

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

Proposal for the improvement of the information system in a metalworking company in the city of Balcarce

Gioitta, José Ignacio

joseignaciogioitta@gmail.com

Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata

Rouco, Mayra Florencia

maayrouco@gmail.com

Tabone, Luciana Belén (Director)

ltabone@fi.mdp.edu.ar

Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata

Ispizúa, Jeremías (Codirector)

jispizua@fi.mdp.edu.ar

Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata

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. 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 fue analizar el sistema de información y proponer mejoras mediante la incorporación de aplicaciones *low-code*. Se adoptó la metodología Investigación Operativa Soft, que permitió estructurar el problema desde una perspectiva sistémica. A partir del diagnóstico, se identificaron oportunidades de mejora en la documentación, el procesamiento y la comunicación de la información. Se propuso el desarrollo de aplicaciones *low-code*, utilizando el Proceso Analítico Jerárquico para seleccionar la plataforma más adecuada. Asimismo, se diseñó un tablero en *Power BI*, una política de gestión de la información, y pautas para un procedimiento de mantenimiento post venta. Finalmente, se definieron lineamientos para la implementación, que incluyen recursos necesarios, capacitación, estrategias de comunicación e indicadores para evaluar impacto y adopción. Este trabajo sienta las bases para una transformación digital, que fortalecerá la gestión interna y la toma de decisiones, favoreciendo 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. 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 objective was to analyze the information system and propose improvements through the incorporation of low-code applications. The Soft Operational Research methodology was adopted, which allowed the problem to be structured from a systemic perspective. Based on the diagnosis, opportunities for improvement were identified in documentation, information processing, and communication. The development of low-code applications was proposed, using the Analytic Hierarchy Process to select the most suitable platform. In addition, a Power BI dashboard, an information management policy, and guidelines for a post-sale maintenance procedure were designed. Finally, implementation guidelines were defined, including required resources, training, communication strategies, and indicators to evaluate impact and adoption. This work lays the foundation for a digital transformation that will strengthen internal management and decision-making, fostering the adoption of a Business Intelligence approach.

Keywords: digital transformation; information systems; Soft Operational Research; Analytic Hierarchy Process; low-code applications.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de la información constituye un pilar estratégico para las organizaciones, ya que permite coordinar, analizar y utilizar datos de manera más efectiva, lo que impacta directamente en su competitividad y capacidad de adaptación (Laudon y Laudon, 2012). 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. 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 la actualidad, Procemaq Balcarce SRL no cuenta con un sistema sólido y estructurado que facilite la documentación, el procesamiento y la circulación de la información entre las distintas áreas. Esta carencia genera duplicaciones de tareas, pérdida de tiempo y dificultades para la toma de decisiones oportunas, afectando directamente la productividad y la capacidad de respuesta. La 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.

Para los fines de este trabajo, se definió como objetivo general analizar el sistema de información de la empresa mediante la aplicación de la metodología de Investigación Operativa Soft, con el fin de proponer una mejora a partir de herramientas tecnológicas. En línea con ello, 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; y comparar diferentes alternativas de herramientas tecnológicas de la industria 4.0 y seleccionar la más adecuada.

2. 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 la dinámica de los procesos, flujos de información y la interacción de los diferentes actores. Para ello, se confecciona un mapa de procesos y diagramas de flujo. La información necesaria se recolecta mediante la aplicación de técnicas como entrevistas no estructuradas a los actores involucrados y análisis de datos de fuentes secundarias.

En una primera etapa, mediante el uso de Soft System Methodology (SSM), una metodología clave de Investigación Operativa Soft, se estructura el problema y se detectan las principales debilidades. Esta metodología promueve una comprensión sistémica del problema mediante la aplicación de técnicas participativas y sistemáticas (Checkland y Poulter, 2020). Se determinan las áreas de mayor impacto y se avanza con la constitución de las definiciones raíces, es decir, con la definición de los procesos que se desean transformar. La siguiente etapa consiste en relevar las herramientas informáticas actuales y analizar tecnologías *low-code* disponibles en el marco de la Industria 4.0. Para seleccionar la opción más adecuada, se utiliza el Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), una herramienta útil en la toma de decisiones con múltiples alternativas y diversos objetivos o puntos de vista en conflicto (Alberto y Carignano, 2013). 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.

