioridades que muestra la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión.

Alberto y Carignano (2013) enuncian que en primer lugar se debe realizar la estructura jerárquica del proceso de decisión. Para ello, se elabora una representación gráfica del problema en función de la meta global, los criterios y subcriterios a ser usados y en el último nivel se especifican las alternativas de decisión (p. 45).

Luego, se deben establecer las preferencias ya que el AHP requiere a quien toma las decisiones para indicar un juicio de valor. Durante el análisis el decisor debe realizar comparaciones pareadas, entre los elementos que forman parte de un mismo nivel. En primer lugar, se comparan entre sí, los criterios principales. Luego, a la luz de cada criterio fundamental se comparan entre sí los sub-criterios dependientes. Descendiendo

por el árbol de Jerarquías, esta etapa del análisis culmina con las comparaciones apareadas de las diferentes alternativas de decisión, de acuerdo a cada uno de los subcriterios del nivel precedente (Alberto y Carignano, 2013). Las comparaciones pareadas son las bases fundamentales del AHP. Se emplea la escala de Saaty con valores de 1 a 9 para calificar las preferencias relativas de los elementos, tal como se aprecia en la Tabla 2.

Planteamiento verbal de la preferencia	Intensidad de importancia	Explicación
Extremadamente preferible	9	Las pruebas que favorecen a una actividad más que a otra son del nivel de aceptación más alto posible.
Entre muy fuertemente a extremadamente preferible	8	-
Muy fuertemente preferible	7	Una actividad es mucho más favorecida que la otra, su predominancia se demostró en la práctica.
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6	-
Fuertemente preferible	5	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre la otra.
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4	-
Moderadamente preferible	3	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra.
Entre igualmente y moderadamente preferible	2	-
Igualmente preferible	1	Dos actividades contribuyen de igual modo al objetivo.

Tabla 2: Escala de Saaty

Fuente: Elaboración propia en base a Alberto y Carignano (2013)

Una vez establecidas las matrices de comparaciones pareadas se debe realizar la síntesis de los juicios de la siguiente manera (Anderson et al., 2004):

1. Sumar los valores en cada columna de la matriz de comparaciones pareadas.
2. Dividir cada elemento de tal matriz entre el total de su columna. La matriz resultante de este paso se denomina "Matriz de comparaciones pareadas normalizada".
3. Calcular el promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada; estos promedios proporcionan una estimación de las prioridades relativas de los elementos que se comparan.

Seguido de esto, se debe realizar un análisis de consistencia de los juicios que muestra el tomador de decisiones en el transcurso de la serie de comparaciones pareadas. Como el juicio humano es la base de la construcción de la matriz, se puede esperar cierto grado de inconsistencia, que se debe tolerar siempre que no sea irrazonable. Los pasos a seguir para estimar la relación de consistencia, se enuncian a continuación:

1. Multiplicar cada valor de la primera columna de la matriz de comparaciones pareadas por la prioridad relativa del primer elemento que se considera y así sucesivamente con las otras prioridades. Luego se debe sumar los valores sobre los renglones para obtener un vector denominado “suma ponderada”.
2. Dividir los elementos del vector de sumas ponderadas que se obtuvo en el punto anterior, entre el correspondiente valor de prioridad.
3. Evaluar el promedio de los valores determinados en el punto anterior. Este promedio se denomina $\lambda_{\max}$.
4. Calcular el Índice de Consistencia (IC) definido por la Ecuación 1:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - N}{N - 1} \quad (1)$$

Siendo N: número de elementos que se comparan

5. Determinar la Relación de Consistencia (RC) que se define por la Ecuación 2:

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad (2)$$

En donde IA (o RI proveniente de *Random Index*) es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada en forma aleatoria y asume los siguientes valores (ver Tabla 3):

N	IA
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41

Tabla 3: Índice de consistencia aleatorio
Fuente: Elaboración propia en base a Anderson et al., 2004

Para que la matriz de comparaciones pareadas de cada criterio resulte aceptable, el valor de RC debe ser menor o igual que 0,1.

Para finalizar, se debe determinar la prioridad global de cada alternativa planteada. Se obtiene de la suma-producto de las prioridades del criterio por la prioridad de la alternativa de decisión con respecto a ese criterio.

2.6. Fuentes de información

En su sentido más amplio y general, el concepto de fuentes de información refiere a cualquier elemento que contenga, produzca, proporcione o transfiera información. Según el origen y tratamiento de la información, pueden clasificarse en fuentes primarias, secundarias o terciarias.

Jaén García (2019) define las fuentes primarias como aquellas que contienen información nueva u original; esta se obtiene directamente, sin necesidad de recurrir a otras fuentes. Ofrecen información de primera mano porque no han sido sometidas a interpretación o condensación. Mientras que, las secundarias contienen información primaria reelaborada, sintetizada y reorganizada, lo que permite el acceso a las fuentes primarias.

2.7. Técnicas de recolección de información

Existen diversas técnicas para recopilar información, las cuales pueden clasificarse en cualitativas y cuantitativas, dependiendo de la naturaleza del estudio y los objetivos planteados. Algunas técnicas grupales utilizadas son la sesión de tormenta de ideas, las entrevistas, o las encuestas.

La tormenta de ideas se focaliza en la generación de ideas creativas y soluciones planteadas por los miembros de un grupo, en un ambiente donde prima la imaginación, la libertad de pensamiento y un espíritu recreativo. Una vez planteado el problema a resolver, se generan y registran tantas soluciones como sea posible (Díaz Barriga Arceo y Hernández Rojas, 2010).

Por otro lado, Lázaro Gutiérrez (2021) menciona que las entrevistas pueden clasificarse de acuerdo a su grado de estandarización o grado de libertad que se les concede al entrevistador y entrevistado (p. 66). Pueden ser estructuradas, semiestructuradas, o no estructuradas. Las de tipo no estructuradas tienen un proceso no restrictivo cuyo propósito es provocar respuestas en profundidad por parte de los participantes. Generalmente, ni siquiera el contenido de las preguntas está preestablecido, y a su vez puede variar en función del entrevistado (Lázaro Gutiérrez, 2021, p. 69).

Casas Anguita et al. (2003) indica que la técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. El instrumento básico utilizado es el cuestionario, que se puede definir de manera amplia como el formulario que contiene preguntas que son dirigidas a los sujetos objeto de estudio. Según la contestación que admitan del encuestado, las preguntas pueden ser cerradas, de elección múltiple o abiertas. Las últimas presentan como ventaja el hecho de proporcionar mucha información y un máximo de libertad al encuestado. Sin embargo, en contraste con las preguntas cerradas, la codificación de estas respuestas supone ciertas dificultades.

3. Metodología

La metodología de este trabajo se basa en el estudio de caso en la empresa Procemaq Balcarce S.R.L. abordado mediante una investigación mixta, cualitativa y cuantitativa. En primer lugar, es necesario comprender el funcionamiento del proceso productivo y la interacción de los diferentes actores. Por ello, se confecciona un mapa de procesos y dos diagramas de flujo, uno correspondiente a la fabricación de un equipo, y otro al servicio de mantenimiento post venta. La información necesaria se recolecta mediante la aplicación de técnicas como entrevistas no estructuradas y análisis de datos de fuentes secundarias.

Para iniciar el análisis de la gestión actual de la información, se difunde un formulario de Google con el objetivo de comprender su flujo. Dicho formulario es anónimo, está dirigido al personal jerárquico de los distintos sectores de la organización y contiene preguntas abiertas que permiten a los participantes expresar sus respuestas con libertad. Además, se realizan entrevistas no estructuradas a los diferentes jefes de área de la organización para profundizar la comprensión del proceso de intercambio de información entre áreas.

Luego, mediante la Investigación Operativa Soft se estructura el problema y detectan las principales debilidades del sistema actual. Para el alcance de este trabajo no se realiza el paso 7 de la metodología ya que no se implementa la propuesta, solamente se plantean mejoras. Según lo obtenido en los pasos uno y dos de esta metodología, en conjunto con la gerencia, se determinan las áreas de mayor impacto. Estas son seleccionadas para continuar con el estudio a partir del paso tres (definiciones raíces). Con el objetivo de recolectar la información requerida para esta instancia, se lleva a cabo una sesión de tormenta de ideas con la Gerencia, Administración y Finanzas, Compras y Producción e Ingeniería.

El siguiente paso consiste en relevar las herramientas informáticas que se utilizan actualmente para recolectar datos de los distintos procesos, convertirlos en información y transmitirlos a otras áreas. A partir de un proceso de identificación de tecnologías de programación *low-code*, disponibles en el marco de la Industria 4.0, se generan diversas opciones, que incluyen herramientas ya presentes en la organización, pero no explotadas, así como nuevas tecnologías. Para seleccionar la opción más adecuada, se emplea la metodología AHP. Luego, se desarrolla un prototipo funcional enfocado en el área prioritaria previamente identificada, utilizando la plataforma seleccionada anteriormente. Asimismo, se propone la adopción de sistemas de Inteligencia de Negocios, mediante la creación de prototipos de tableros *Power BI*.

Finalmente, se propone una política formal de gestión de la información con el objetivo de institucionalizar prácticas que garanticen la disponibilidad y calidad de los datos. En este sentido, se establecen una serie de lineamientos destinados a orientar el proceso y asegurar la implementación efectiva de las mejoras propuestas.

4. Desarrollo

4.1. Mapa de Procesos

Con el objetivo de comprender mejor el funcionamiento y representar gráficamente la interrelación de los procesos en Procemaq, en la Figura 6 se presenta el mapa de procesos de la organización.

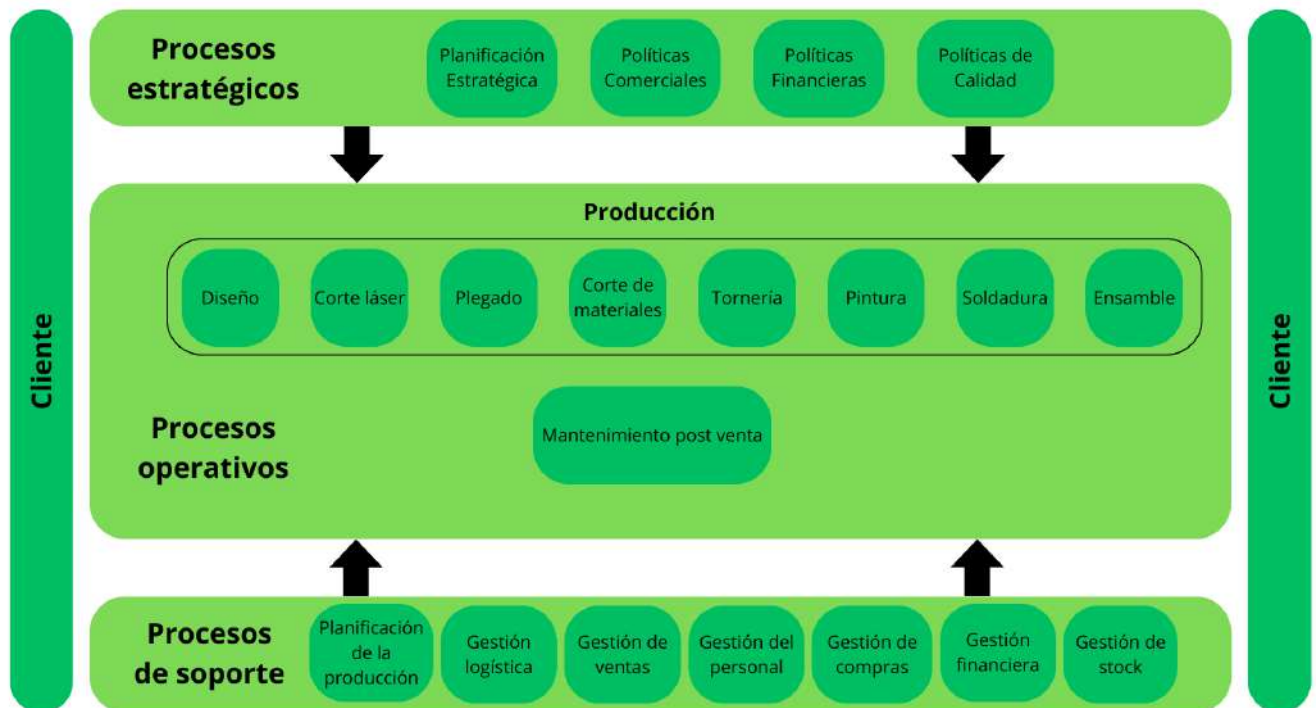


Figura 6: Mapa de procesos

Fuente: Elaboración propia

Esta representación gráfica se estructura en tres niveles principales: estratégicos, operativos y de soporte, todos orientados a la satisfacción del cliente. Los procesos estratégicos incluyen la planificación estratégica, que abarca la definición de la misión, visión y objetivos a largo plazo de la empresa. También se encuentran las políticas comerciales, que aseguran el posicionamiento en el mercado, y las políticas financieras encargadas de regular la gestión de los recursos económicos. Por último, políticas de calidad son fundamentales en Procemaq, ya que garantizan el cumplimiento de estándares en la fabricación de equipos y servicios de mantenimiento.

En el nivel central se encuentran los procesos operativos, donde la producción tiene un rol fundamental en Procemaq. Se incluyen actividades como el diseño, corte láser, plegado, corte de materiales, tornería, pintura, soldadura y ensamble. Además, se incorpora el servicio de mantenimiento post venta, que permite garantizar un correcto funcionamiento de los equipos.

Finalmente, en el último nivel se representan los procesos de soporte, los cuales brindan apoyo a los operativos. Entre ellos se destacan la planificación de la producción que abarca la programación de tareas, asignación de recursos y la definición de planes a corto y largo plazo. También se incluyen la gestión de compras y logística para la adquisición y abastecimiento de materiales; la gestión de ventas y relación con los clientes; la administración de personal; la gestión financiera para el control económico de la empresa, y la gestión de stock, que permite garantizar la disponibilidad de insumos.

4.2. Diagramas de Flujo

Para poder relevar las etapas más importantes del proceso en Procemaq, así como su secuencia y simultaneidad, se elaboraron dos diagramas de flujo. La Figura 7 representa el flujo de producción de un equipo, mientras que la Figura 8, muestra el proceso de realización de un servicio de mantenimiento post venta. A continuación, se describen los flujos respectivos a cada diagrama.

