

Diseño e implementación de un sistema de información semiautomatizado para la gestión de indicadores de producción, calidad y talento humano en Bromx S.A.S.

Brayan Estick Sepúlveda Castrillón, David Antonio García Contreras, Gabriel Darío Pino Gómez

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Director

Eduwin Flórez Orejuela

Magister

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Industrial

2026

Agradecimientos

Agradecemos al ingeniero Eduwin Flórez Orejuela por su constante acompañamiento, incondicional apoyo y remarcado interés por el desarrollo de este proyecto y de nuestro crecimiento como profesionales.

Agradecemos a los integrantes de la empresa Bromx S.A.S. por brindarnos total confianza durante nuestra estancia en la empresa y permitirnos desarrollar el proyecto aportando nuestros conocimientos e ideas.

Agradecemos a nuestras familias que nos apoyaron a lo largo de toda nuestra trayectoria estudiantil.

Contenido

Introducción	12
1. Diseño e implementación de un sistema de información semiautomatizado para la gestión de indicadores de producción, calidad y talento humano en Bromx S.A.S.....	14
1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2 Justificación.....	16
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
2. Marco referencial.....	18
2.1 Marco teórico	18
2.1.1 Sistemas de Información (SI) en el Entorno Manufacturero	18
2.1.2 Gestión Basada en Indicadores Clave de Desempeño (KPI's).....	18
2.1.3 Automatización de Bajo Código (Low-Code) y Sistemas Semiautomatizados	19
2.1.4 El SI como Catalizador de la Mejora Continua (Ciclo PHVA).....	20
2.2 Marco conceptual	21
2.2.1 Eje Operativo y de Producción.....	21
2.2.2 Eje de Calidad y Cumplimiento.....	21
2.2.3 Eje Administrativo y de Talento Humano.....	22
2.2.4 Eje Tecnológico y Sistémico	22
3. Método	23
4. Diagnóstico y diseño del sistema de información.....	25
4.1 Diagnóstico general de funcionamiento de Bromx S.A.S.....	25

4.1.1. Perfil de la empresa	25
4.1.2. Proceso productivo	27
4.2 Diagnóstico del flujo de información en las áreas de producción, calidad y talento humano	29
4.3 Análisis de datos del proceso productivo	31
4.4 Identificación de requerimientos funcionales del sistema.....	32
4.5 Diseño de la arquitectura lógica del sistema de información.....	38
5. Desarrollo e implementación del sistema de información.....	40
5.1 Desarrollo del módulo de producción	41
5.2 Desarrollo del módulo de calidad.....	44
5.3 Desarrollo del módulo de talento humano	48
5.4 Integración de módulos y diseño de las secciones de información.....	52
5.5 Validación y pruebas piloto del sistema.....	53
6. Evaluación del impacto del sistema de información.....	55
6.1 Construcción del índice de percepción y cobertura de mejoras	55
6.2 Evaluación de la satisfacción del equipo de mejora.....	56
6.3 Análisis de beneficios operativos y económicos.....	57
6.3.1 Beneficios operativos	58
6.3.2 Beneficios económicos.....	59
6.3.3. Cuantificación del IPCM.....	61
6.4 Plan de sostenibilidad del sistema.....	61
7. Conclusiones	62
8. Recomendaciones	64

Referencias.....	66
------------------	----

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Tabla resumen de requerimientos funcionales.</i>	36
Tabla 2. <i>Tabla comparativa de tiempos de realización de actividades clave.</i>	58
Tabla 3. <i>Tabla comparativa de tiempos de las tareas de nómina.</i>	58
Tabla 4. <i>Estimación de ahorro mensual según actividades clave mejoradas.</i>	59
Tabla 5. <i>Estimación de ahorro mensual potencial según actividades clave.</i>	60

Lista de figuras

Figura 1. <i>Ciclo PHVA</i>	20
Figura 2. <i>Organigrama Bromx S.A.S. 2024</i>	27
Figura 3. <i>Organigrama Bromx S.A.S. 2026</i>	27
Figura 4. <i>Diagrama de bloques de flujo de información</i>	40
Figura 5. <i>Cálculo de la curva de horma.</i>	41
Figura 6. <i>Cálculo de meta diaria.</i>	43
Figura 7. <i>Visualización de producción.</i>	44
Figura 8. <i>Diagrama de Pareto para devoluciones.</i>	45
Figura 9. <i>Catálogo de defectos Vélez</i>	46
Figura 10. <i>Ejemplo de defecto de Cuero salado.</i>	47
Figura 11. <i>Formato de ausentismos.</i>	48
Figura 12. <i>Sección de ingreso y salida de personal.</i>	50
Figura 13. <i>Formato de impresión de nómina.</i>	51