Checkland y Poulter (2020) resumen el desarrollo de SSM en siete etapas o pasos que se describen a continuación:

1. Expresar la situación problemática. Se fomenta una discusión abierta acerca de la situación problemática que necesita ser abordada de manera formal.
2. Representación de la situación expresada mediante la técnica de gráfico enriquecido. Se define formalmente el problema, analizando las situaciones que lo generan y las áreas de origen e impacto.
3. Constituir definiciones raíces. Se define mediante una sola oración un proceso de la organización que requiere ser transformado o cambiado. Una definición raíz debe contener tres partes: qué hacer, cómo hacerlo y por qué hacerlo, deben especificar seis elementos para profundizar su alcance y que se resumen en la sigla CATWOE. El acrónimo se define de la siguiente manera: Clientes (C); Actores (A); Transformación (T); Visión del mundo (W); Impedidores (O); Entorno (E).
4. Elaborar modelos conceptuales. Para cada definición raíz, se elaboran modelos conceptuales que representen las actividades necesarias para llevar a cabo los cambios delineados en el punto 3.
5. Comparación de modelos. Se efectúa una comparación entre los modelos creados en los pasos 2 y 4. Esto permite visualizar las diferencias y similitudes entre la situación actual y el modelo propuesto.
6. Definición de cambios factibles. El equipo de trabajo llega a un consenso para definir y proponer los cambios que deben implementarse para abordar el problema planteado inicialmente.
7. Transformaciones para mejorar la situación problemática. Se implementan los cambios propuestos en el paso 6. Este último paso se convierte en un ciclo continuo de gestión de cambios, con el objetivo de mejorar continuamente la situación inicial.

Para la implementación del AHP resulta fundamental la ejecución de las siguientes acciones (Alberto y Carignano, 2013):

1. Definir el problema, estableciendo sus componentes o elementos relevantes.
2. Estructurar la jerarquía del problema, definiendo la meta global, alternativas de decisión y criterios de selección.
3. Establecer las preferencias. Los decisores expresan sus juicios de valor mediante la utilización de matrices de comparaciones pareadas. Se emplea la escala de Saaty (2008) con valores de 1 a 9, para cuantificar la importancia relativa de los elementos.
4. Síntesis. Proporciona las prioridades relativas de las alternativas de decisión respecto a cada criterio y también las prioridades relativas de los criterios respecto al objetivo o meta global.
5. Consistencia. Para determinar la calidad de decisión final se calcula la consistencia de juicios del tomador de decisiones por medio de la relación de consistencia, cuyo su valor debe ser superior a 0,10 para indicar que los juicios emitidos son consistentes.
6. Resultado final. Se obtiene el ordenamiento o priorización global de las alternativas respecto a la meta global.

3. DESARROLLO

Diagnóstico y análisis

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 estructura organizativa está dividida en áreas funcionales como Gerencia General, Producción e Ingeniería, Administración y Finanzas, Compras y también cuenta con asesores externos. La planta cuenta con tres talleres productivos de los cuales uno está especializado en la fabricación y ensamblaje de equipos, otro es responsable del corte láser y plegado de chapas, mientras que el último se encarga del servicio de mantenimiento post venta y también ensambla diversos módulos.

Para iniciar la estructuración del problema según la SSM, se utilizaron los datos recopilados del análisis de procesos internos, de formularios de Google dirigidos al personal y de entrevistas con mandos medios donde se identificaron la dinámica del flujo de información entre áreas y las principales herramientas utilizadas para su gestión. Este análisis evidenció una gestión de la información fragmentada entre áreas el empleo de una la variedad de herramientas utilizadas para la recopilación, almacenamiento y reporte de datos (*Excel, Google Forms, Project, registros en papel,*

Dropbox, Google Drive, sistemas propios, entre otros). Como resultado, se identificaron diversas debilidades, su área de origen e impacto, las cuales se detallan en la Tabla 1. Se pudo 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.

Tabla 1 - Matriz de debilidades, origen e impacto.

Debilidades Área de Origen: O - Área de Impacto: X		G	AF	C	PI		
					T	D	P
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 (por sus siglas en inglés "Bill Of Materials") 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/X		4/0	1/5	0/9	4/6	3/3	0/7
Nota: G (Gerencia), AF (Administración y Finanzas), C (Compras), PI (Producción e Ingeniería), T (Talleres), D (Diseño) y P (Planificación).							