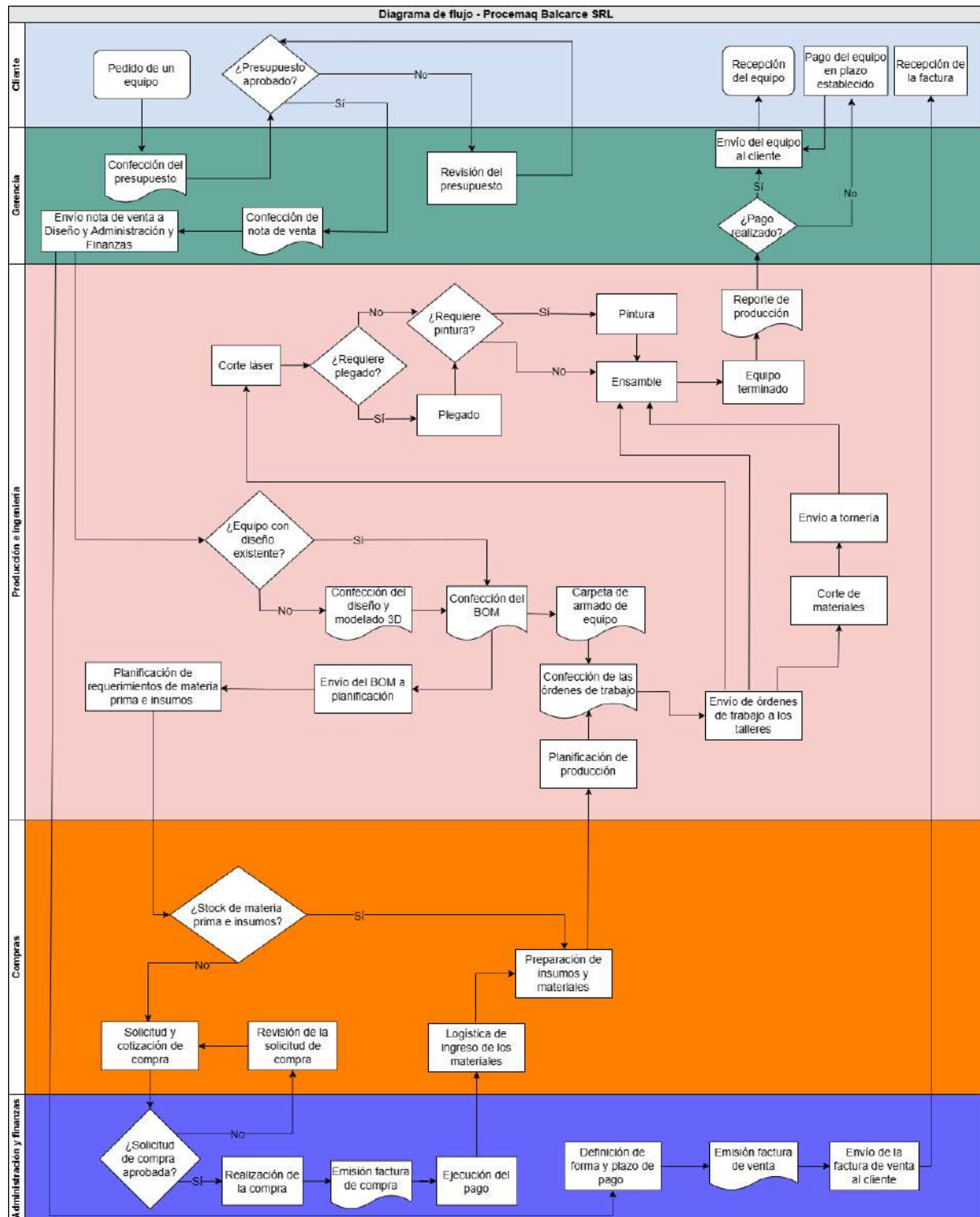


Figura 7: Diagrama de flujo de la producción de un equipo
Fuente: Elaboración propia

El proceso comienza cuando el cliente se contacta con la Gerencia para realizar el pedido del equipo. A partir de esta solicitud, se elabora y envía el presupuesto correspondiente. Si el cliente aprueba el presupuesto, se emite una nota de venta que

detalla las principales características del equipo. Esta nota se remite tanto al área de Diseño, para verificar si el diseño ya existe o debe desarrollarse, como al área de Administración y Finanzas, para definir las condiciones de pago (forma y plazo). En caso de que el presupuesto no sea aprobado, se revisa y se vuelve a presentar al cliente para su aceptación.

Una vez definidas las condiciones de pago, se emite y envía la factura al cliente. El pago puede realizarse en distintas etapas a lo largo del proyecto o financiarse hasta una fecha posterior a su finalización.

Al ingresar el pedido al área de Diseño, se verifica si ya existe un diseño previo del equipo. Si no es así, se procede a su desarrollo y modelado en 3D. A continuación, se confecciona el BOM (Bill of Materials), una lista detallada de todos los materiales e insumos necesarios para la fabricación. Posteriormente, se confecciona la carpeta de armado que guiará a los operarios en las distintas operaciones de los talleres.

Con el BOM definido, el área de Planificación determina el momento en que cada insumo será requerido, y comunica esta información al departamento de Compras. Este último evalúa la disponibilidad de materia prima e insumos y proyecta si estarán disponibles para las fechas previstas.

En caso de no contar con existencias suficientes, Compras realiza la solicitud de cotización para la compra de materiales. Esta solicitud es evaluada por Administración y Finanzas, que puede aprobarla o rechazarla. En caso de rechazo, Compras ajusta la cotización y vuelve a enviar la solicitud. Una vez aprobada la compra, se recibe la factura del proveedor y se realiza el pago correspondiente.

Teniendo en cuenta la fecha de inicio planificada del proyecto, se coordinan las gestiones logísticas necesarias para asegurar que los insumos y materiales lleguen a tiempo. Tras completar este proceso, el área de Stock prepara los insumos, mientras que Planificación organiza la producción de partes y componentes.

Una vez que se dispone de los materiales, la carpeta de armado y la planificación de la producción, se emiten las órdenes de trabajo. En caso de contar desde un inicio con los materiales requeridos, se procede directamente a su preparación según lo especificado en el BOM, se planifica la producción y se emiten las órdenes de trabajo como se indicó.

Llegada la fecha de inicio según el cronograma, se envían las órdenes de trabajo a los talleres correspondientes. El Taller San Martín recibe las órdenes para realizar el corte láser, el plegado y la pintura de las chapas (si corresponde). El Taller 115 recibe las órdenes para el corte de materiales, que luego son enviados a tornería si no se cuenta con piezas ya existentes en stock. Las órdenes de ensamblaje se dirigen al Taller 115 o al Taller Caseros, dependiendo del equipo asignado para esa tarea. Una vez finalizados los trabajos en los talleres, se registran manualmente los responsables y las horas dedicadas a cada tarea por equipo.

A medida que los insumos provenientes de Corte, Plegado, Tornería y Compras van llegando, y con la carpeta de armado previamente elaborada por Diseño, se inicia el

ensamblaje de las partes y componentes. En paralelo, los equipos con chasis y componentes de acero al carbono deben pasar por el proceso de pintura antes del ensamble final.

Una vez finalizado el equipo, se elabora un reporte de producción basado en los registros de tareas realizadas, detallando el tiempo total invertido en el proyecto. Posteriormente, se verifica si el pago ha sido realizado. Si el cliente ya efectuó el pago, el equipo se despacha; de lo contrario, se espera a que se cumpla el plazo acordado para su envío. En ambos casos, el proceso concluye con la entrega del equipo al cliente.

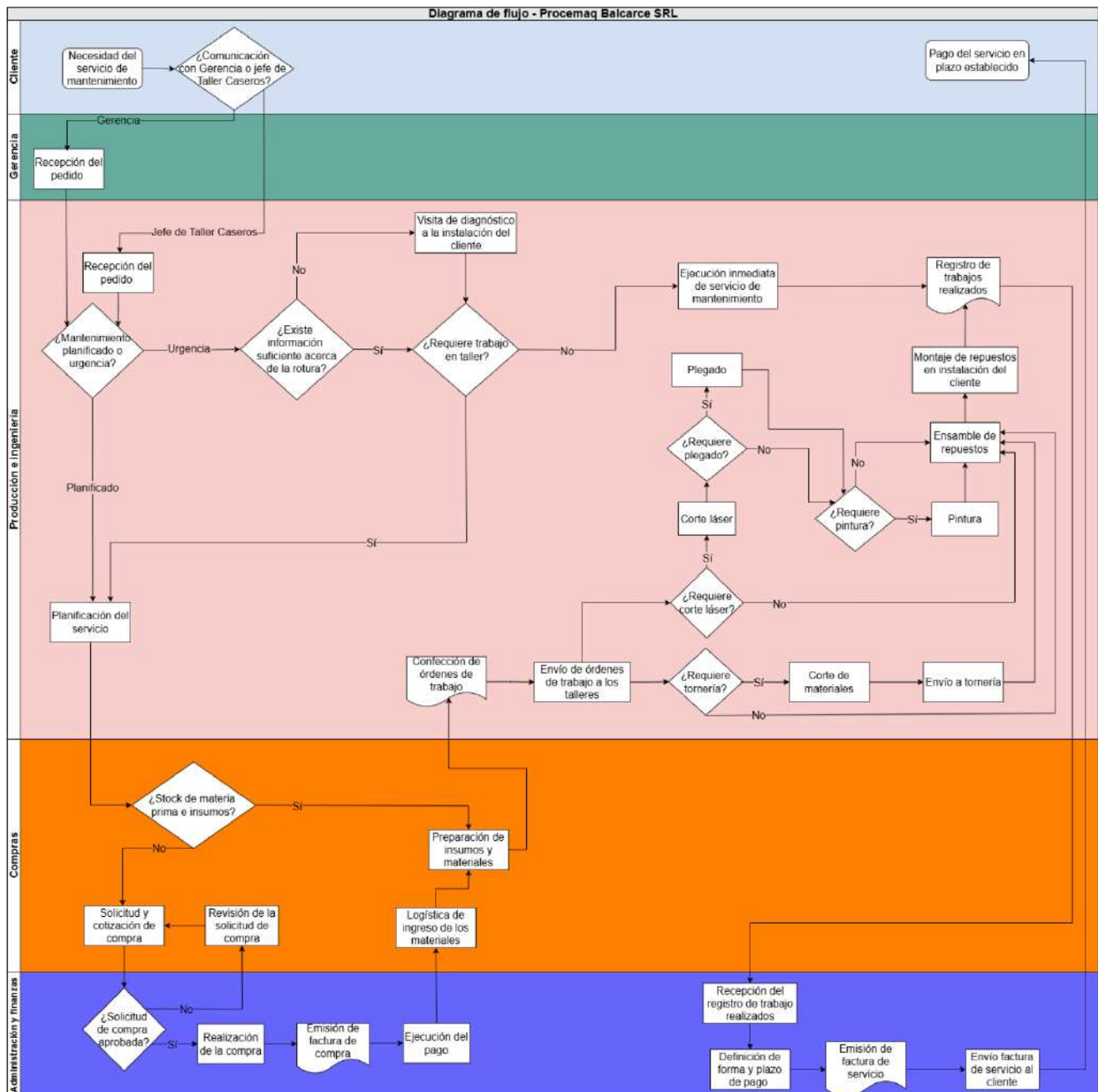


Figura 8: Diagrama de flujo del servicio de mantenimiento post venta
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en la Figura 8 se observa que el proceso de servicio post venta inicia cuando el cliente manifiesta la necesidad de realizar un mantenimiento. Actualmente, esta solicitud no tiene un canal formal de comunicación y suele realizarse a través de la Gerencia o directamente con el Jefe de Taller Caseros. En ambos casos, se recibe el pedido y se evalúa si se trata de un mantenimiento planificado o una intervención de urgencia.

Si se trata de un mantenimiento urgente debido a una avería o rotura, se analiza la información proporcionada por el cliente. Si la información sobre la falla es insuficiente, se programa una visita a la instalación del cliente para efectuar un diagnóstico y una eventual reparación *in-situ*. Si no se cuenta con los insumos necesarios para completar la reparación, se envía una solicitud de trabajo al área de Planificación para su intervención en taller.

Si la información es suficiente, se determina si la reparación requiere trabajo en taller. En caso afirmativo, la solicitud de trabajo ingresa a Planificación con carácter de urgencia, reasignando a los operarios del Taller Caseros para la fabricación de repuestos. Si no es necesario realizar trabajos en el taller, la reparación se ejecuta lo antes posible en las instalaciones del cliente.

En cambio, si el mantenimiento es planificado, se gestiona de manera similar a la fabricación de un equipo. Primero se verifica la disponibilidad materia prima e insumos para la producción, en función de la fecha de realización del mantenimiento. Si no hay stock suficiente, el departamento de Compras realiza la solicitud y cotización de la compra, la cual es revisada por Administración y Finanzas, que decidirá su aprobación o rechazo. Si se obtiene una respuesta negativa, Compras ajusta la cotización y vuelve a enviarla.

Una vez realizada la compra, se recibe la factura del proveedor y se ejecuta el pago. Para garantizar que los insumos y materiales estén disponibles al momento de completar el servicio, se coordinan las gestiones logísticas y se organizan en el área de Stock.

Independientemente del tipo de mantenimiento, tras la etapa “Planificación del servicio” se preparan las órdenes de trabajo y se envían a los respectivos talleres. Luego se evalúan dos aspectos en simultáneo, si se requiere el trabajo de Tornería o no, y si se requiere realizar un corte láser o no. En el primer caso, si la respuesta es afirmativa, se procede con el corte de materiales y su envío a Tornería para finalizar en el ensamble de los repuestos. Mientras que, en el segundo caso, se realiza el corte láser y se analiza primero si es necesario plegar las chapas y luego, si se debe realizar un proceso de pintado o no. Todas las decisiones finalizan en el ensamble de repuestos y el proceso continúa con el montaje de los repuestos en la instalación del cliente.

Al finalizar el servicio, el equipo a cargo de realizar el mantenimiento, completa un registro en papel (ver Anexo A) en el que se detalla el trabajo desarrollado, los materiales utilizados, la cantidad de personas que fueron a realizar la intervención y la cantidad de horas hombre empleadas. Una vez completo, se envía a Administración y Finanzas,

donde se calcula el costo del servicio. Junto con el cliente, se define la forma y el plazo de pago y luego se emite y envía la factura. El proceso de mantenimiento post venta finaliza con el pago correspondiente en el plazo establecido.

4.3. Análisis de la gestión actual de la información

4.3.1. Recolección y análisis de datos

Para recolectar datos y comprender el flujo actual de la información entre los distintos niveles de la empresa, se utilizó como herramienta un formulario de Google. Este cuestionario fue respondido de manera anónima por nueve actores, y consistió en catorce preguntas abiertas con posibilidad de respuesta en formato de texto corto o largo (ver Anexo B). La primera de ellas, permitía conocer a qué área o departamento de la organización pertenecía la persona que respondía, de manera de poder realizar un posterior análisis por área o departamento. Las preguntas restantes, estuvieron orientadas a detectar las dificultades al gestionar la información, qué herramientas son de utilidad para registrar y compartir información, los errores o demoras que ocurren con mayor frecuencia, y qué procesos o resultados se ven perjudicados si la información no es correcta o llega tarde, como así también sus consecuencias.

Dentro de las principales dificultades detectadas se pueden mencionar: falta de definición de prioridades de los proyectos; demora en la carga de datos luego de la realización de un mantenimiento, lo que implica un retraso en la facturación y cobro del servicio post venta; falta de información o información desactualizada debido a los tiempos de carga de datos elevados. Además, se resalta la ausencia de la gestión y documentación de la información a lo largo de las distintas áreas, dificultando de esta manera, las actividades rutinarias involucradas en los procesos de la organización.

4.3.2. Relevamiento de las herramientas utilizadas en cada área

Con el objetivo de comprender el uso de las herramientas dentro de cada área de la empresa, se relevaron en la Tabla 4 las respuestas obtenidas a partir del Google Forms enviado, así como también de entrevistas realizadas con mandos medios.

Área	Registro	Almacenamiento	Reporte
Administración y Finanzas	Sistema de administración, Excel, en papel	Sistema de administración, Dropbox, carpeta física	Se envía información vía Mail, WhatsApp o en papel
Compras	Google Forms, Excel, en papel	Dropbox, Google Drive, carpeta física	Se envía información vía Mail, WhatsApp o en papel
Gerencia	Excel	Dropbox, Google Drive	Se envía información vía Mail o WhatsApp
Producción e Ingeniería	Excel, Project, en papel	Dropbox, Google Drive, computadoras propias del área, carpeta física	Se envía información vía Mail, WhatsApp o en papel

Tabla 4: Herramientas utilizadas en cada área
Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Estructuración del problema

La estructuración del problema será de utilidad para determinar en dónde se encuentra ubicada la organización en estudio respecto a la generación y gestión de la información. En base a las debilidades identificadas se propondrán mejoras.