Resumen

Este proyecto aborda el diseño e implementación de un sistema de información semiautomatizado para la gestión de indicadores de producción, calidad y talento humano en Bromx S.A.S., empresa colombiana fabricante de calzado en cuero. El problema central radica en una gestión fragmentada de información que genera pérdida de datos, falta de trazabilidad y toma de decisiones reactiva, derivando en deficiencias en control de calidad, alta rotación de personal y riesgo de incumplimiento con clientes. El proyecto aplicó una metodología de investigación desarrollada en cinco fases: diagnóstico, diseño de arquitectura, desarrollo modular, validación y evaluación de impacto. Se identificaron 15 requerimientos funcionales que integraron 36 registros dispersos en 15 secciones de información relevante. El sistema, desarrollado en Microsoft Excel con VBA, consta de dos módulos: producción-calidad y talento humano, incluyendo automatización del cálculo de curva de horma, diagrama de Pareto de devoluciones, metas dinámicas de producción, gestión de inventario de hormas, registro de ausentismos y cálculo semiautomático de nómina. La validación técnica confirmó 100% de precisión en cálculos automatizados. La evaluación mediante el Índice de Percepción y Cobertura de Mejoras arrojó noventa por ciento, con satisfacción unánime del equipo. Los beneficios operativos incluyen reducción del 86% en tiempo de cálculo de curva de horma y 89% en reportes de ausentismos, con beneficios económicos estimados en \$178.358,98 COP mensuales. Se estableció un plan de sostenibilidad con transferencia de conocimiento, respaldo de datos y revisión quincenal de indicadores.

Palabras clave: sistema de información, automatización, indicadores de desempeño, trazabilidad, mejora continua.

Abstract

This project addresses the design and implementation of a semi-automated information system for managing production, quality, and human talent indicators at Bromx S.A.S., a Colombian leather footwear manufacturing company. The core problem lies in a fragmented information management approach that leads to data loss, a lack of traceability, and reactive decision-making, resulting in quality control deficiencies, high staff turnover, and the risk of non-compliance with clients. The project applied a research methodology developed across five phases: diagnosis, architecture design, modular development, validation, and impact assessment. Fifteen functional requirements were identified, integrating 36 scattered records into 15 sections of relevant information. Developed in Microsoft Excel using VBA, the system consists of two modules—production-quality and human talent—and features automated last curve calculation, a Pareto diagram for returns, dynamic production targets, last inventory management, absenteeism tracking, and semi-automated payroll calculation. Technical validation confirmed 100% accuracy in automated calculations. The evaluation using the Improvement Perception and Coverage Index yielded ninety percent, with unanimous team satisfaction. Operational benefits include an 86% reduction in last curve calculation time and an 89% reduction in absenteeism reporting time, with estimated economic benefits of \$178,358.98 COP monthly. A sustainability plan was established featuring knowledge transfer, data backups, and biweekly indicator reviews.

Keywords: information system, automation, performance indicators, traceability, continuous improvement.

Glosario

Automatización Low-Code: enfoque de diseño de software que permite la creación de aplicaciones con un mínimo de codificación manual. En este proyecto, se manifiesta mediante el uso de herramientas accesibles como Microsoft Excel y programación en VBA para crear una interfaz funcional sin depender de software empresarial de alto costo.

Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar): metodología de gestión de cuatro pasos utilizada para el control y la mejora continua de procesos. Es el eje conductor del proyecto para estructurar desde el diagnóstico inicial hasta la evaluación de impacto del sistema de información.

Dashboard (Tablero de Control): interfaz gráfica que centraliza y visualiza los indicadores clave de desempeño (KPI's). Su función en el sistema es permitir a la gerencia de Bromx S.A.S. observar de manera inmediata el estado de la producción, la calidad y el personal.

Indicador Clave de Desempeño (KPI): medida cuantificable utilizada para evaluar el éxito de una organización en el cumplimiento de objetivos. Para este estudio, destacan el *Lead Time*, el índice de defectos y la tasa de rotación de personal.

Lead Time (Tiempo de Entrega): tiempo total que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa. Es una variable crítica para Bromx S.A.S. debido a las estrictas fechas de entrega exigidas por clientes como Cueros Vélez.