A partir de esta instancia, y para continuar con el desarrollo de la SSM, se priorizaron las debilidades 1, 3, 8, 9 y 10. Esta selección se realizó en base al impacto en múltiples áreas, la recurrencia de los problemas detectados y el consenso alcanzado con los mandos medios durante las entrevistas. Se concluyó de forma conjunta que la mejora del proceso de mantenimiento post venta debía considerarse prioritaria dentro de esta selección. Por tal motivo, se propusieron ciertas acciones (definiciones raíces) para reducir o eliminar las debilidades existentes. Para cada una de ellas se respondieron a las preguntas: ¿Qué? ¿Cómo? y ¿Por qué? y se profundizó en el análisis CATWOE (Tablas 2 y 3).

Tabla 2 - Definiciones raíces.

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 envío de información rápida y sencilla.	Porque se requiere agilizar la confección del registro que Administración y Finanzas utiliza para la facturación.
2	Establecer una política formal que indique que la gestión de la información es una parte esencial de las operaciones.	Redactar una política formal de generación de datos.	La Gerencia redactará la política.	Porque es necesario gestionar la información para garantizar una toma de decisiones basada 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 que 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 criterios para la recepción de solicitudes, ejecución de trabajos y documentación de 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 Power BI para generar reportes de los proyectos y servicios post venta.	Desarrollar un tablero en Power BI 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 3 - CATWOE

	C	A	T	W	O	E
1	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	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	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	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	Planificación, Gerencia, Administración y Finanzas	Talleres	Incorporar la herramienta Power BI	Utilización eficiente de recursos a partir de una mejor planificación de producción	Talleres	Disponibilidad de datos organizados y actualizados para alimentar el tablero

En base a los resultados anteriores, se confeccionaron tres modelos conceptuales correspondientes a cada acción propuesta, con la finalidad de establecer la secuencia para implementar los cambios de manera efectiva. A modo de ejemplo, en la Figura 1 se presenta el modelo para el desarrollo de aplicaciones *low-code* y del tablero de *Power BI*.

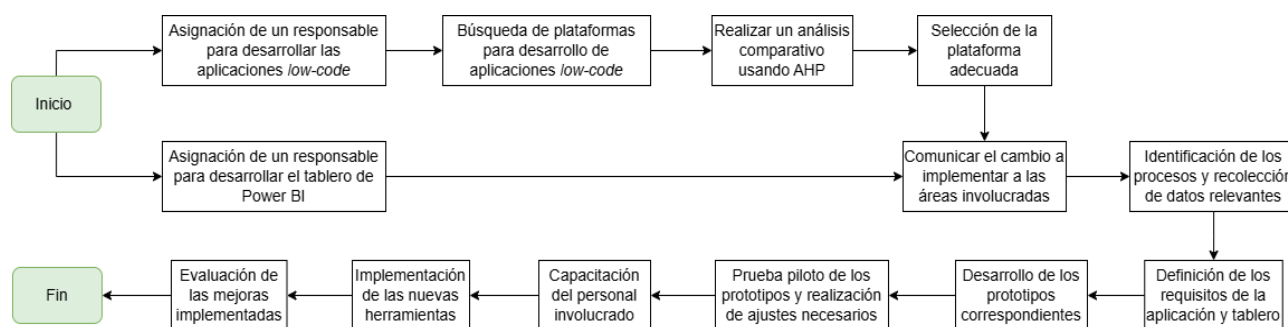


Figura 1: Modelo conceptual para desarrollo de aplicaciones y tablero de *Power BI*. Fuente: Elaboración propia.

Por último, se comparó 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 la accesibilidad y actualización de la información 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* se facilitará el seguimiento del desempeño organizacional, proporcionando información útil para impulsar la mejora continua.

En contraste con una situación actual donde la información es inaccesible, el relevamiento de trabajos es ineficiente, las decisiones carecen de suficiente información, la gestión de la información no es prioritaria y los canales de comunicación son deficientes, el modelo propuesto busca asegurar la disponibilidad de la información, automatizar registros, facilitar la toma de decisiones informada, priorizar la gestión de la información y establecer canales de comunicación claros con responsabilidades definidas.