Partiendo de la utilización de la Investigación Operativa Soft como herramienta de estructuración del problema, se realiza el diagnóstico inicial.

Paso 1: a partir del relevamiento de los procesos internos de la empresa, el análisis de la información obtenida mediante formularios enviados al personal y entrevistas con mandos medios, se analiza el proceso de obtención de información a partir de la generación de datos. Además, se determina cómo interactúan las áreas en la organización.

Propuesta de mejora del sistema de información en una empresa metalmecánica de la ciudad de Balcarce

A continuación, en la Tabla 5 se identifican las debilidades presentes en la organización.

Debilidades Área de Origen: O Área de Impacto: X		Gerencia	Administración y finanzas	Compras	Producción e Ingeniería		
					Talleres	Diseño	Planificación
1	Falta de agilidad para gestionar y documentar la información de los mantenimientos realizados		X	X	O		
2	Planos incompletos e información confusa para el armado de equipos y repuestos				X	O	
3	Falta de definición de prioridades de trabajo y alteraciones por parte de la Gerencia	O	X	X	X	X	X
4	Falta de información técnica sobre los componentes a comprar			X	O	O	
5	Falta de registro de movimiento de materiales en los talleres			X	O		X
6	Demoras en autorizaciones de compra		O	X	X		X
7	BOM de equipos inexistentes, incompletos o con datos desactualizados			X	X	O	X
8	Falta de gestión de la información como parte de las actividades rutinarias de toda la organización	O	X	X	X	X	X
9	Ausencia de procedimientos y claridad sobre la cadena de mando	O	X	X	X	X	X
10	Falta de información en tiempo y forma de nuevas ventas, necesidades de fabricación de repuestos y de servicios post venta	O	X	X	O		X
TOTAL O		4	1	0	4	3	0
TOTAL X		0	5	9	6	3	7

Tabla 5: Matriz de debilidades - origen - impacto
Fuente: Elaboración propia

- 1. Falta de agilidad en la gestión y documentación de los mantenimientos realizados:** actualmente, no se dispone de un sistema eficiente para el registro de información en los servicios post venta. El líder de área es responsable de documentar los datos en una orden de trabajo en papel, pero, en la mayoría de los casos, esta tarea se posterga hasta días después de finalizado el servicio. Esto retrasa el proceso de facturación, ya que el área de Administración y Finanzas no puede emitir la cotización hasta recibir la información completa. El tiempo transcurrido entre la finalización del mantenimiento y el envío de la cotización, suele ser de entre 30 y 45 días, llegando en algunos casos hasta los 60 días. Como consecuencia, al recibir la factura, algunos clientes solicitan un desglose adicional de la información, ya que en ese lapso olvidan los trabajos efectuados, lo que genera malestar.

Además, la falta de un sistema optimizado ocasiona una duplicación de tareas, ya que la información registrada manualmente por el líder de área debe ser posteriormente transcrita por Administración y Finanzas para realizar la cotización y luego enviarla al cliente. A su vez, la ausencia de un registro actualizado y una comunicación fluida con el departamento de Compras dificulta la previsión de insumos. Esto obliga a tomar componentes reservados para otros proyectos o con un destino ya definido, generando desorden y retrasos en la ejecución de otros trabajos.

- 2. Planos incompletos e información confusa para el armado de equipos y repuestos:** en ocasiones, los planos de los componentes de los equipos y repuestos no son claros o están incompletos, generando retrasos en la producción. Esto provoca que los operarios deban abandonar su puesto de trabajo para dirigirse a la oficina de diseño a consultar el modelo 3D, interrumpiendo temporalmente la labor de los diseñadores y generando también retrasos en sus actividades.
- 3. Falta de definición de prioridades de trabajo y alteraciones por parte de la Gerencia:** si bien las responsabilidades y prioridades de trabajo no están claramente establecidas a nivel organizacional, en la diaria es la Gerencia quien interviene en la planificación y altera el orden de prioridad de los proyectos. Como consecuencia, las prioridades se vuelven dinámicas y no son estables, lo que dificulta la generación de un plan efectivo de trabajo. Además, impacta directamente en la capacidad de realizar compras óptimas lo que se traduce en pérdida de oportunidades para mejorar precios y, en algunos casos, en quiebres de stock.
- 4. Falta de información técnica sobre los componentes a comprar:** al solicitar la compra de insumos y componentes, la información técnica suele ser insuficiente o incompleta, lo que genera retrasos en la adquisición de materiales e incluso compras erróneas que afectan la producción.
- 5. Falta de registro de movimiento de materiales en los talleres:** La empresa dispone de estanterías con materiales tubulares, trefilados y chapas en distintos talleres, los cuales deben ser gestionados por los líderes de cada área

productiva. Sin embargo, la falta de un control estructurado genera discrepancias entre el stock registrado y el real. Al igual que en la debilidad anterior, esto afecta la capacidad de realizar compras eficientes, provocando quiebres de stock y retrasos en la producción.

6. **Demoras en autorizaciones de compra:** ocasionalmente, las órdenes de compra se retrasan debido a demoras en su autorización, afectando los proyectos de fabricación de equipos y servicio de mantenimiento. En algunos casos, esto lleva al quiebre de stock y a la interrupción de los proyectos en curso.
7. **BOM de equipos inexistentes, incompletos o con datos desactualizados:** este documento es fundamental para realizar compras precisas y cubrir todas las necesidades del proyecto. Cuando este documento no existe, está incompleto o desactualizado, las decisiones de compra se basan en datos poco confiables, lo que retrasa la producción y altera la planificación de los periodos siguientes.
8. **Falta de gestión de la información como parte de las actividades rutinarias de toda la organización:** en algunas áreas de la empresa, especialmente en Producción, la gestión y documentación de la información no está integrada en las rutinas diarias. La prioridad se centra en la productividad operativa, considerando la generación de información como una tarea secundaria, lo que impide tomar decisiones basadas en datos confiables y actualizados. Esto evidencia la necesidad de una directiva clara desde la Gerencia sobre la importancia de la información para la gestión eficiente del negocio.
9. **Ausencia de procedimientos y claridad sobre la cadena de mando:** la falta de procedimientos claros y una estructura organizativa bien definida dificulta la coordinación entre áreas. Esto genera fallas en la comunicación, tales como información incompleta, distorsionada o que no llega a las personas correctas en el momento adecuado. Como consecuencia, se producen retrasos en la toma de decisiones, ineficiencias operativas y una mayor probabilidad de errores, lo que impacta negativamente en la productividad, la planificación y el cumplimiento de los objetivos organizacionales. Además, la falta de claridad en la cadena de mando puede generar conflictos internos y disminuir la responsabilidad individual en la ejecución de tareas.
10. **Falta de información en tiempo y forma de nuevas ventas, necesidades de fabricación de repuestos y de servicios post venta:** la Gerencia es quien establece el contacto con el cliente para la venta de un equipo o la realización de un servicio de mantenimiento. En ocasiones, la necesidad de realizar un mantenimiento se expresa directamente con el Jefe de Taller Caseros, quien es el encargado del servicio post venta. Como esta comunicación no sigue un canal definido, solo el gerente y el Encargado de Mantenimiento conocen el trabajo a realizar y se omite al Encargado de Planificación, siendo este quien debe ser el responsable de gestionar la necesidad. Esta deficiencia en la comunicación dificulta una respuesta ágil a las necesidades del cliente, generando retrasos en la fabricación de repuestos y equipos, desorganización en la asignación de

recursos y, en consecuencia, posibles quiebres de stock y pérdida de oportunidades comerciales.

Paso 2: para visualizar de manera integral las debilidades identificadas y su impacto en las distintas áreas de Procemaq, se elaboró el gráfico enriquecido (ver Figura 9). En él, cada área se representa con un color distintivo, y las flechas salen del área generadora de la debilidad y terminan en la o las áreas impactadas. Además, cada flecha está numerada según la debilidad correspondiente, lo que permite comprender de forma clara cómo las fallas en un área pueden repercutir en el desempeño de otras.

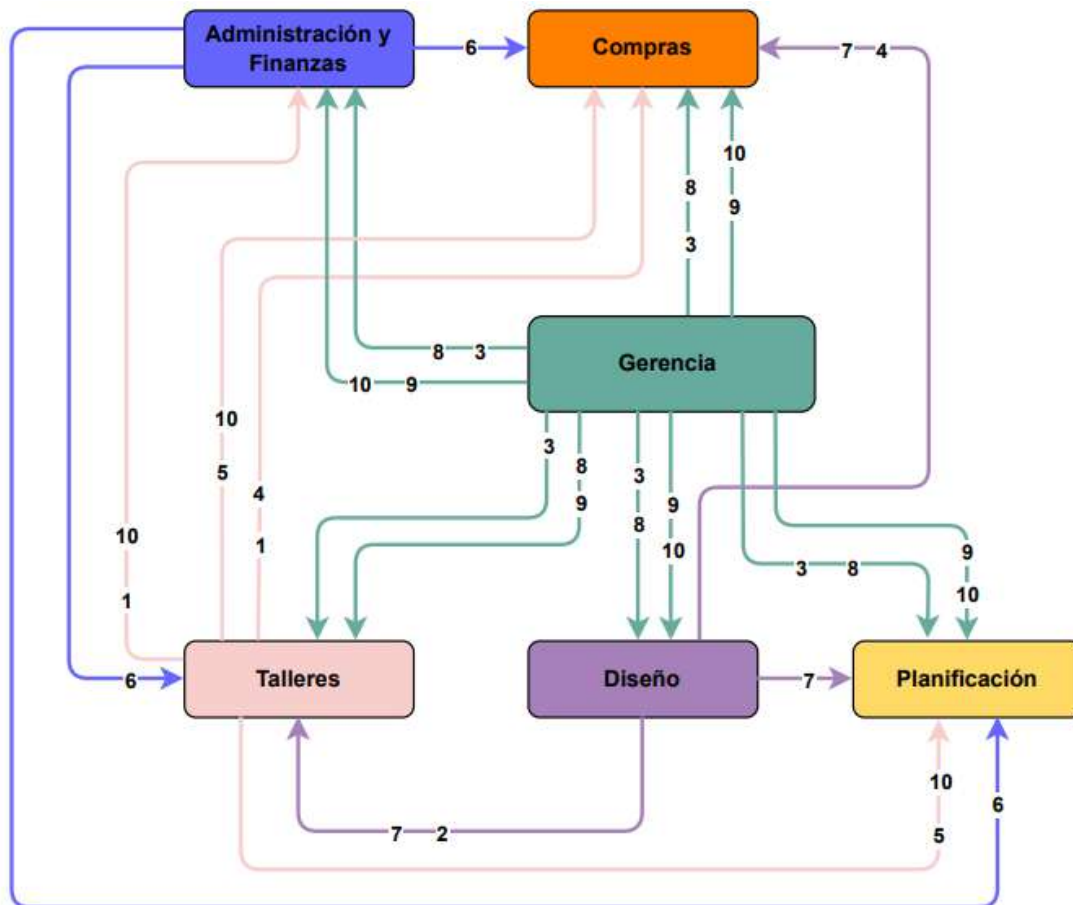


Figura 9: Gráfico enriquecido

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que las áreas más impactadas son Compras, Planificación, y los Talleres. En este caso, el mayor número de debilidades son generadas por la Gerencia y los Talleres, mientras que las áreas Compras y Planificación, no generan debilidades.

A partir de esta instancia, y con el objetivo de continuar con el desarrollo de los pasos restantes de la metodología, se decidió abordar aquellas debilidades que presentan un mayor impacto y relevancia para el funcionamiento general de la empresa. La selección se realizó en base a su impacto en múltiples áreas, la recurrencia de los problemas detectados y el consenso alcanzado con los mandos medios durante las entrevistas. A

continuación, se detallan las debilidades descartadas y los motivos que justifican dicha decisión.

En primer lugar, se descarta la debilidad 2, ya que afecta únicamente a una de las áreas. A su vez, luego de entrevistar a los diferentes jefes de la empresa, se concluye que la siguiente debilidad a descartar es la 7. Si bien la actualización y confección de los BOMs es fundamental para la planificación y producción, se considera que no es una debilidad estructural del sistema de información, sino una cuestión de gestión interna.

La falta de información técnica de los componentes a comprar; la ausencia de registro de movimientos de materiales en los talleres y las demoras en las autorizaciones de compras representan debilidades importantes a resolver. Sin embargo, en conjunto con los mandos medios de la empresa, se concluyó que la mejora del proceso de mantenimiento post venta debe ser prioritaria. Por lo tanto, se decidió continuar con la metodología considerando las debilidades 1 y 10, ya que impactan directamente en dicho proceso y contribuyen a su ineficiencia. Adicionalmente, se incluirán las debilidades 3, 8 y 9, dado que son generadas por la Gerencia y tienen un impacto en todas las áreas de la organización.

4.3.4. Determinación de oportunidades de mejora

Paso 3: considerando los resultados obtenidos en el paso anterior y en conjunto con los actores involucrados en el proceso, se acuerda priorizar las necesidades actuales para optimizar el intercambio de información en el proceso de mantenimiento, tanto para la información generada como la utilizada. Por tal motivo, se proponen acciones para reducir o eliminar las debilidades existentes basándose en ideas propias y en sugerencias de la Gerencia.

Para la construcción de las definiciones raíces, las acciones propuestas se presentan en la Tabla 6. Luego, para cada una de ellas se determinaron las preguntas: ¿Qué? ¿Cómo? y ¿Por qué?, como se muestra en la Tabla 7 y el CATWOE realizado en la Tabla 8.

Acciones	
1	Incorporar un sistema digital para la documentación en tiempo real de los servicios post venta.
2	Establecer una política formal que indique que la gestión de la información es una parte esencial de las operaciones diarias, no solo una tarea secundaria.
3	Facilitar la recopilación de datos de la fabricación de equipos mediante aplicaciones simples.
4	Desarrollar un procedimiento para la gestión del servicio de mantenimiento post venta.
5	Incorporar un tablero de <i>Power BI</i> para generar reportes de los proyectos y servicios post venta.

Tabla 6: Acciones propuestas
Fuente: Elaboración propia

Acciones		Qué	Cómo	Por qué
1	Incorporar un sistema digital para la documentación en tiempo real de los servicios post venta.	Digitalizar la planilla de registro que se completa una vez finalizado el servicio de mantenimiento post venta.	Mediante una aplicación <i>low-code</i> que facilite la documentación y el envío de información de manera rápida y sencilla.	Porque se requiere agilizar la confección del registro que luego Administración y Finanzas utiliza para facturar el trabajo realizado.
2	Establecer una política formal que indique que la gestión de la información es una parte esencial de las operaciones diarias, no solo una tarea secundaria.	Redactar una política formal de generación de datos.	La Gerencia redactará la política.	Porque es necesario recopilar, registrar y gestionar la información para garantizar la toma de decisiones basándose en datos confiables.
3	Facilitar la recopilación de datos de la fabricación de equipos mediante aplicaciones simples.	Desarrollo de una aplicación <i>low-code</i> para el registro de la información de los proyectos.	Mediante una aplicación <i>low-code</i> que facilite la documentación y el envío de información de manera rápida y sencilla.	Porque las demás áreas requieren información actualizada de los proyectos y el Encargado de Planificación pueda dar seguimiento a los mismos.
4	Desarrollar un procedimiento para la gestión del servicio de mantenimiento post venta.	Elaborar un procedimiento que defina cada etapa del servicio y establezca criterios para la recepción de solicitudes, ejecución de trabajos y documentación de las tareas realizadas.	Las partes interesadas identificarán los pasos del proceso y sus puntos críticos y definirán roles y responsabilidades dentro del flujo de trabajo.	Porque se requiere reducir errores en la gestión y comunicación de la información y optimizar el uso de recursos internos.
5	Incorporar un tablero de <i>Power BI</i> para generar reportes de los proyectos y servicios post venta.	Desarrollar un tablero en <i>Power BI</i> para visualizar datos relevantes, permitiendo generar reportes dinámicos y actualizados.	Utilizando la información generada a partir de las aplicaciones <i>low-code</i> desarrolladas.	Porque desde la Gerencia se desea acceder a un resumen de los proyectos y servicios realizados.