Sistema de Información (SI): conjunto de componentes interrelacionados que recolectan, procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar la toma de decisiones. El proyecto propone un SI de tipo semiautomatizado para reducir la dependencia de registros físicos.

Sostenibilidad Operativa: capacidad de una organización para mantener sus procesos productivos y administrativos a lo largo del tiempo. El proyecto busca fortalecer este aspecto mediante la profesionalización de la gestión de datos.

Trazabilidad de Datos: capacidad de seguir el historial, la aplicación o la localización de un dato o actividad mediante registros identificados. El sistema busca asegurar que cada par de calzado defectuoso o cada baja de personal pueda ser rastreada hasta su causa raíz.

Visual Basic for Applications (VBA): lenguaje de programación desarrollado por Microsoft que se utiliza para automatizar tareas y añadir funcionalidades avanzadas en aplicaciones como Excel. Es la base tecnológica que transforma la plantilla de entrada en un sistema de procesamiento automático.

Introducción

El sector de fabricación de calzado en cuero en Colombia, con énfasis en el clúster de Bucaramanga, atraviesa un periodo de alta presión debido a la competitividad internacional y la exigencia de altos estándares de calidad por parte de grandes distribuidores. En este entorno, la capacidad de respuesta y la eficiencia operativa son requisitos mínimos para la supervivencia de las PyMEs cuyo rol en el mercado es ser proveedores de marcas de gran escala. La empresa Bromx S.A.S., dedicada al calzado masculino y proveedora de la marca Cueros Vélez, ha identificado mediante diagnósticos del programa "Mi Empresa Crece" del IMEBU, oportunidades de mejora frente a problemas como la alta rotación de personal, deficiencias en el clima laboral y fallas sistemáticas en el control de calidad [1].

Una de las principales razones de esta problemática reside en una gestión de la información ineficiente, manual y poco estandarizada que genera vacíos de información en las áreas de producción, calidad y talento humano. Actualmente, la falta de conexión entre áreas impide correlacionar variables, como el impacto de la rotación del personal en los índices de defectos, derivando en una toma de decisiones intuitiva y reactiva. De persistir esta ausencia de trazabilidad, la empresa enfrenta un incremento sostenido en los costos de no-calidad y el posible deterioro de su relación comercial con Cueros Vélez debido al incumplimiento de indicadores de calidad.

Por lo tanto, el propósito de este proyecto es diseñar e implementar un sistema de información semiautomatizado en Microsoft Excel potenciado con VBA, que funcione como núcleo de inteligencia operativa para centralizar indicadores clave (KPI's). La intervención simultánea de tres ingenieros industriales es necesaria para asegurar que cada módulo reciba un análisis profundo y una integración transversal de la información. Este esfuerzo busca no solo mejorar la eficiencia en los procesos productivos y administrativos, sino también proporcionar una

base confiable para la toma de decisiones estratégicas que asegure la sostenibilidad y el crecimiento de la organización.

La fundamentación técnica del proyecto se basa en la filosofía de mejora continua mediante el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) y el uso de soluciones de bajo código (Low-Code). Este enfoque permite transformar datos dispersos en información de valor, eliminando el error humano asociado al procesamiento manual y garantizando que la información entregada a la gerencia sea confiable y oportuna. [2]

El presente documento se encuentra organizado para facilitar su comprensión. Inicia con el marco referencial, donde se establecen las bases teóricas y conceptuales que sustentan el uso de sistemas de información y KPI's en manufactura. Luego, se detalla el método, segmentado en cinco fases de desarrollo técnico que abarcan desde el diagnóstico hasta la evaluación de impacto. El documento concluye con la presentación de las referencias bibliográficas que respaldan el rigor académico de la investigación.

1. Diseño e implementación de un sistema de información semiautomatizado para la gestión de indicadores de producción, calidad y talento humano en Bromx S.A.S.