Evaluación de alternativas

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. Las principales opciones disponibles en el mercado son *Power Apps*, *OutSystems*, *Mendix*, *Appian*, *Zoho Creator* y *Google AppSheet*. Con el objetivo de seleccionar la mejor plataforma para la empresa, se aplicó el AHP considerando los siguientes criterios:

- **Facilidad de uso:** se priorizó que la plataforma fuera simple, intuitiva y funcional, permitiendo abordar proyectos complejos sin requerir conocimientos avanzados de programación. Se asignó mayor preferencia a aquellas que resultaron más accesibles para el personal de la empresa.
- **Integraciones con otras plataformas:** se valoró la capacidad de integrarse con herramientas ya existentes en la organización para mantener un flujo de trabajo sin interrupciones. Se otorgó mayor ponderación a las plataformas que facilitan estas integraciones, reduciendo la duplicación de datos y la transferencia manual de información.
- **Costo:** se consideró fundamental que la solución ofrezca una buena relación costo-beneficio. Se priorizaron aquellas opciones que, con baja o nula inversión inicial, puedan aportar beneficios concretos a la gestión de la información.
- **Velocidad de desarrollo:** se otorgó mayor valor a las plataformas que permiten el desarrollo rápido de prototipos, disminuyendo la dependencia de desarrolladores especializados y facilitando iteraciones ágiles y adaptaciones rápidas.
- **Escalabilidad:** se valoraron positivamente las plataformas que permiten escalar las soluciones desarrolladas a medida que crece la empresa, sin comprometer el rendimiento.

A continuación, en la Figura 2 se presenta la estructura jerárquica construida para la selección de la mejor plataforma de desarrollo *low-code* para Procemaq. Esta representación permite definir el problema en términos de la meta global, los criterios y las alternativas de decisión.

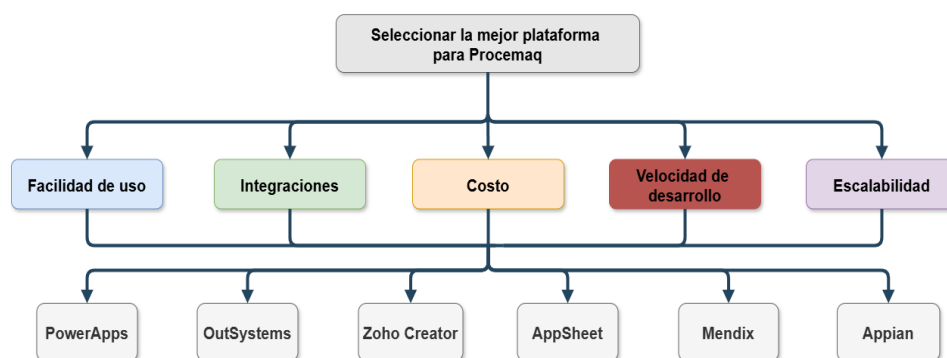


Figura 2: Estructura jerárquica. Fuente: Elaboración propia.

Luego, para realizar la asignación de puntajes en las comparaciones pareadas, se consideraron los criterios anteriormente definidos y datos recopilados de fuentes especializadas sobre las características, ventajas y desventajas de cada alternativa. En particular, se consultó a Capterra (s.f), una plataforma en línea que actúa como intermediaria entre compradores y proveedores de tecnología dentro de la industria del software. Este sitio asiste a los usuarios en la selección del software más adecuado según sus necesidades, a través de revisiones y evaluaciones realizadas por otros consumidores.

Dentro del análisis realizado mediante el AHP, se contempló un aspecto fundamental: la consistencia de los juicios realizados durante las comparaciones pareadas. Para su evaluación, 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.

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación del método AHP. En la primera columna se muestran las prioridades de los criterios, que representan el peso relativo asignado a cada uno de ellos según su importancia. Como se observa, el criterio con mayor importancia relativa es "Facilidad de uso", seguido por "Costo". En

la segunda columna se incluye la prioridad global de cada alternativa. Si bien todas las plataformas resultan viables, este análisis permitió determinar que *Google AppSheet* es la más adecuada, al obtener la mayor prioridad global.

Tabla 4 - Prioridad de criterios y global

Prioridades de los criterios		Prioridad global	
Facilidad de uso	0,403	<i>PowerApps</i>	0,1726
Integraciones	0,14	<i>OutSystems</i>	0,1466
Costo	0,236	<i>Mendix</i>	0,1094
Velocidad de desarrollo	0,106	<i>Appian</i>	0,1202
Escalabilidad	0,115	<i>Zoho Creator</i>	0,1719
		<i>Google AppSheet</i>	0,2792

Propuestas de mejora

Como propuesta principal, se desarrolló un prototipo de aplicación *low-code* para el servicio de mantenimiento post venta, tomando como punto de partida el registro físico existente en papel. Con el objetivo de digitalizar y organizar la información, se replicaron los campos presentes en dicho registro en un libro de *Google Sheets*. Una vez diseñadas ambas hojas de *Google Sheet*, el siguiente paso fue vincularlas a la plataforma *Google AppSheet* y modelar cómo sería la interfaz con el usuario. 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.