Tabla 7: Definiciones raíces
Fuente: Elaboración propia

Acciones		C (Clientes)	A (Actores)	T (Proceso de transformación)	W (Punto de vista)	O (Impedidores)	E (Entorno)
1	Incorporar un sistema digital para la documentación en tiempo real de los servicios post venta.	Planificación, Gerencia, Administración y Finanzas	Talleres	Digitalizar el registro de los servicios post venta	Agilizar el proceso de cotización y facturación del servicio	Talleres	Resistencia al cambio por parte de los talleres
2	Establecer una política formal que indique que la gestión de la información es una parte esencial de las operaciones diarias, no solo una tarea secundaria.	Administración y Finanzas, Producción e Ingeniería, Compras, Gerencia	Gerencia	Transmitir la importancia de recopilar, registrar y gestionar la información	Garantizar la toma de decisiones basándose en datos confiables	Gerencia	La gestión de la información no está determinada como una cuestión estratégica
3	Facilitar la recopilación de datos de la fabricación de equipos mediante aplicaciones simples.	Planificación, Gerencia, Administración y Finanzas	Talleres	Digitalizar el registro de datos de fabricación de equipos	Garantizar la toma de decisiones basándose en datos confiables	Talleres	Resistencia al cambio por parte de los talleres
4	Desarrollar un procedimiento para la gestión del servicio de mantenimiento post venta.	Planificación, Gerencia, Administración y Finanzas	Gerencia, Talleres, Planificación	Documentar y estandarizar el proceso	Reducir errores, demoras y falta de información en la atención a los clientes.	Gerencia, Talleres, Planificación	Resistencia al cambio por las partes involucradas
5	Incorporar un tablero de <i>Power BI</i> para generar reportes de los proyectos y servicios post venta.	Planificación, Gerencia, Administración y Finanzas	Talleres	Incorporar la herramienta <i>Power BI</i>	Utilización eficiente de recursos a partir de una mejor planificación de producción	Talleres	Disponibilidad de datos organizados y actualizados para alimentar el tablero

Tabla 8: Definiciones raíces
Fuente: Elaboración propia

Paso 4: luego de definir las actividades necesarias para conducir las acciones propuestas, se confeccionaron tres modelos conceptuales que establecen la secuencia para implementar los cambios de manera efectiva.

En la Figura 10 puede observarse la secuencia relacionada con desarrollo de aplicaciones *low-code* y la incorporación de un tablero de *Power BI*. En ambas propuestas, el primer paso se refiere a la asignación de una persona responsable de desarrollar la aplicación y de elaborar el tablero.

En el caso de las aplicaciones *low-code*, el proceso continúa con la búsqueda y evaluación de plataformas mediante el método AHP, hasta seleccionar la más adecuada. Por su parte, el desarrollo del tablero tiene un avance más directo. A partir del momento en que se comunica el cambio a las áreas involucradas, ambos caminos siguen una secuencia común de pasos.

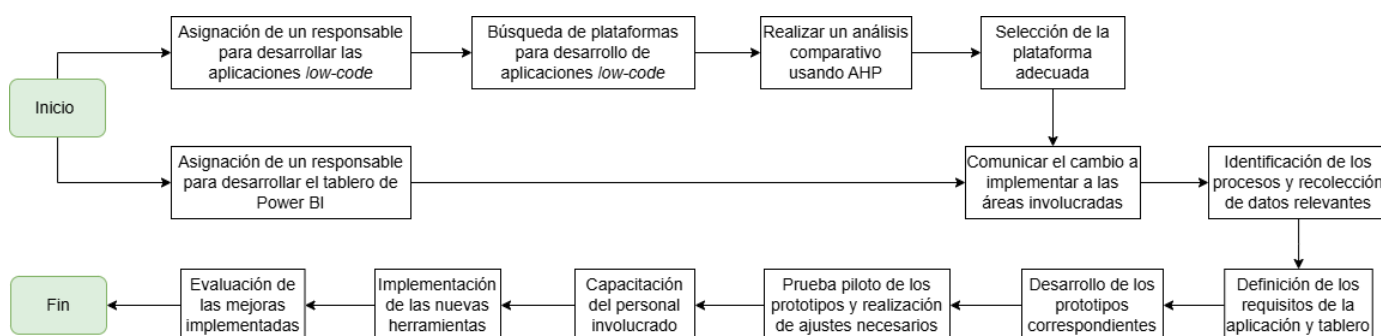


Figura 10: Mapa conceptual para el desarrollo de aplicaciones *low-code* y tablero de *Power BI*

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, en las figuras 11 y 12 se exponen los modelos conceptuales para la realización de la Política de Gestión de la Información y para el Procedimiento del Servicio de Mantenimiento. Se evidencia que las actividades que involucran la comunicación y capacitación organizacional o de áreas específicas, son comunes en los tres mapas conceptuales analizados.

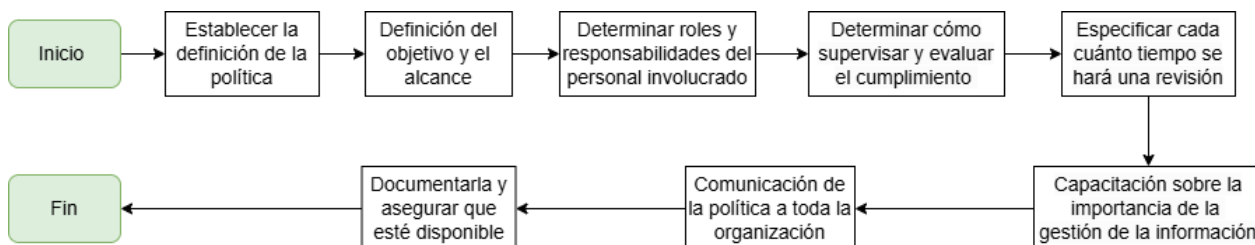


Figura 11: Mapa conceptual para el desarrollo de la Política de Gestión de la Información

Fuente: Elaboración propia

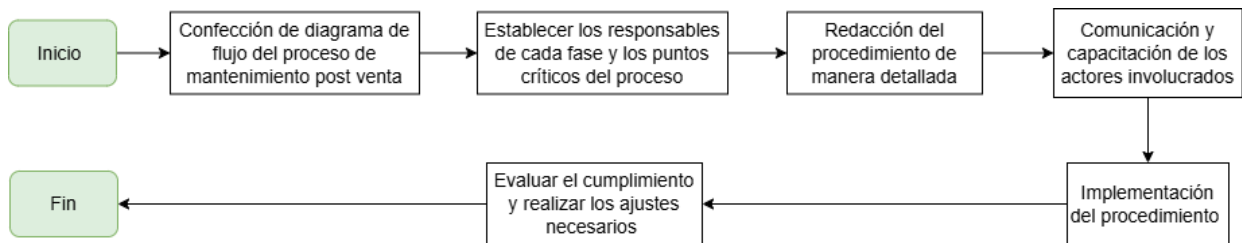


Figura 12: Mapa conceptual para el desarrollo del Procedimiento del Servicio de Mantenimiento
Fuente: Elaboración propia

Paso 5: en la Tabla 9 se compara la situación actual con el modelo propuesto para mejorar el sistema de información de la organización. La implementación de aplicaciones para el registro y almacenamiento de datos garantizará que la información esté siempre accesible y actualizada para la toma de decisiones en todos los niveles de la empresa. Además, al procesar y presentar la información en un tablero de *Power BI* brindará la posibilidad de hacer un seguimiento del desempeño organizacional, proporcionando información útil para impulsar la mejora continua.

Situación actual	Modelo propuesto
La información de los servicios de mantenimiento no está disponible en tiempo y forma	La información estará disponible en el momento para que Administración y Finanzas la procese y envíe la factura al cliente
El relevamiento de los trabajos realizados es complejo e ineficiente	La carga de registros será automática y estandarizada, disminuyendo el tiempo destinado a dicha actividad
Las decisiones estratégicas y operativas se toman sin suficiente información	Toda la información estará disponible para quienes la necesiten para la toma de decisiones
La gestión de la información no es prioritaria	La gestión de la información será una responsabilidad de cada colaborador, siendo una tarea rutinaria y de prioridad en su trabajo diario
Canales de comunicación deficientes y ausencia de responsabilidades claras	Desarrollo de procedimientos de trabajo para establecer canales de comunicación, definir roles y responsabilidades y estandarizar la ejecución de las tareas

Tabla 9: Comparación de modelos
Fuente: Elaboración propia

4.4. Propuestas de mejora

Paso 6: para finalizar la aplicación de la metodología, se definen los cambios factibles o propuestas de mejora para hacer frente a los problemas anteriormente detectados. El paso 7 no forma parte del desarrollo de este trabajo ya que hace referencia a la implementación de los cambios propuestos.

4.4.1. Evaluación de alternativas para la digitalización de los procesos

En el marco de la acción propuesta para facilitar la recopilación y documentación de datos mediante herramientas digitales, se exploraron diferentes plataformas de desarrollo *low-code*, las cuales permiten crear aplicaciones con un mínimo conocimiento de programación. A continuación, en la Figura 13, se presentan algunas de las principales opciones disponibles en el mercado:



Figura 13: Principales plataformas de desarrollo low-code

Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de seleccionar la mejor plataforma para la empresa, se aplicó el método AHP. Este método permite evaluar alternativas en función de múltiples criterios ponderados según su importancia relativa. Para esta evaluación, se definieron los siguientes cinco criterios:

- **Facilidad de uso:** la plataforma debe ser simple y funcional para lograr abordar proyectos complejos sin necesidad de ser programador.
- **Integraciones con otras plataformas:** debe ser capaz de integrarse con herramientas existentes para mantener un flujo de trabajo sin interrupciones y reducir la duplicación de datos y la transferencia manual de información.
- **Costo:** debe ofrecer una buena relación costo-beneficio, asegurando que el ahorro en tiempo y recursos justifique la inversión.
- **Velocidad de desarrollo:** reduce la dependencia de desarrolladores especializados, permitiendo iteraciones ágiles y adaptaciones rápidas.

- **Escalabilidad:** la solución debe poder adaptarse al crecimiento del negocio sin perder rendimiento.

En la Figura 14 se presenta la jerarquía para la selección de la mejor plataforma de desarrollo *low-code* para Procemaq. Esta representación gráfica permite expresar el problema en términos de la meta global, los criterios y las alternativas de decisión.

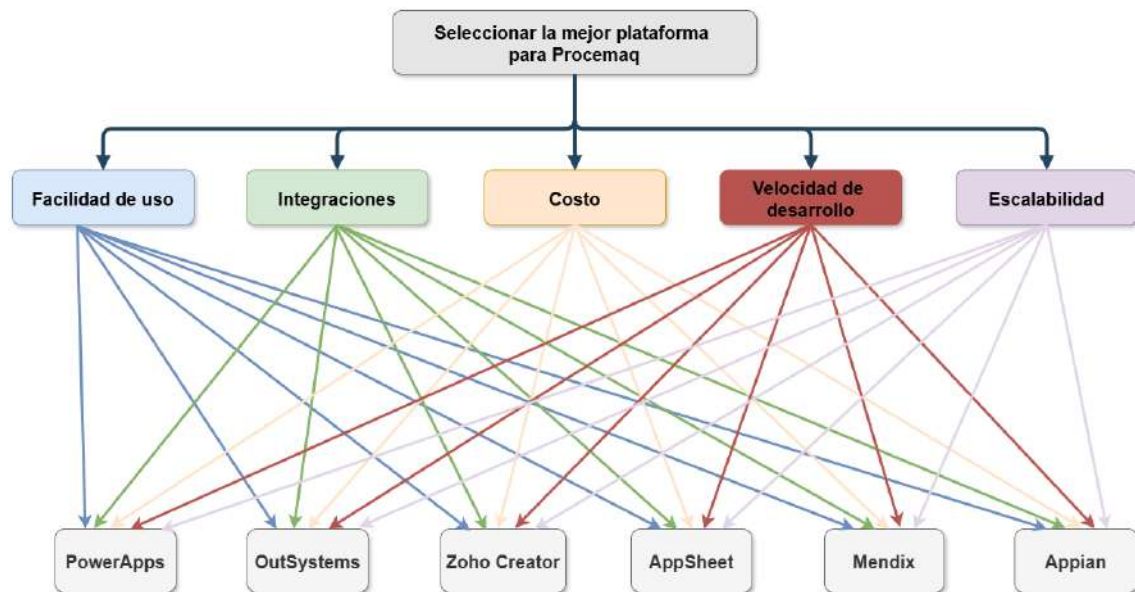


Figura 14: Jerarquía para la selección de plataforma de desarrollo
Fuente: Elaboración propia

La asignación de puntajes en las comparaciones pareadas se muestra en el Anexo C, junto con el resto de los pasos del AHP. Esta valoración se realizó considerando, en primer lugar, la asignación de puntajes de cada criterio, detallada a continuación:

- **Facilidad de uso:** se asignó mayor preferencia a aquellas plataformas que resultan más intuitivas y accesibles para personas con escasos conocimientos de programación.
- **Integraciones:** se valoraron más aquellas plataformas que permiten integrarse fácilmente con las herramientas actualmente utilizadas en la empresa.
- **Costo:** se priorizaron aquellas opciones que, con nula o baja inversión, pueden aportar beneficios en la gestión de la información.
- **Velocidad de desarrollo:** se asignó mayor preferencia a aquellas plataformas que permiten un desarrollo rápido de prototipos
- **Escalabilidad:** se valoraron positivamente aquellas plataformas que posibilitan escalar el prototipo en paralelo al crecimiento del negocio.

En segundo lugar, para respaldar la asignación de valores a las alternativas, se consideró la información presentada en la Tabla 10, construida a partir de los criterios previamente definidos y de datos recopilados de fuentes especializadas. En particular, se consultó a Capterra (s.f.), un proveedor en línea que actúa como intermediario entre compradores y proveedores de tecnología dentro de la industria del software. Esta plataforma asiste a los usuarios en la selección del software más adecuado según sus necesidades, a través de revisiones y evaluaciones realizadas por otros consumidores.

A continuación, la Tabla 10 presenta una comparación entre las distintas plataformas, destacando sus principales características, ventajas y desventajas, lo que permitió sustentar de manera objetiva el análisis multicriterio.