1.1 Planteamiento del problema

El sector de fabricación de calzado en cuero en Colombia, y específicamente en el clúster de Bucaramanga, se enfrenta a una creciente presión por la competitividad internacional y la exigencia de altos estándares de calidad por parte de grandes distribuidores como Cueros Vélez, Arturo Calle o Bata. En este entorno, la capacidad de respuesta y la eficiencia operativa son requisitos mínimos para la supervivencia de las PyMEs cuyo rol en el mercado es ser proveedores de marcas de gran escala. Por ello, para las PyMEs, contar con procesos operativos controlados, medibles y en constantes ciclos de mejora se convierte en el factor que define el futuro de la empresa: mantenerse en el mercado o cerrar por completo. [3]

Bromx S.A.S. es una empresa dedicada a la fabricación de calzado masculino en cuero que actualmente atraviesa una fase de expansión hacia mercados externos, manteniendo una relación comercial estratégica como proveedor del cliente *Cueros Vélez*. A pesar de poseer un volumen de producción considerable, diagnósticos recientes, como el realizado bajo el programa *Mi Empresa Crece del IMEBU*¹ y levantamientos de línea base propios, muestran una alta rotación de personal, deficiencias marcadas en el clima laboral y fallas sistemáticas en el control de calidad. Estos factores han generado un impacto negativo directo en el desempeño económico de la organización y ponen en riesgo el cumplimiento de los estándares exigidos por sus clientes principales.

¹ Los datos del diagnóstico fueron obtenidos mediante levantamiento de información primaria y observación directa en campo, bajo el acompañamiento del ingeniero consultor delegado por el IMEBU.

El núcleo técnico del problema radica en una gestión de la información fragmentada y poco actualizada. Actualmente, la empresa presenta limitaciones en la consolidación de datos procedentes de los procesos relacionados a *producción, calidad y talento humano*, lo que deriva en una falta de trazabilidad total sobre el proceso productivo. Los métodos de registro existentes son manuales, lo que genera vacíos de información, errores en la captura de datos y una toma de decisiones basada en la intuición y no en los datos exactos. No existe una correcta trazabilidad de la información que permita encontrar las fuentes reales del error y establecer una relación de factores en distintos escenarios productivos, por ejemplo, cómo la rotación del personal afecta los índices de defectos en el calzado o cómo la eficiencia del operario impacta en el cumplimiento de los planes de entrega.

Si no se logra avanzar hacia la obtención de datos confiables y representativos, la gerencia de Bromx S.A.S. continuará operando bajo una toma de decisiones intuitiva y reactiva en lugar de estratégica y proactiva. Esto genera un aumento en los costos de no-calidad, pérdida de productividad y el posible deterioro de la relación comercial con Cueros Vélez debido al incumplimiento de sus estándares de calidad. Sin una base sólida de información, cualquier esfuerzo de mejora continua será poco efectivo al no contar con el panorama real de las problemáticas en la empresa.

Para conseguir esta base de mejora, se hace necesario el *diseño e implementación de un sistema de información semiautomatizado en Excel* como punto inicial del manejo de información. Este sistema debe actuar como el núcleo de inteligencia operativa de la empresa, centralizando los indicadores clave de desempeño (KPI's) en tableros de control (dashboards) automatizados [4].

Dada la complejidad y la interrelación de las áreas afectadas, el proyecto requiere la intervención simultánea de tres ingenieros industriales. Esta estructura de equipo es importante

para asegurar que cada módulo (Producción, Calidad y Talento Humano) reciba un análisis técnico adecuado y una integración técnica completa, permitiendo que la información fluya transversalmente para soportar una toma de decisiones basada en evidencia y asegurar la sostenibilidad del crecimiento de Bromx S.A.S.

1.2 Justificación

Este proyecto de grado es importante porque representa la primera ocasión en el programa de Ingeniería Industrial en la que tres estudiantes realizan su práctica profesional simultáneamente en una misma empresa y en un mismo puesto de trabajo. Esta circunstancia es un claro reflejo de la necesidad que la empresa Bromx S.A.S. tiene de contar con el apoyo técnico y el conocimiento especializado que los estudiantes aportan.

Bromx S.A.S. es una empresa dedicada a la fabricación de calzado masculino en cuero, que se encuentra en proceso de crecimiento y expansión hacia mercados internacionales. Recientemente, tras un diagnóstico realizado en el marco del proyecto Mi Empresa Crece del IMEBU, se identificaron problemáticas significativas en la empresa, tales como alta rotación de personal, deficiencias en el ambiente laboral y dificultades en el control de la calidad. Estas situaciones han afectado negativamente su desempeño económico, especialmente en la relación con su principal cliente, Cueros Vélez.