En el prototipo, 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, tal como se observa en la Figura 3.

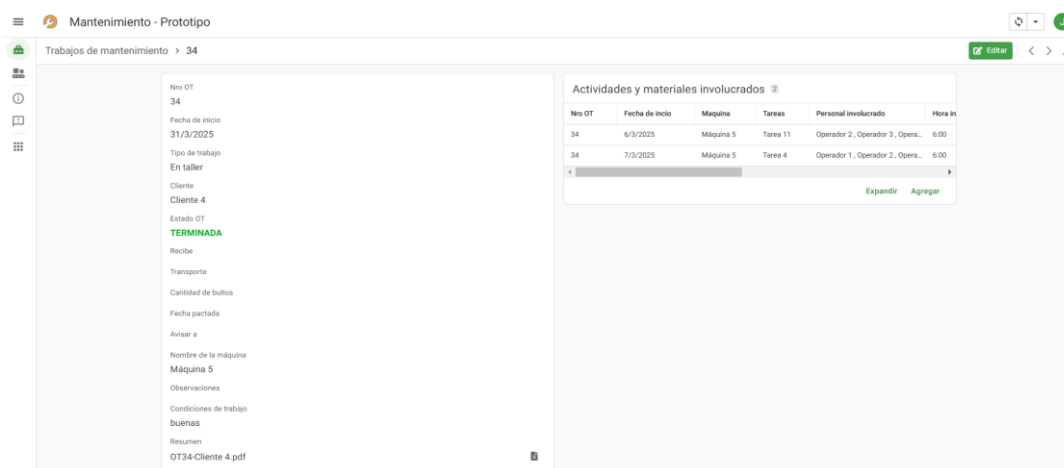


Figura 3: Vista de detalle Fuente: Elaboración propia

Dentro de esta misma aplicación, también se encuentra disponible el módulo “Proyectos” para registrar los datos referidos a la fabricación de equipos. Este módulo funciona bajo la misma lógica de 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 y fabricación de equipos.

Por otro lado, se desarrolló el prototipo de un tablero de visualización en *Power BI* que ilustra los datos recolectados mediante la aplicación de mantenimiento (Figura 4).