Criterio/Plataforma	<i>Power Apps</i>	<i>OutSystems</i>	<i>Mendix</i>	<i>Appian</i>	<i>Zoho Creator</i>	<i>Google AppSheet</i>
Facilidad de uso	Alta (intuitiva para usuarios de Microsoft)	Alta, requiere capacitación	Media, para usuarios técnicos	Media, orientada a empresas	Muy alta (intuitiva)	Muy alta (fácil para principiantes)
Integraciones	Excelente (Microsoft 365, Dynamics, etc.)	Muy buenas (amplio soporte de APIs)	Muy buenas	Excelentes (orientada a sistemas empresariales)	Buenas, conectividad limitada	Buenas (Google Workspace y otras)
Costo	Medio (parte de Microsoft 365)	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Velocidad de desarrollo	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Alta
Escalabilidad	Media	Alta (diseñada para crecimiento)	Alta (proyectos complejos)	Alta	Media (limitada para grandes proyectos)	Media
Casos de uso ideales	Empresas con ecosistema Microsoft	Grandes empresas con proyectos complejos	Empresas con desarrollos técnicos avanzados	Procesos empresariales complejos	PyMEs y empresas pequeñas	Prototipos rápidos y empresas pequeñas

Ventajas	→ Integración fluida con el ecosistema de Microsoft. → Facilidad de uso para usuarios familiarizados con herramientas de Microsoft.	→ Capacidades robustas para aplicaciones empresariales complejas. → Amplias opciones de integración y escalabilidad.	→ Alta flexibilidad y personalización para desarrollos complejos. → Fuerte soporte comunitario y recursos de aprendizaje.	→ Especialización en automatización de procesos empresariales. → Herramientas avanzadas para gestión de casos y procesos.	→ Interfaz intuitiva y fácil de usar. → Asequible y accesible para pequeñas y medianas empresas.	→ Facilidad para crear aplicaciones sin necesidad de código. → Integración eficiente con <i>Google Workspace</i> y otras fuentes de datos.
Desventajas	→ Limitaciones en personalización avanzada sin conocimientos de desarrollo.	→ Costos elevados. → Requiere capacitación para aprovechar todas sus funcionalidades.	→ Curva de aprendizaje pronunciada para nuevos usuarios. → Costos considerables para licencias empresariales.	→ Menos intuitiva para desarrolladores sin experiencia previa. → Estructura de precios orientada a grandes organizaciones.	→ Capacidades limitadas para aplicaciones complejas.	→ Limitaciones en funcionalidades avanzadas para desarrollos complejos. → Personalización limitada en comparación con otras plataformas.

Tabla 10: Principales plataformas de desarrollo
Fuente: Elaboración propia

En el Anexo C se desarrolló la metodología completa de AHP con las matrices de comparación pareadas y cálculos de los vectores de prioridad. Además, se consideró un aspecto importante: la consistencia de cada matriz. Para evaluarlos, se calculó el índice de consistencia (RC) correspondiente a cada una de las matrices. En todos los casos, los valores obtenidos fueron inferiores a 0,10, lo que indica que los juicios emitidos se consideran consistentes y válidos para la toma de decisiones.

A modo de ejemplo, en la Tabla 11 se presenta el vector de prioridad de los criterios, el cual refleja el peso relativo asignado a cada uno. Como se observa, el criterio con mayor importancia relativa es “Facilidad de uso”, seguido por “Costo”.

Vector de prioridades de criterios	
Facilidad de uso	0,403
Integraciones	0,14
Costo	0,236
Velocidad de desarrollo	0,106
Escalabilidad	0,115

Tabla 11: Vector de prioridades de los criterios
Fuente: Elaboración propia

Finalmente se obtuvo la prioridad global para cada alternativa de decisión. El resultado se refleja en la Tabla 12.

Prioridad global	
Power Apps	0,173
OutSystems	0,147
Mendix	0,109
Appian	0,120
Zoho Creator	0,172
Google AppSheet	0,279

Tabla 12: Prioridad global de las alternativas
Fuente: Elaboración propia

Si bien todas las plataformas son factibles para su uso, con este análisis se determina cuál es prioritaria. En función del resultado expuesto en la Tabla 12 y de las ventajas y desventajas enunciadas en la Tabla 10, se concluye que la mejor opción para desarrollar el prototipo es *Google AppSheet*.

4.4.2. Desarrollo del prototipo de la aplicación *low-code*

Para el desarrollo del prototipo de la aplicación *low-code* propuesta para el servicio de mantenimiento post venta, se tomó como punto de partida el registro físico existente en papel (ver Anexo A). Con el objetivo de digitalizar y organizar la información, se replicaron los campos presentes en dicho registro en un libro de *Google Sheets*. Dentro de este archivo, se crearon dos hojas principales con el fin de facilitar el análisis y la visualización de los datos.

- BD MTTO: esta primera hoja funciona como base de datos principal, en la que se registran las órdenes de trabajo. Cada fila representa un registro único, correspondiente a una orden de mantenimiento, e incluye campos como fecha de contacto con el cliente, responsable del taller, nombre del cliente, tipo de trabajo, fecha de inicio del mantenimiento, estado de la orden de trabajo, entre otros.
- Tareas MTTO: esta hoja complementa a la anterior y permite desagregar las distintas tareas realizadas dentro de cada orden de trabajo. De esta manera, una misma orden puede estar asociada a múltiples tareas, lo que posibilita un análisis más detallado de las acciones ejecutadas. En esta sección se registra el personal involucrado en las distintas tareas, las fechas y horarios de inicio y fin, así también los materiales utilizados.

Una vez diseñadas ambas hojas de *Google Sheets*, el siguiente paso fue vincularlas a la plataforma *Google AppSheet* y modelar cómo sería la interfaz con el usuario (ver Anexo D). La aplicación cuenta con las siguientes funciones principales:

- Crear órdenes de trabajo: permite generar nuevos registros en la base de datos.
- Editar órdenes de trabajo: brinda la posibilidad de modificar registros existentes para actualizar información según el avance del trabajo.
- Gestión de las tareas: cada orden de trabajo puede vincularse con una o más tareas específicas, lo cual permite un seguimiento detallado de las acciones realizadas.
- Notificaciones automatizadas: al finalizar una orden de trabajo, se envía automáticamente un correo electrónico con un resumen en formato PDF, también generado de forma automática desde la misma plataforma. Esta funcionalidad busca reducir drásticamente el tiempo transcurrido desde la finalización del servicio de mantenimiento hasta el proceso de facturación.
- Segmentación por estado: en la pantalla principal, las órdenes de trabajo se agrupan en tres categorías según su estado (Pendiente, En curso y Terminada), lo que facilita la gestión y priorización de actividades.

Dentro de esta misma aplicación, también se encuentra disponible el módulo “Proyectos” para registrar los datos referidos a la fabricación de equipos (ver Figura D6,

en Anexo D). Este módulo funciona bajo la misma lógica funcionamiento y registro que el de mantenimiento y en este caso, la notificación automatizada es para dar aviso de la finalización de proyecto.

Cabe destacar que la aplicación desarrollada en *AppSheet* es multiplataforma, es decir, puede ejecutarse tanto en dispositivos móviles (*smartphones* o *tablets*) como en computadoras de escritorio o portátiles. Esto permite a los usuarios interactuar con el sistema desde cualquier lugar, facilitando la carga y consulta de datos en tiempo real durante la realización de las tareas de mantenimiento.

4.4.3. Desarrollo del prototipo del tablero de *Power BI*

El desarrollo de un tablero en *Power BI* representa un paso concreto hacia la adopción de herramientas de Inteligencia de Negocios, al permitir transformar datos operativos en información útil para la toma de decisiones. Esto permite consolidar grandes volúmenes de información dispersa y transformarla en indicadores clave de desempeño.

Como parte de la propuesta de mejora, se desarrolló el prototipo de un tablero de visualización en *Power BI* que ilustra los datos recolectados mediante la aplicación de mantenimiento (ver Figura 15). Esta integración permite transformar los registros ingresados en la base de datos en información visual e interactiva, facilitando el análisis y la toma de decisiones. Cabe destacar que este prototipo se centra exclusivamente en los servicios de mantenimiento post venta, por lo que toda la visualización está orientada a este proceso.

En la parte superior del tablero se incluyen botones interactivos que permiten filtrar la información por cada operador de Procemaq involucrado en tareas de mantenimiento. En este caso, están identificados con números del 1 al 4, aunque sería recomendable reemplazarlos por sus nombres completos para una mayor claridad.

Esta visualización presenta distintos indicadores clave, tales como:

- Un gráfico de barras que muestra la distribución total de horas de mantenimiento por operador.
- Un gráfico de torta que indica el estado de las órdenes de mantenimiento (finalizadas, en curso y pendientes).
- Tarjetas indicadoras de horas totales de mantenimiento y tiempo promedio de respuesta (TPR) ante una solicitud de trabajo.
- Una tabla ordenada según las órdenes de trabajo, las máquinas intervenidas y las tareas asociadas.

Además, en el lateral izquierdo se incluye un filtro por cliente, lo cual permite refinar aún más el análisis según el equipo intervenido. De esta manera, se brinda una herramienta de apoyo a la gestión, basada en datos actualizados automáticamente desde el archivo de *Google Sheets* anteriormente mencionado.

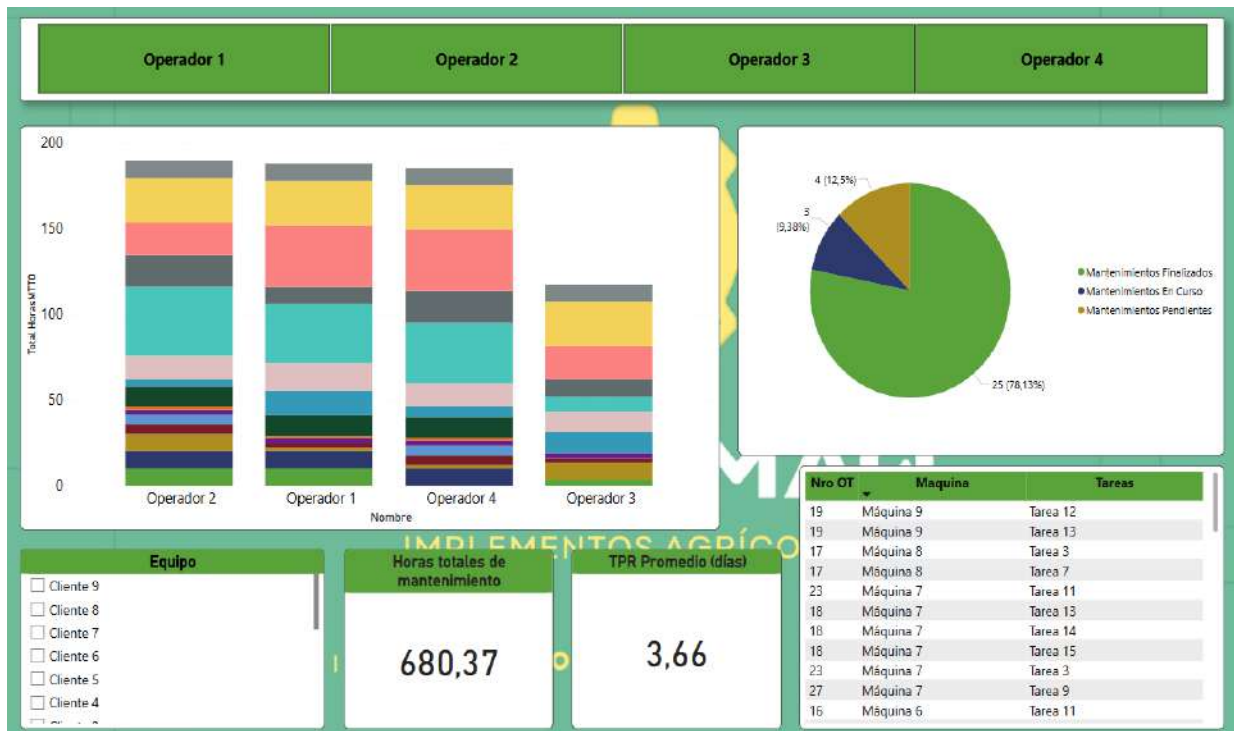


Figura 15: Tablero de Power BI
Fuente: Elaboración propia

El tablero, al ser dinámico, permite la aplicación de múltiples filtros que facilitan un análisis más específico de la información. Por ejemplo, es posible filtrar los datos por operador utilizando el botón correspondiente ubicado en la parte superior de la pantalla. Tal como se observa en la Figura 16, la visualización se actualiza automáticamente en función del filtro seleccionado. De la misma manera, pueden aplicarse filtros por equipo, tipo de tarea o incluso interactuar directamente con los gráficos (ya sea de barras o de torta) seleccionando una porción específica para focalizar la información.

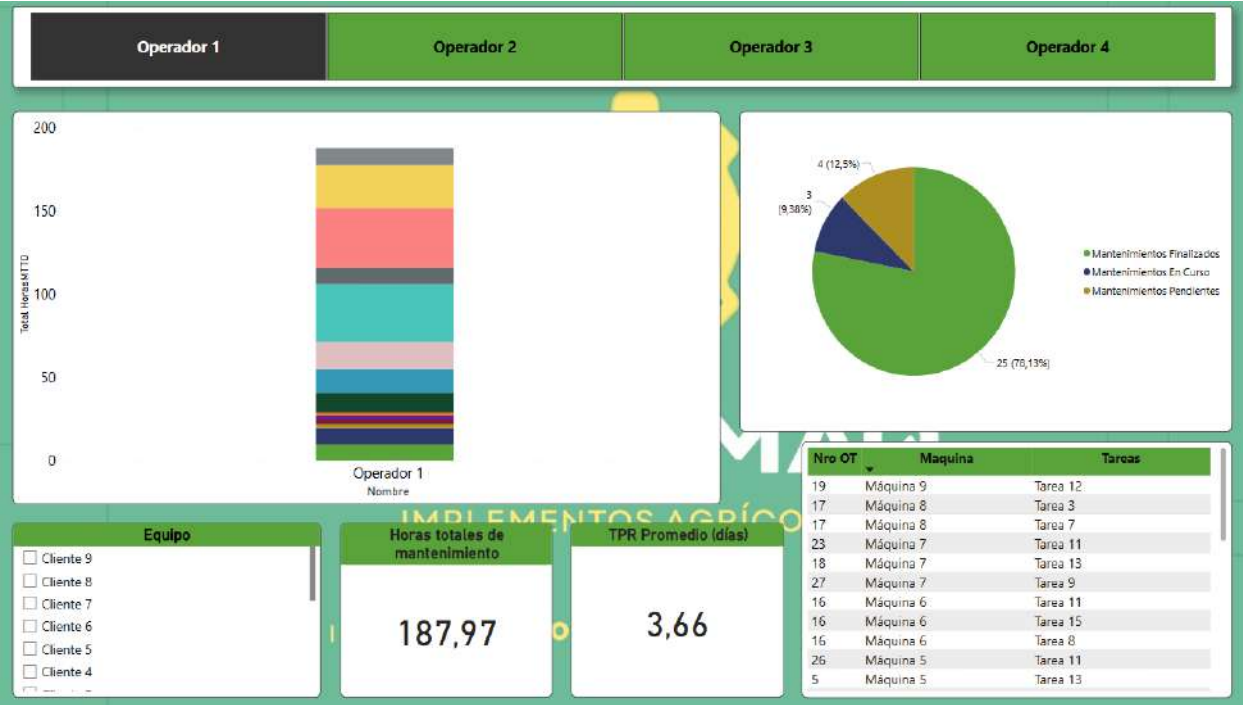


Figura 16: Tablero de Power BI filtrado por operador
Fuente: Elaboración propia

Esta propuesta refuerza la idea de que el uso de plataformas de Business Intelligence no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también promueve una cultura enfocada en la transparencia, la mejora continua y la toma de decisiones informadas.

4.4.4. Política de gestión de la información

Para que la información utilizada en la empresa sea accesible, confiable y se mantenga actualizada, es necesario que su gestión sea una prioridad para todos los integrantes de la organización. Dado que una de las debilidades detectadas fue que el registro de información no se considera una actividad prioritaria, se propone establecer una política formal de gestión de la información, la cual deberá ser difundida por la Gerencia y estar disponible para todas las partes interesadas. En el Anexo E se presenta tanto la política propuesta como un anuncio diseñado para ser visible en cada sector de trabajo. A continuación, se detallan las secciones que la componen.