A pesar de contar con un volumen importante de producción, la empresa presenta limitaciones en la gestión y consolidación de la información relacionada con la producción, la calidad y el talento humano. Esto dificulta la toma de decisiones oportunas y basadas en datos confiables. Por lo tanto, el proyecto busca desarrollar e implementar un sistema de información

semiautomatizado en Excel, que permita centralizar y organizar la información para facilitar el análisis y la toma de decisiones estratégicas y operativas.

Esta iniciativa será un aporte importante para mejorar la eficiencia en los procesos productivos y administrativos de la empresa, contribuyendo a su sostenibilidad y crecimiento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Mejorar la trazabilidad de la información y la toma de decisiones basadas en datos en la empresa Bromx S.A.S. mediante un sistema de información semiautomatizado que permita que se gestionen indicadores clave de producción, calidad y talento humano.

1.3.2 Objetivos específicos

Analizar los procesos de gestión de la información en las áreas de producción, calidad y talento humano de la empresa Bromx S.A.S., con el fin de que se identifiquen necesidades, se definan requerimientos funcionales y se diseñe la estructura conceptual del sistema de información semiautomatizado que permita mejorar la trazabilidad de los datos y soporte la toma de decisiones basadas en información confiable.

Desarrollar e implementar un sistema de información semiautomatizado en Excel para la empresa Bromx S.A.S., que integre módulos de registro, procesamiento y visualización de datos relacionados con la producción, la calidad y la gestión del talento humano, incorporando mecanismos de validación, consolidación y generación automática de indicadores que faciliten el análisis y la toma de decisiones organizacionales.

Evaluar integralmente el sistema de información semiautomatizado implementado en la empresa Bromx S.A.S., mediante la construcción de un índice de percepción y cobertura de mejoras que considere la satisfacción del equipo de mejora, así como los beneficios económicos, operativos y de gestión obtenidos, con el fin de que se determine la pertinencia y el impacto global del proyecto en la organización.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 Sistemas de Información (SI) en el Entorno Manufacturero

En el entorno empresarial actual, un Sistema de Información no es solo un recurso tecnológico o un software aislado, sino un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan, procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar la toma de decisiones y el control de una organización. Para una empresa con visión de expansión como Bromx S.A.S., el SI representa el tejido que conecta los recursos humanos con los procesos operativos de fabricación de calzado. La eficacia del sistema no se encuentra en la complejidad del software, sino en su capacidad para transformar datos dispersos en información de valor que permita responder a conciencia y en el menor tiempo posible a las exigencias de clientes de gran escala como Cueros Vélez. [5] [6]

2.1.2 Gestión Basada en Indicadores Clave de Desempeño (KPI's)

Para la empresa Bromx S.A.S., la gestión basada en indicadores (KPI's) es el punto de inicio para medir el rendimiento de los procesos de producción, calidad y talento humano. [7]

Interconexión de Variables: los indicadores clave, como la rotación del personal, suelen estar relacionados con las áreas de mayor valor en la empresa. De este modo, identificar los indicadores interconectados e intervenir en uno de estos permitirá generar grandes mejoras con una menor cantidad de recursos.

Visibilidad en Tiempo Real: la implementación de métricas claras y dinámicas permite identificar correctamente los errores y sus causas, facilita la toma de acción inmediata y promueve una cultura de prevención de errores y mitigación de costos de no-calidad.

2.1.3 Automatización de Bajo Código (Low-Code) y Sistemas Semiautomatizados

Para las PyMEs en proceso de digitalización de operaciones, la adopción de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) puede resultar costosa, inflexible e inadecuada para sus necesidades específicas. Microsoft Excel es un software de cálculo que permite manejar la información que contenga de manera sencilla y eficiente; además, cuenta con VBA (Visual Basic for Applications) que es una herramienta de automatización integrada. El uso de estos elementos en conjunto para el manejo y visualización de datos en la empresa permite la creación de un sistema adaptable y de bajo costo técnico y operativo. [8] [9]