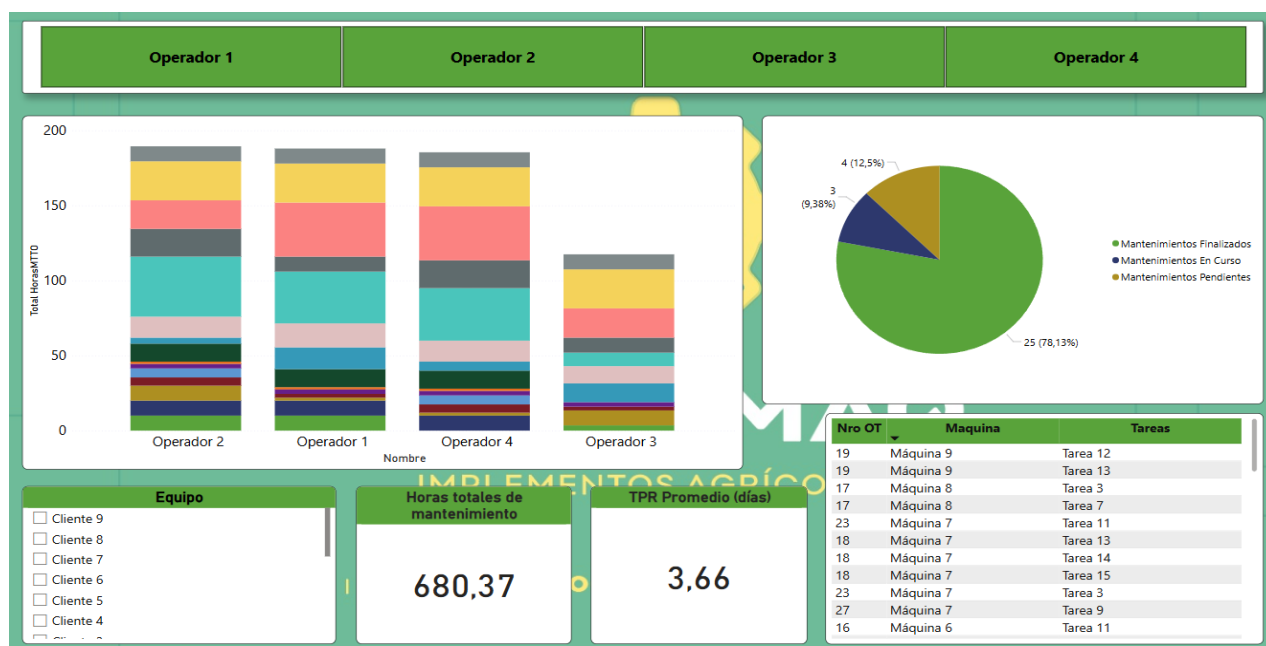


Figura 4: Vista de detalle. Fuente: Elaboración propia

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. Esta visualización presenta distintos indicadores importantes, 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.

Para que la información utilizada en la empresa sea accesible, confiable y se mantenga actualizada, es necesario que su gestión sea reconocida como una prioridad para todos los integrantes de la organización. En el diagnóstico inicial se identificó como una debilidad que el registro de información no se considera una actividad relevante. Por ello, se propone establecer una política formal de gestión de la información, que deberá ser difundida por la Gerencia y estar disponible para todas las partes interesadas.

Por último, se definieron lineamientos para el desarrollo de un procedimiento claro y estructurado que defina las etapas del servicio de mantenimiento post venta, que contemple desde la recepción de solicitudes hasta la documentación final del servicio. Esta propuesta busca estandarizar el proceso, establecer un único canal de comunicación con el cliente, reducir demoras y definir con claridad las responsabilidades de cada parte involucrada.

Con el objetivo de asegurar una adopción efectiva de las mejoras propuestas, se definen lineamientos generales que contemplan tanto los recursos necesarios como indicadores clave para evaluar su impacto:

- **Recursos necesarios:** la implementación requiere la participación activa del personal de las áreas involucradas, especialmente quienes interactúan con las aplicaciones desarrolladas y el tablero de *Power BI*. Asimismo, se deberán disponer de dispositivos tecnológicos (computadoras, *tablets* o *smartphones*) con conexión a internet para garantizar la sincronización de datos y la disponibilidad de la información para todas las partes interesadas. Por último, se contemplan recursos financieros vinculados al mantenimiento de las herramientas y la capacitación del personal.

- **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 1).

$$TPF = \frac{\Sigma(\text{Fecha de envío de la factura} - \text{fecha de finalización del servicio})}{\text{Cantidad de órdenes de trabajo}} \quad (1)$$

- 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* (Ecuación 2).

$$\text{Eficiencia administrativa} = \frac{\text{Órdenes procesadas}}{\text{Tiempo invertido}} \quad (2)$$

- Índice de satisfacción de los empleados: 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 (muy insatisfecho) a 5 (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 se muestra en la Ecuación 3.

$$\text{Índice de satisfacción (\%)} = \frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje máximo posible}} \times 100 \quad (3)$$

- Tiempo promedio de respuesta a la solicitud del cliente (TPR): es una medida aplicada 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 (Ecuación 4).

$$TPR = \frac{\Sigma(\text{Fecha de intervención} - \text{fecha de solicitud})}{\text{Cantidad de solicitudes}} \quad (4)$$

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.

4. 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 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 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. 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.

5. REFERENCIAS

- Alberto, C. L., y Carignano, C. E. (2013). *Apoyo Cuantitativo a las Decisiones*. Cuarta Edición. Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNC.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., y Williams, T. A. (2004). *Introducción a los Modelos Cuantitativos para Administración*. Grupo Editorial Iberoamericana.
- Capterra. (s.f.). *Capterra: Encuentra el software ideal para tu empresa*. <https://www.capterra.com/>
- 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. DOI: 10.1007/978-1-4471-7472-1_5
- 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* (11va ed.). Pearson.
- Laudon, K. C., y Laudon, J. P. (2012). *Sistemas de información gerencial* (12va ed.). Pearson.
- 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). DOI: 10.47460/minerva.v1iSpecial.76
- Saaty, T. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, Vol. 1, No. 1, 2008. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590.
- 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). Universidad Politécnica de Madrid.
- 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/>