1- OBJETIVO

La información es un activo fundamental para la organización y para la toma de decisiones estratégicas. Esta política establece los principios para garantizar que la información utilizada en la empresa sea confiable, precisa y actualizada, comprometiendo a todos los colaboradores en su gestión.

2- ALCANCE

Esta política aplica a todos los empleados y partes interesadas que generen, modifiquen o utilicen información dentro de la organización, independientemente del formato o sistema en el que se encuentre almacenada.

3- PRINCIPIOS

- Precisión y actualización: toda información utilizada para la toma de decisiones se debe mantener actualizada para garantizar su validez y relevancia.
- Responsabilidad compartida: cada colaborador es responsable de la correcta generación, almacenamiento y difusión de la información en su ámbito de trabajo.
- Accesibilidad y seguridad: la información debe ser accesible para quienes la necesiten, garantizando al mismo tiempo su protección.
- Trazabilidad y transparencia: Se deben mantener registros claros de la información generada asegurando su origen, modificaciones y responsables.

4- RESPONSABILIDADES

- La Dirección de la empresa debe promover y supervisar el cumplimiento de esta política, garantizando los recursos necesarios para su implementación.
- Cada área de la organización debe asegurar la calidad y actualización de la información que genera y utiliza.
- Todos los colaboradores tienen la obligación de gestionar la información de forma responsable y reportar cualquier inconsistencia o riesgo detectado.

5- CUMPLIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

El cumplimiento de esta política será monitoreado periódicamente y sujeto a revisión para su mejora continua, asegurando que la información siga alineada con los objetivos estratégicos de la empresa y con las mejores prácticas en gestión de datos. Anualmente se hará una revisión y actualización de la política, ya que su evolución debe acompañar los cambios tecnológicos que impacten en la gestión de la información.

4.4.5. Lineamientos para desarrollar un procedimiento

Según la norma ISO 9001:2015, un procedimiento es una forma específica para llevar a cabo una actividad o proceso. El desarrollo de procedimientos documentados permite estandarizar procesos, facilitar la transferencia de conocimiento y garantizar la trazabilidad de las operaciones (International Organization for Standardization, 2015).

A continuación, se presentan ciertos lineamientos para el desarrollo de un procedimiento claro y estructurado que defina las etapas del servicio de mantenimiento post venta, abarcando desde la recepción de solicitudes hasta la documentación final y cierre del servicio. El objetivo principal es establecer un único canal de comunicación con el

cliente, reducir demoras y definir con claridad las responsabilidades de cada parte involucrada.

1. Convocar a las partes interesadas (Gerencia, Administración y Finanzas, Talleres y Planificación) para relevar el proceso actual y establecer posibles mejoras. Esta participación integral es esencial para garantizar una visión completa del proceso.
2. Realizar un mapeo del proceso actual utilizando como herramienta un diagrama de flujo con el objetivo de identificar los puntos críticos o ineficiencias que deben ser abordados.
3. Definir las etapas del servicio para poder estructurar el procedimiento en fases claras. Esta división podría ser por ejemplo:
 - a. Recepción y registro de la solicitud
 - b. Evaluación técnica y planificación de la ejecución
 - c. Ejecución del mantenimiento
 - d. Registro y documentación del trabajo realizado
 - e. Cotización, contacto con el cliente y facturación
4. Una vez definidas las etapas, se debe determinar qué áreas son responsables en cada una, y luego establecer los canales y herramientas a utilizar para compartir la información entre las áreas involucradas.
5. Establecer los datos mínimos requeridos a ser registrados y luego estandarizar los registros y sistemas digitales que deben ser completados.
6. Redactar el procedimiento de manera detallada y validarlo mediante simulaciones antes de su implementación y aprobación final.
7. Una vez aprobado el procedimiento, se debe comunicar de forma clara a toda la organización e incluir una instancia de capacitación para asegurar su correcta adopción.
8. Por último, se debe establecer un mecanismo para la revisión periódica del procedimiento, que permita actualizarlo ante cambios organizacionales o mejoras identificadas.

4.5. Lineamientos para la implementación de las mejoras

Con el objetivo de asegurar una correcta adopción de las mejoras propuestas orientadas al sistema de información se definen los siguientes lineamientos generales para guiar su implementación efectiva. Estos abarcan los recursos necesarios, estrategias de capacitación, e indicadores para evaluar el impacto de las herramientas incorporadas.

- **Recursos necesarios:**
 - **Recursos humanos:** será imprescindible la participación activa del personal de las áreas involucradas, especialmente aquellos que interactúan directamente con las aplicaciones desarrolladas y el tablero de *Power BI*. La retroalimentación continua será clave tanto para el perfeccionamiento de las herramientas como para la revisión periódica de la política de la gestión de la información. Asimismo, en lo referente a los procedimientos, serán las propias partes interesadas quienes deberán encargarse de su desarrollo, basándose en la descripción de los procesos definida en los diagramas de flujo elaborados.
 - **Recursos tecnológicos:** se requerirá contar con computadoras, *tablets* o *smartphones* para hacer uso de las aplicaciones. Además, se deberá disponer de conexión a internet para garantizar la sincronización de datos y la disponibilidad de la información para todas las partes interesadas.
 - **Recursos financieros:** se deberán contemplar los costos asociados con las posibles mejoras y mantenimiento de las aplicaciones, así como aquellos relacionados con actividades de capacitación del personal.
- **Capacitación y comunicación:** el personal involucrado deberá recibir formación específica sobre el uso de las nuevas aplicaciones digitales y del tablero de *Power BI*. Será necesario concientizar al personal sobre los beneficios de la digitalización y el impacto que las nuevas herramientas generarán en la eficiencia y la calidad de las operaciones. Con la finalidad de minimizar la resistencia al cambio, se deberá promover una cultura de mejora continua, fomentando la participación activa y exhibiendo resultados parciales que evidencien los avances obtenidos.

Se sugiere organizar reuniones breves, donde se presenten los objetivos de cada herramienta, su utilidad concreta en el trabajo diario, y se realicen demostraciones prácticas del uso de las aplicaciones (demos). Estas instancias pueden realizarse en equipos reducidos, fomentando la participación y el intercambio.

La comunicación de los cambios no debe limitarse a una instancia puntual, sino que debe mantenerse de forma sostenida a lo largo de todo el proceso de implementación. Tal como se observa en los modelos conceptuales desarrollados anteriormente (ver Figuras 9, 10 y 11), la comunicación efectiva

actúa como un punto de convergencia entre propuestas, permitiendo alinear actividades y asegurar que todas las áreas involucradas comprendan su rol en el proceso.

- **Indicadores para evaluar el impacto:**

- **Tiempo promedio de emisión de la factura una vez realizado el servicio de mantenimiento post venta (TPF):** es una medida de los días transcurridos entre la finalización del servicio y el envío de la factura al cliente (ver Ecuación 3).

$$TPF = \frac{\Sigma(\text{Fecha de envío de la factura} - \text{fecha de finalización del servicio})}{\text{Cantidad de órdenes de trabajo}} \quad (3)$$

Se sugiere calcular este indicador antes y después de la incorporación de las aplicaciones, tomando como muestra un número determinado de órdenes de trabajo, por ejemplo 10. El resultado esperado es una mejora reflejada en una disminución del valor de TPF. Este indicador permite evaluar la eficiencia del proceso y el impacto directo en la percepción del cliente, aspectos relevantes para la calidad del servicio post venta.

- **Eficiencia administrativa:** la relación entre la cantidad de órdenes de trabajo procesadas y el tiempo requerido para su gestión, permite obtener una medida directa de la capacidad operativa del área administrativa, tanto antes como después de la implementación de las aplicaciones *low-code*.

Se espera que, al calcular este indicador antes y después de la incorporación de las aplicaciones, se observe una mejora reflejada en un aumento del valor de la eficiencia. Esta variación permitirá evaluar el impacto real de las herramientas digitales sobre la capacidad operativa del área administrativa (ver Ecuación 4).

$$\text{Eficiencia administrativa} = \frac{\text{Órdenes procesadas}}{\text{Tiempo invertido}} \quad (4)$$

- **Índice de satisfacción de los empleados:** considerando que la adopción tecnológica depende en gran medida de la percepción de los usuarios, se propone un indicador para detectar oportunidades de mejora y reforzar una cultura organizacional orientada a la innovación y la mejora continua. Para el cálculo se propone el desarrollo de encuestas de satisfacción con los siguientes aspectos:
 - Facilidad de uso de las nuevas aplicaciones
 - Percepción de mejora en su tarea diaria
 - Disminución de errores o retrabajos
 - Impacto en su carga laboral

Cada aspecto deberá ser puntuado en una escala de 1 a 5, donde 1 representa "muy insatisfecho" y 5 representa "muy satisfecho".

El puntaje obtenido se obtendrá sumando las valoraciones de todos los aspectos evaluados por todos los encuestados.

El puntaje máximo posible será el resultado de multiplicar la cantidad de preguntas por la cantidad de encuestados y por la puntuación máxima posible (5 puntos).

Finalmente, el índice de satisfacción se calculará como el cociente entre el puntaje obtenido y el puntaje máximo posible, expresado en porcentaje (ver Ecuación 5).

$$\text{Índice de satisfacción (\%)} = \left(\frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje máximo posible}} \right) \times 100 \quad (5)$$

- **Tiempo promedio de respuesta a la solicitud del cliente (TPR):** es una medida aplicada especialmente al servicio de mantenimiento post venta, que evalúa la cantidad de días transcurridos entre la recepción de la solicitud de mantenimiento y la intervención efectiva en la instalación del cliente (ver Ecuación 6).

$$TPR = \frac{\Sigma(\text{Fecha de intervención} - \text{fecha de solicitud})}{\text{Cantidad de solicitudes atendidas}} \quad (6)$$

Se espera una disminución de este valor luego de la implementación de las mejoras, reflejando mayor agilidad en la planificación, disponibilidad de información técnica y asignación de recursos. Este indicador también permite realizar un seguimiento continuo del trabajo diario, facilitando la comparación entre períodos y ayudando a mantener el TPR dentro de un valor deseado.

En conjunto, los indicadores propuestos permiten evaluar de manera integral el impacto de las mejoras planteadas en el sistema de información. Su aplicación no solo facilita la medición de los resultados alcanzados, sino que también sienta las bases para una gestión basada en datos confiables.

5. Conclusiones

A lo largo del trabajo se lograron cumplir los objetivos propuestos, orientados a abordar la problemática detectada en el sistema de información de Procemaq. Se analizó en detalle la gestión actual de los datos, así como el flujo de información entre las distintas áreas de la empresa. Esto permitió identificar las principales debilidades en la documentación y comunicación y, posteriormente, determinar oportunidades de mejora.

La aplicación de la metodología de Investigación Operativa Soft resultó fundamental para comprender el problema desde una perspectiva sistémica, permitiendo incluir distintos puntos de vista de los actores involucrados y priorizar las acciones de mejora. Por su parte, la implementación del Proceso Analítico Jerárquico facilitó la comparación de alternativas tecnológicas disponibles y permitió seleccionar, de manera fundamentada y consistente, la plataforma más adecuada a las necesidades de la organización.

Complementariamente, se diseñó un tablero interactivo en *Power BI* que permite centralizar y visualizar la información generada por las nuevas aplicaciones, ofreciendo a la empresa una herramienta valiosa para la toma de decisiones operativas y estratégicas. Esta visualización dinámica permitirá anticipar necesidades, evaluar resultados y fortalecer el control de los procesos.

La implementación de una política de gestión de la información contribuye a institucionalizar el valor de los datos dentro de la cultura organizacional, destacando la información como un recurso estratégico y promoviendo prácticas que garanticen su integridad, disponibilidad y aprovechamiento. Los lineamientos establecidos para la implementación de las mejoras propuestas contribuirán a una adopción adecuada, al contemplar los recursos necesarios, las estrategias de capacitación y los indicadores para evaluar el impacto de las herramientas incorporadas.

Finalmente, se concluye que el conjunto de mejoras propuestas representa un avance hacia la transformación digital de la empresa, alineándose con los principios de la Industria 4.0. Estas acciones no solo mejoran los procesos actuales, sino que también impulsan un cambio cultural basado en la mejora continua, la trazabilidad y la transparencia operativa. Además, crean un entorno propicio para avanzar hacia un enfoque de Inteligencia de Negocios, entendido no sólo como la incorporación de tecnología, sino como la capacidad de generar y gestionar conocimiento a partir de los datos.

6. Bibliografía

- ADIMRA (2019). *Guía Metalmeccánica*.
<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/quia-metalmeccanica.pdf>
- Alberto, C. L., y Carignano, C. E. (2013). *Apoyo Cuantitativo a las Decisiones* (4ª ed.). Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNC.
- Almarza Franco, Y., y González, V. (2019). *Metodología y procedimientos para la digitalización de documentos* (1ª ed.). Dirección General de Gestión de la Información y Estudios del INAI.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., y Williams, T. A. (2004). *Introducción a los Modelos Cuantitativos para Administración*. Grupo Editorial Iberoamericana.
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., y Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el futuro*. Buenos Aires: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Capterra. *Encuentra software y reseñas de herramientas empresariales*.
<https://www.capterra.com/>
- Casas Anguita, J., Donado Campos, J., y Repullo Labrador, J. R. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria*, 31(8), (p. 527-538).
- Castillo Giraldo, D., Davila Gilede, J., y Sánchez Caimán, P. J. (2018). Industria 4.0 y tendencias en la ingeniería industrial. Comunicación presentada en *XI Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias 2018*, Colombia, 24-26 octubre 2018.
- Checkland, P., y Poulter, J. (2020). Soft Systems Methodology. En: Reynolds, M., Holwell, S. (Eds.), *Systems Approaches to Making Change: A Practical Guide*. (p. 201-253). Springer.
- Conesa Caralt, J., y Curto Díaz, J. (2010). *Introducción al Business Intelligence*. Editorial UOC.
- Díaz Barriga Arceo, F., y Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (2ª ed.). McGraw-Hill.
- International Organization for Standardization. (1985). *ISO 5807. Information processing — Documentation symbols and conventions for data, program and system flowcharts, program network charts and system resources charts*.
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos*.
- Jaén García, L. F. (2019). *Fuentes de información para la investigación en Archivística y Bibliotecología*. Editorial UCR.
- Krajewski, L., Ritzman, L., y Malhotra, M. (2018). *Operations Management: Processes and Supply Chains* (11ª ed.). Pearson.
- Laudon, K. C., y Laudon, J. P. (2012). *Sistemas de información gerencial* (12ª ed.). Pearson.
- Lázaro Gutiérrez, R. (2021). Entrevistas estructuradas, semiestructuradas y libres. Análisis de contenido. En J. M. Tejero González (Ed.), *Técnicas de*

- investigación cualitativa en los ámbitos sanitario y sociosanitario* (p. 65-69). Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Machuca, J. A. (1995). *Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. Irwin McGraw-Hill.
 - Minaya Vera, C. G., Oswaldo Vicente, M. V., Arias Vera, I. L., Andres Alexander, M. V., y Bravo Vera, H. F. (2022). El desarrollo Low/No-code y el futuro de los desarrolladores de software. *Minerva, 1 (Special)*, (p. 21-33).
 - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (s.f.). *Informes y publicaciones*. Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/vintec/informes-y-publicaciones>
 - Ministerio de Producción. (s.f.). Industria 4.0. Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/produccion/planargentina40/industria-4-0#:~:text=El%20concepto%20de%20Industria%204.0,los%20datos%20en%20tiempo%20real>
 - Murillo, S. (2006). Sistemas de Información como arma estratégica en la gestión empresarial. *Revista Perspectivas*, 9(18), (p. 161-176).
 - Schroeder, R. G. (2005). *Administración de operaciones: Conceptos y casos contemporáneos*. Irwin McGraw-Hill.
 - Summers, D. C. S. (2006). *Administración de la calidad*. Pearson Educación.
 - Tabone, L. B., Mortara, V. A., y Zanfrillo, A. I. (2019). Propuesta de un sistema de información para una institución de salud mental utilizando Investigación Operativa Soft. Comunicación presentada en *XII Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias 2019*, Manizales [COL], 25-27 septiembre 2019.
 - Valderrama, B. (2019). Transformación digital y organizaciones ágiles. *ARANDU-UTIC – Revista Científica Internacional*, 6(1), (p. 1-15).
 - Vega Briceño, E. A. (2005). *Los sistemas de información y su importancia para las organizaciones y empresas*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/sistemas-informacion-importancia-empresa/>

Anexo B

A continuación, se detallan las preguntas que conforman el Formulario de Google, respondido por el personal jerárquico de Procemaq.