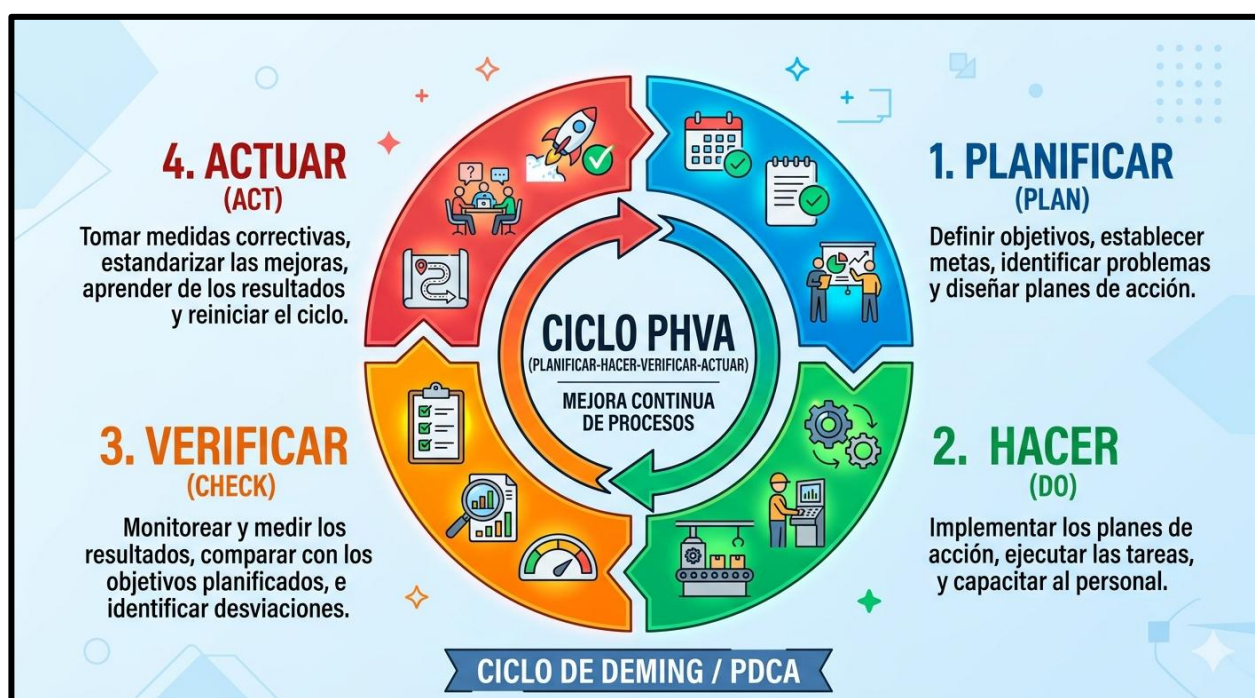
Escalabilidad y Flexibilidad: estas herramientas permiten diseñar módulos de registro y procesamiento de datos adaptados a la realidad de la planta de calzado, garantizando una validación y consolidación de datos confiable y flexible, sin la rigidez que presentan los ERP comerciales.

Trazabilidad Semiautomatizada: al automatizar la generación de reportes y visualizaciones, se elimina el error humano asociado al procesamiento manual, asegurando que la información entregada a la gerencia sea confiable y oportuna.

2.1.4 El SI como Catalizador de la Mejora Continua (Ciclo PHVA)

El proyecto se enmarca en la filosofía de mejora continua o Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) que se muestra en la *Figura 1* [2].

Figura 1. *Ciclo PHVA*



El sistema de información semiautomatizado cumple un rol importante específicamente en las etapas de:

Verificación: proporcionando los datos reales y contrastándolos contra los estándares de calidad y producción establecidos.

Acción: generando el insumo necesario para que la gerencia pueda ejecutar planes de mejora, optimizar el ambiente laboral y fortalecer la sostenibilidad del crecimiento empresarial.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Eje Operativo y de Producción

Existen diversos tipos de mediciones que pueden aportar información valiosa y contribuir a mejorar los procesos productivos. Algunos de los más importantes, y que es necesario establecer al iniciar un ciclo de mejora, son los siguientes:

Lead Time de Fabricación: tiempo total transcurrido desde que se libera una orden de producción para corte hasta que el par de calzado es empacado y está disponible para despacho. Su medición es vital para garantizar el cumplimiento de los plazos de entrega pactados con aliados como Cueros Vélez. [10]

Eficiencia Operativa: relación porcentual entre la producción real obtenida y la capacidad teórica esperada bajo estándares de ingeniería. Permite identificar desviaciones en el flujo de trabajo y cuellos de botella en las líneas de ensamble.

Capacidad Instalada: límite máximo de producción de la planta de Bromx S.A.S., considerando el número de estaciones de trabajo, maquinaria disponible y jornada laboral vigente.

2.2.2 Eje de Calidad y Cumplimiento

Considerando que la empresa enfrenta desafíos en el control de calidad, es necesario definir métricas que aseguren el cumplimiento de los estándares de Cueros Vélez.