1. ¿A qué área o departamento de la empresa perteneces?
2. ¿Qué dificultades enfrentas al gestionar la información de tus actividades rutinarias?
3. ¿Has experimentado dificultades para comunicar eficazmente información dentro de tu área o hacia las demás áreas?
4. ¿Qué información esperas recibir y cómo te afecta? ¿De dónde debería provenir?
5. ¿Qué información necesitas recibir más rápido o de manera más clara?
6. ¿A quién le envías información?
7. ¿Qué herramientas usas para registrar o compartir información? ¿Existen limitaciones en estas herramientas?
8. ¿Qué procesos te generan más demoras por problemas de comunicación o datos incompletos?
9. ¿Qué tan fácil es coordinarse con otras áreas? ¿Dónde suelen ocurrir los conflictos?
10. ¿Cuáles son los problemas más comunes relacionados con la información que utilizas? (Por ejemplo: datos incompletos, desactualizados, erróneos)
11. ¿Qué errores o inconvenientes ocurren con mayor frecuencia en la generación de información? (Por ejemplo: retrasos, duplicación de tareas, falta de estándares).
12. ¿Qué procesos o resultados se ven perjudicados si la información no es correcta o llega tarde? ¿Y cuáles son las consecuencias de este problema?
13. ¿Ocurren errores o malentendidos producto de una comunicación deficiente o datos poco confiables?
14. ¿Qué rol juega la tecnología en la gestión de información desde tu punto de vista?

Anexo C

En el siguiente anexo se presenta el desarrollo completo del Proceso de Jerarquía Analítica que se realizó para la selección de la plataforma más adecuada para Procemaq. Se consideraron las siguientes alternativas: *Power Apps*, *OutSystems*, *Mendix*, *Appian*, *Zoho Creator* y *Google AppSheet*.

En primer lugar, se emitieron los juicios de valor en conjunto con la Gerencia, lo que permitió realizar las comparaciones pareadas utilizando la escala de Saaty. Estas comparaciones se aplicaron tanto entre los criterios fundamentales como entre las distintas alternativas, evaluadas según cada criterio. Los resultados se presentan en las Tablas C1 a C6.

Criterios	Facilidad de uso	Integraciones	Costo	Velocidad de desarrollo	Escalabilidad
Facilidad de uso	1	4	2	4	3
Integraciones	0,25	1	0,33	2	2
Costo	0,5	3	1	1	3
Velocidad de desarrollo	0,25	0,5	1	1	0,50
Escalabilidad	0,33	0,5	0,33	2	1

Tabla C1: Matriz de comparaciones pareadas entre criterios
Fuente: Elaboración propia

Facilidad de uso	PowerApps	OutSystems	Mendix	Appian	Zoho Creator	Google AppSheet
PowerApps	1	1	3	3	0,5	0,5
OutSystems	1	1	3	3	0,5	0,5
Mendix	0,33	0,33	1	1	0,25	0,25
Appian	0,33	0,33	1	1	0,25	0,25
Zoho Creator	2	2	4	4	1	0,33
Google AppSheet	2	2	4	4	3	1

Tabla C2: Matriz de comparaciones pareadas, criterio Facilidad de uso
Fuente: Elaboración propia

Integraciones	PowerApps	OutSystems	Mendix	Appian	Zoho Creator	Google AppSheet
PowerApps	1	2	2	1	3	3
OutSystems	0,5	1	1	0,5	2	2
Mendix	0,5	1	1	0,5	2	2
Appian	1	2	2	1	3	3
Zoho Creator	0,33	0,5	0,5	0,33	1	0,5
Google AppSheet	0,33	0,5	0,5	0,33	2	1

Tabla C3: Matriz de comparaciones pareadas, criterio Integraciones
Fuente: Elaboración propia

Costo	PowerApps	OutSystems	Mendix	Appian	Zoho Creator	Google AppSheet
PowerApps	1	3	3	3	0,5	0,25
OutSystems	0,33	1	1	1	0,33	0,2
Mendix	0,33	1	1	1	0,33	0,2
Appian	0,33	1	1	1	0,33	0,2
Zoho Creator	2	3	3	3	1	0,5
Google AppSheet	4	5	5	5	2	1

Tabla C4: Matriz de comparaciones pareadas, criterio Costo
Fuente: Elaboración propia

Velocidad de desarrollo	PowerApps	OutSystems	Mendix	Appian	Zoho Creator	Google AppSheet
PowerApps	1	1	1	1	3	1
OutSystems	1	1	1	1	3	1
Mendix	1	1	1	1	3	1
Appian	1	1	1	1	3	1
Zoho Creator	0,33	0,33	0,33	0,33	1	0,33
Google AppSheet	1	1	1	1	3	1

Tabla C5: Matriz de comparaciones pareadas, criterio Velocidad de desarrollo
Fuente: Elaboración propia

Si bien el criterio “velocidad de desarrollo” presenta valores similares para casi todas las plataformas, se decidió conservarlo por su importancia estratégica en contextos donde se requiere generar soluciones ágiles y adaptativas. La baja diferenciación se debe a que la mayoría de las plataformas low-code ofrecen tiempos de desarrollo similares, con excepción de *Zoho Creator*, cuya interfaz resulta más limitada según la información recabada. Por este motivo, este criterio terminó teniendo menor peso en la evaluación global.

Escalabilidad	PowerApps	OutSystems	Mendix	Appian	Zoho Creator	Google AppSheet
PowerApps	1	0,5	0,3333333333	0,5	2	1
OutSystems	2	1	1	1	3	2
Mendix	3	1	1	1	3	2
Appian	2	1	1	1	2	1
Zoho Creator	0,5	0,33	0,3333333333	0,5	1	0,5
Google AppSheet	1	0,5	0,5	1	2	1

Tabla C6: Matriz de comparaciones pareadas, criterio Escalabilidad
Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso se realizó para cada una de las tablas previas y consistió en dividir cada elemento de la matriz entre el total de su columna, obteniendo como resultado la matriz de comparaciones pareadas normalizada. Además, se calculó el promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada, obteniendo el vector de prioridades. Los resultados alcanzados se presentan en las Tablas C7 a C12.

Criterios	Facilidad de uso	Integraciones	Costo	Velocidad de desarrollo	Escalabilidad	Vector de prioridades
Facilidad de uso	0,429	0,444	0,429	0,400	0,316	0,403
Integraciones	0,107	0,111	0,071	0,200	0,211	0,14
Costo	0,214	0,333	0,214	0,100	0,316	0,236
Velocidad de desarrollo	0,107	0,056	0,214	0,100	0,053	0,106
Escalabilidad	0,143	0,056	0,071	0,200	0,105	0,115

Tabla C7: Vector de prioridades entre criterios
Fuente: Elaboración propia

Facilidad de uso	PowerApps	OutSystems	Mendix	Appian	Zoho Creator	Google AppSheet	Vector de prioridades
PowerApps	0,15	0,15	0,188	0,188	0,091	0,176	0,157
OutSystems	0,15	0,15	0,188	0,188	0,091	0,176	0,157
Mendix	0,05	0,05	0,063	0,063	0,045	0,088	0,06
Appian	0,05	0,05	0,063	0,063	0,045	0,088	0,06
Zoho Creator	0,3	0,3	0,25	0,25	0,182	0,118	0,233
Google AppSheet	0,3	0,3	0,25	0,25	0,545	0,353	0,333

Tabla C8: Vector de prioridades, criterio Facilidad de uso
Fuente: Elaboración propia

Integraciones	PowerApps	OutSystems	Mendix	Appian	Zoho Creator	Google AppSheet	Vector de prioridades
PowerApps	0,3	0,286	0,286	0,3	0,231	0,261	0,268
OutSystems	0,14	0,143	0,143	0,136	0,154	0,17	0,148
Mendix	0,14	0,143	0,143	0,14	0,154	0,17	0,148
Appian	0,3	0,286	0,286	0,3	0,231	0,261	0,268
Zoho Creator	0,1	0,071	0,071	0,1	0,077	0,043	0,074
Google AppSheet	0,1	0,071	0,071	0,1	0,154	0,087	0,094

Tabla C9: Vector de prioridades, criterio Integraciones
Fuente: Elaboración propia

Costo	PowerApps	OutSystems	Mendix	Appian	Zoho Creator	Google AppSheet	Vector de prioridades
PowerApps	0,125	0,214	0,214	0,214	0,111	0,106	0,164
OutSystems	0,042	0,071	0,071	0,071	0,074	0,085	0,069
Mendix	0,042	0,071	0,071	0,071	0,074	0,085	0,069
Appian	0,042	0,071	0,071	0,071	0,074	0,085	0,069
Zoho Creator	0,25	0,214	0,214	0,214	0,222	0,213	0,221
Google AppSheet	0,5	0,357	0,357	0,357	0,444	0,426	0,407

Tabla C10: Vector de prioridades, criterio Costo
Fuente: Elaboración propia

Velocidad de desarrollo	PowerApps	OutSystems	Mendix	Appian	Zoho Creator	Google AppSheet	Vector de prioridades
PowerApps	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
OutSystems	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
Mendix	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
Appian	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188
Zoho Creator	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
Google AppSheet	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188

Tabla C11: Vector de prioridades, criterio Velocidad de desarrollo
Fuente: Elaboración propia

Escalabilidad	PowerApps	OutSystems	Mendix	Appian	Zoho Creator	Google AppSheet	Vector de prioridades
PowerApps	0,105	0,115	0,08	0,1	0,154	0,133	0,115
OutSystems	0,211	0,231	0,24	0,2	0,231	0,267	0,23
Mendix	0,316	0,231	0,24	0,2	0,231	0,267	0,247
Appian	0,211	0,231	0,24	0,2	0,154	0,133	0,195
Zoho Creator	0,053	0,077	0,08	0,1	0,077	0,067	0,076
Google AppSheet	0,105	0,115	0,12	0,2	0,154	0,133	0,138

Tabla C12: Vector de prioridades, criterio Escalabilidad
Fuente: Elaboración propia

En esta etapa se calcularon los índices de consistencia de las matrices, para lo cual primero se obtuvo el valor de $\lambda_{m\acute{a}x}$ (Nmáx) correspondiente a cada una. Este valor se determinó mediante la multiplicación matricial de la matriz de comparaciones no normalizada por el vector de prioridades. Luego, cada componente del resultado se dividió por el valor de la fila correspondiente del vector de prioridades, y finalmente se calculó el promedio de los valores obtenidos. Este procedimiento se detalla en la Tabla C13.

Matriz	Criterios	Facilidad de uso	Integraciones	Costo	Velocidad de desarrollo	Escalabilidad
(Matriz no normalizada x Vector de prioridades)/ elemento correspondiente del vector prioridades	5,461	6,087	6,089	6,085	6	6,092
	5,436	6,087	6,096	6,034	6	6,108
	5,555	6,120	6,096	6,034	6	6,139
	5,380	6,120	6,089	6,034	6	6,111
	5,302	6,220	6,036	6,217	6	6,067
	-	6,423	6,038	6,253	6	6,066
Nmáx	5,427	6,176	6,074	6,109	6	6,097

Tabla C13: Cálculo Nmáx
Fuente: Elaboración propia

El AHP proporciona una medida de la consistencia de los juicios en las comparaciones pareadas a través del cálculo de la relación de consistencia (RC). Se considera que los valores de la relación de consistencia de 0,10 o menos son señal de un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas. Por lo tanto, el siguiente paso consistió en evaluar estos índices, alcanzando los valores presentados en la Tabla C14.

Matriz	Criterios	Facilidad de uso	Integraciones	Costo	Velocidad de desarrollo	Escalabilidad
Nmáx	5,427	6,176	6,074	6,109	6	6,097
N	5	6	6	6	6	6
IC	0,107	0,035	0,015	0,022	0	0,019
IA	1,12	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
RC	0,095	0,028	0,012	0,018	0	0,016
Consistencia	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla C14: Cálculo de la consistencia

Fuente: Elaboración propia

Para finalizar, se determinó la prioridad global de cada alternativa planteada. Como se refleja en la Tabla C15, los resultados se obtienen de la suma-producto de las prioridades del criterio por la prioridad de la alternativa de decisión con respecto a ese criterio. A su vez, en la última fila de la tabla se incorporan los pesos de cada criterio.

Alternativas	Criterios					Prioridad global
	Facilidad de uso	Integraciones	Costo	Velocidad de desarrollo	Escalabilidad	
PowerApps	0,157	0,268	0,164	0,188	0,115	0,1726
OutSystems	0,157	0,148	0,069	0,188	0,230	0,1466
Mendix	0,060	0,148	0,069	0,188	0,247	0,1094
Appian	0,060	0,268	0,069	0,188	0,195	0,1202
Zoho Creator	0,233	0,074	0,221	0,063	0,076	0,1719
Google AppSheet	0,333	0,094246	0,407	0,188	0,138	0,2792
Peso de los criterios	0,403	0,14	0,236	0,106	0,115	

Tabla C15: Cálculo de la prioridad global

Fuente: Elaboración propia

Anexo D

En la Figura D1 se presenta la pantalla principal de la aplicación para el registro de los servicios de mantenimiento.

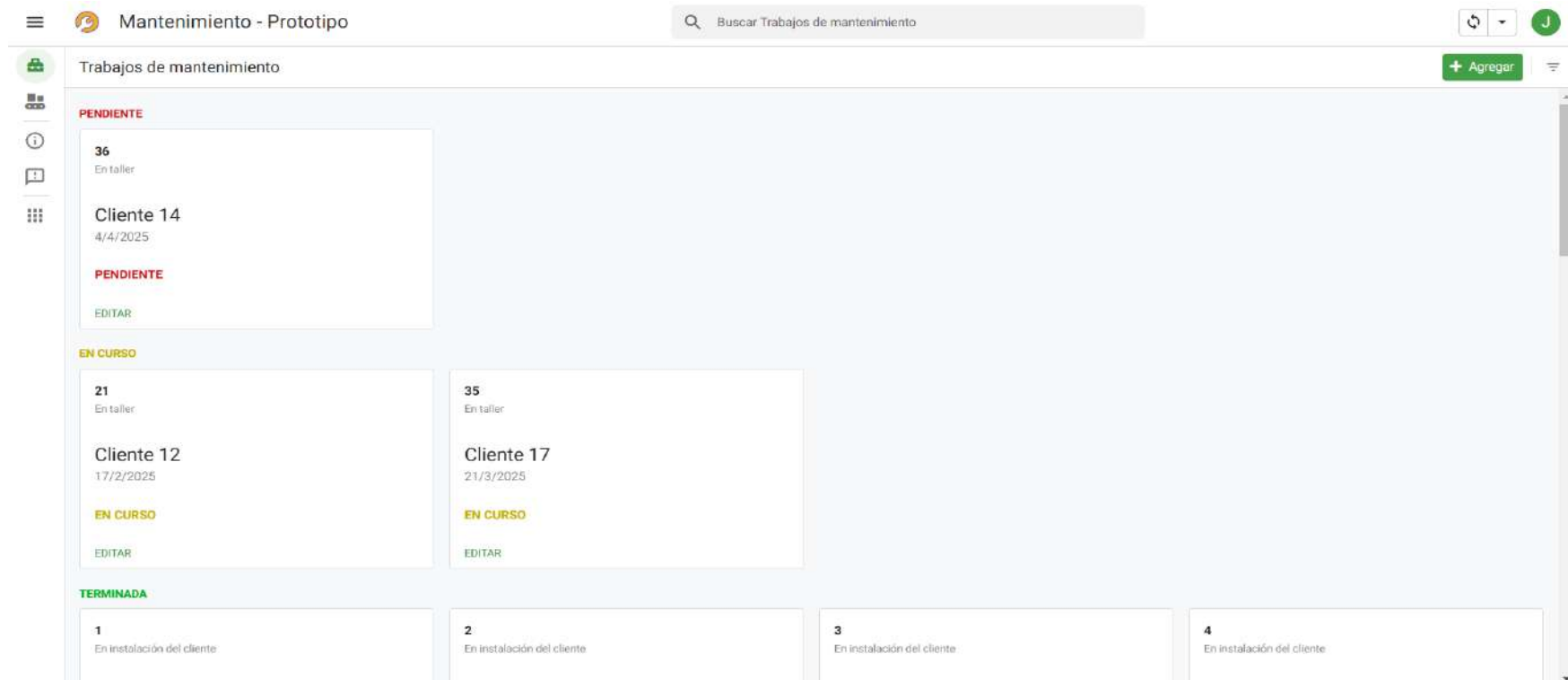


Figura D1: Página principal

Fuente: Elaboración propia

Tal como se mencionó anteriormente, la pantalla principal muestra de manera segmentada las distintas órdenes de trabajo en función del estado.

Propuesta de mejora del sistema de información en una empresa metalmecánica de la ciudad de Balcarce

Las órdenes de trabajo se presentan en formato de tarjeta detallando el número de orden de trabajo, tipo de trabajo a realizar, nombre del cliente, fecha de inicio, estado de orden de trabajo y la opción de edición rápida.

Al presionar sobre las tarjetas, la aplicación redirige al usuario a la vista de detalle (Figura D2).

Mantenimiento - Prototipo

Trabajos de mantenimiento > 34

Nro OT: 34

Fecha de inicio: 31/3/2025

Tipo de trabajo: En taller

Cliente: Cliente 4

Estado OT: **TERMINADA**

Recibe:

Transporte:

Cantidad de bultos:

Fecha pactada:

Avisar a:

Nombre de la máquina: Máquina 5

Observaciones:

Condiciones de trabajo: buenas

Resumen: OT34-Cliente 4.pdf

Actividades y materiales involucrados

Nro OT	Fecha de inicio	Máquina	Tareas	Personal involucrado	Hora in
34	6/3/2025	Máquina 5	Tarea 11	Operador 2, Operador 3, Opera...	6:00
34	7/3/2025	Máquina 5	Tarea 4	Operador 1, Operador 2, Opera...	6:00

Expandir Agregar

Figura D2: Vista de detalle
Fuente: Elaboración propia

The image shows a web application interface for maintenance tasks. In the background, a list of tasks is visible with details for 'Trabajos de mantenimiento > 34'. The details include: Nro OT: 34, Fecha de inicio: 31/3/2025, Tipo de trabajo: En taller, Cliente: Cliente 4, Estado OT: **TERMINADA**, Recibe, Transporte, Cantidad de buitos, Fecha pactada, Avisar a, Nombre de la máquina: Máquina 5, Observaciones, Condiciones de trabajo: buenas, Resumen, and a PDF link: OT34-Cliente 4.pdf.

In the foreground, a modal window titled 'Materiales Form' is open. It contains the following fields and controls:

- Nro OT ***: A dropdown menu with the value '34'.
- Fecha de inicio**: A date input field with the value '05/04/2025' and a calendar icon.
- Personal involucrado**: A container with four buttons labeled 'Operador 1', 'Operador 2', 'Operador 3', and 'Operador 4', each with a close icon. A plus icon is on the right.
- Hora inicio**: A time input field with the value '06:00' and a clock icon.
- Hora fin**: A time input field with the value '15:00' and a clock icon.
- Material**: A text input field with a plus icon on the right.
- Cantidad**: A text input field.
- Fecha fin**: A date input field with the value '05/04/2025' and a calendar icon.

At the top right of the modal, there are two buttons: 'Cancelar' (light green) and 'Guardar' (dark green).

Figura D4: Vista nueva tarea en la orden de trabajo
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, al indicar que una orden de trabajo ha finalizado, se desencadena una acción automatizada que envía un correo electrónico con el detalle de las tareas realizadas (Figura D5). En este caso, el destinatario del correo será el sector de Administración y Finanzas. Al presionar el link contenido en el mail, se despliega en una nueva pestaña un archivo PDF generado automáticamente por la aplicación. El mismo contiene la información relevante del trabajo realizado, las tareas asociadas y los materiales utilizados así también como la duración de las mismas. Una vez que el área de Administración y Finanzas recibe el archivo PDF, pueden cotizar el servicio y contactar al cliente rápidamente para que se ejecute el pago.

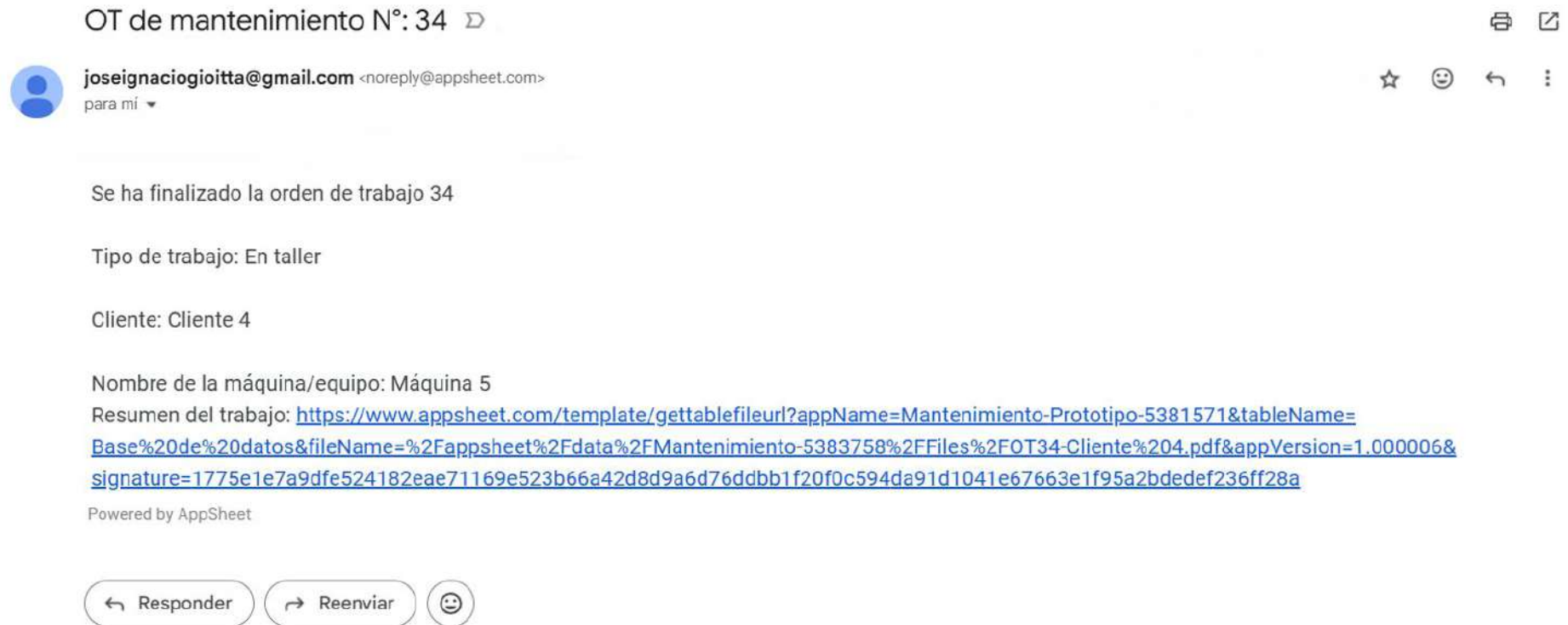


Figura D5: Correo electrónico con detalle del servicio
Fuente: Elaboración propia

Propuesta de mejora del sistema de información en una empresa metalmecánica de la ciudad de Balcarce

En la Figura D6 se presenta la página principal del módulo “Proyectos” con la que interactúan los usuarios para el registro de datos de la fabricación de equipos. Para realizar el cambio de módulo, se debe presionar el botón con la leyenda “Proyectos”, ubicado en el extremo superior izquierdo.

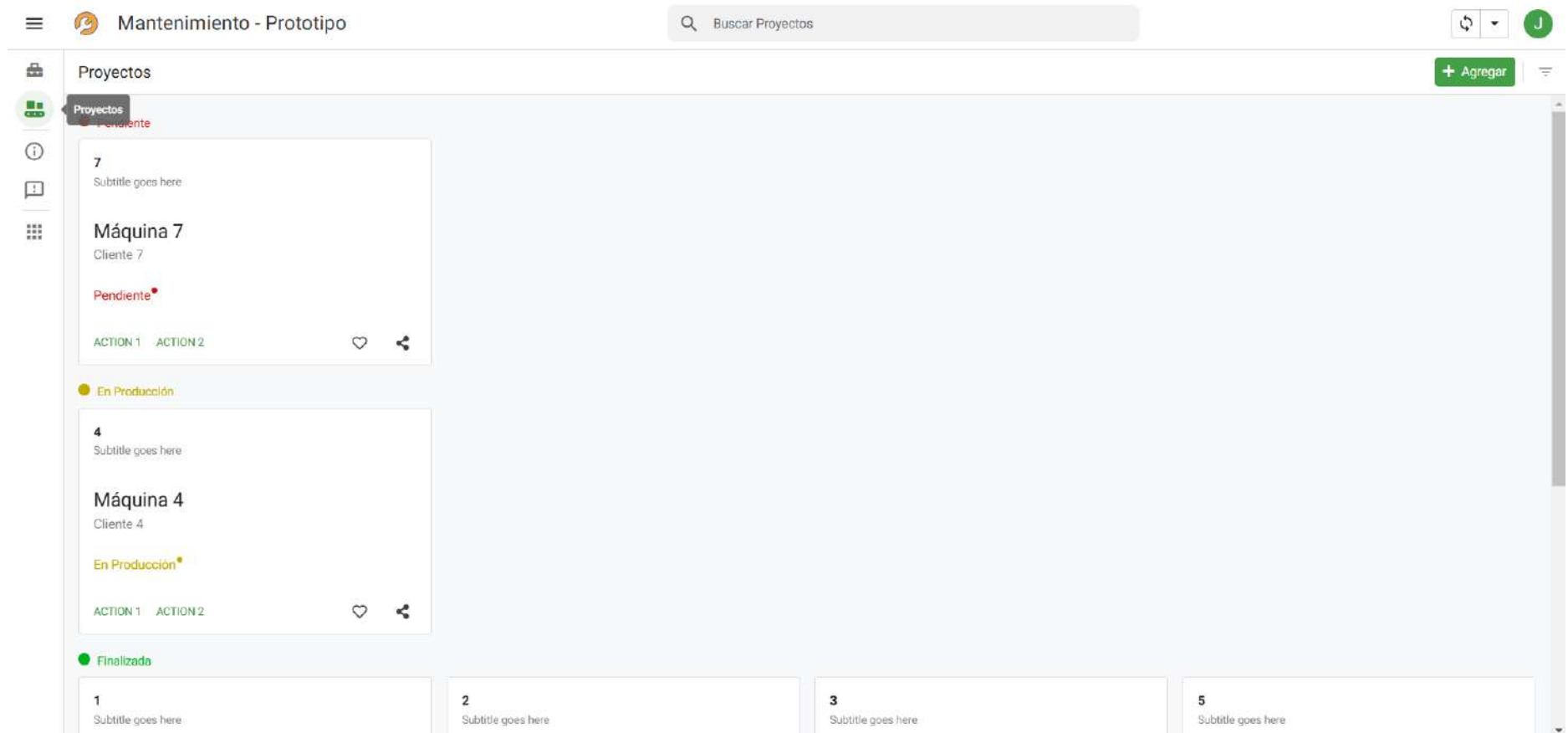


Figura D6: Página principal
Fuente: Elaboración propia

Anexo E

La política fue diseñada para ser de fácil comunicación interna y se complementa con una versión visual (ver Figura E1). Con el fin de facilitar su comprensión y apropiación por parte de todos los colaboradores, se sugiere enmarcarla y colocarla en oficinas y espacios estratégicos de la organización.

Como se observa, la firma de la Gerencia y fecha de elaboración son requisitos esenciales. Asimismo, la fecha de revisión permite verificar si la política ha sido actualizada y corresponde a la versión vigente.



*Figura E1: Política de Gestión de la Información
Fuente: Elaboración propia*

Por otro lado, en la Figura E2 se presenta la política formal de gestión de la información, la cual pasará a formar parte de la información documentada de Procemaq. Esta política establece lineamientos clave para garantizar la precisión, accesibilidad y seguridad de los datos utilizados en la organización.

	Procemaq Balcarce SRL		P-PI-01	
	Política de Gestión de la Información		Fecha:	
Rev. nº: 1			Pág.: 1 de 1	

1- OBJETIVO

La información es un activo fundamental para la organización y para la toma de decisiones estratégicas. Esta política establece los principios para garantizar que la información utilizada en la empresa sea confiable, precisa y actualizada, comprometiendo a todos los colaboradores en su gestión.

2- ALCANCE

Esta política aplica a todos los empleados y partes interesadas que generen, modifiquen o utilicen información dentro de la organización, independientemente del formato o sistema en el que se encuentre almacenada.

3- PRINCIPIOS

- Precisión y actualización: toda información utilizada para la toma de decisiones se debe mantener actualizada para garantizar su validez y relevancia.
- Responsabilidad compartida: cada colaborador es responsable de la correcta generación, almacenamiento y difusión de la información en su ámbito de trabajo.
- Accesibilidad y seguridad: la información debe ser accesible para quienes la necesiten, garantizando al mismo tiempo su protección.
- Trazabilidad y transparencia: Se deben mantener registros claros de la información generada asegurando su origen, modificaciones y responsables.

4- RESPONSABILIDADES

- La dirección de la empresa debe promover y supervisar el cumplimiento de esta política, garantizando los recursos necesarios para su implementación.
- Cada área de la organización debe asegurar la calidad y actualización de la información que genera y utiliza.
- Todos los colaboradores tienen la obligación de gestionar la información de forma responsable y reportar cualquier inconsistencia o riesgo detectado.

5- CUMPLIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

El cumplimiento de esta política será monitoreado periódicamente y sujeto a revisión para su mejora continua, asegurando que la información siga alineada con los objetivos estratégicos de la empresa y con las mejores prácticas en gestión de datos.

Preparó y Emitió:	Revisó y Aceptó:	Revisó y Aprobó:

Figura E2: Política formal de Gestión de la Información
Fuente: Elaboración propia