Índice de Defectos: porcentaje de unidades de calzado que no cumplen con las especificaciones técnicas en el primer paso por la inspección. Un alto índice refleja fallas en el proceso que el sistema debe reportar en tiempo real. [11]

Reprocesos: actividades adicionales requeridas para corregir defectos en piezas de cuero o ensambles antes de su aprobación final. Representan un uso ineficiente de materiales y tiempo de mano de obra. [12]

Costo de No-Calidad: valor económico derivado de la producción defectuosa, incluyendo desperdicio de cuero, horas hombre perdidas en reprocesos y posibles devoluciones de clientes.

2.2.3 Eje Administrativo y de Talento Humano

Debido a la alta rotación y deficiencias en el ambiente laboral detectadas durante el desarrollo del proyecto Mi empresa crece en conjunto con el IMEBU, estas variables deben ser monitoreadas para estabilizar la operación.

Índice de Rotación: tasa a la cual el personal ingresa y se retira de la organización en un periodo determinado. Una rotación alta interrumpe la estabilidad de las líneas de producción y eleva los costos de capacitación.

Ausentismo Laboral: porcentaje de tiempo de trabajo perdido debido a la inasistencia de los operarios. Afecta directamente el cumplimiento de las metas diarias de producción.

Productividad Laboral: rendimiento promedio por operario, medido en pares de zapatos producidos por hora hombre trabajada. Es el indicador que conecta el desempeño del personal con los resultados económicos de la empresa.

2.2.4 Eje Tecnológico y Sistémico

Para lograr un desarrollo en conjunto efectivo y ágil es necesario tener claridad en conceptos básicos de SI y manejo de datos como los siguientes:

Semiautomatización: proceso donde la captura de datos inicial es manual por parte de los líderes de área, pero el procesamiento, consolidación y cálculo de indicadores se realiza de forma automática mediante algoritmos y macros en VBA.

Dashboard de Control: interfaz gráfica que consolida los indicadores de las tres áreas (producción, calidad y talento humano), permitiendo a la gerencia visualizar el estado de la empresa de manera integral para la toma de decisiones estratégicas. [4]

Trazabilidad de Datos: capacidad de seguir el rastro de un indicador hasta su origen primario, permitiendo auditar la veracidad de la información y entender la causa raíz de las variaciones detectadas en la planta.

3. Método

El presente proyecto corresponde a una investigación aplicada con enfoque mixto. La metodología se basó en un ciclo de desarrollo técnico dividido en cinco fases, orientadas a transformar la gestión manual e intuitiva de datos en un sistema de información que permita la toma de decisiones basada en evidencia.

Fase I: diagnóstico y levantamiento de requerimientos. Esta fase inicial tuvo como objetivo identificar los vacíos de información y el estado real de la trazabilidad del flujo de datos. Se realizó una auditoría a los métodos actuales de registro manual y digital en las áreas de producción, calidad y talento humano.

Actividades: entrevistas con líderes de área, observación directa en planta para identificar puntos clave de captura de datos y sesiones de trabajo con el equipo de mejora para definir las necesidades de reporte.

Fase II: diseño de la arquitectura del sistema. Con base en el diagnóstico, se procedió a estructurar de manera lógica la solución. En esta etapa se definieron las variables de datos a usar y el modo de conexión interno del sistema para asegurar que la información sea correcta y confiable.

Actividades: definición del diccionario de datos, diseño de la estructura de tablas en Microsoft Excel y diagramación del flujo de información (Lógica de programación en VBA).

Fase III: desarrollo y programación modular. En esta fase se ejecutó la construcción técnica del sistema. Dada la complejidad del proyecto, el desarrollo se segmentó de forma modular para optimizar los recursos del equipo de ingeniería.

Actividades:

Módulo de Producción: programación de la lógica de eficiencia y capacidad.

Módulo de Calidad: desarrollo de la trazabilidad de defectos y costos de calidad externa.

Módulo de Talento Humano: programación de índices de rotación y ausentismo.

Integración: desarrollo de Dashboards automatizados mediante tablas dinámicas y macros que consoliden la información de los tres módulos en una vista gerencial.

Fase IV: Validación y Pruebas Piloto. Se sometió el sistema a un entorno de uso real controlado para verificar su funcionalidad técnica y la usabilidad por parte de los usuarios finales (líderes de área).

Actividades: ingreso de datos históricos, verificación de la estabilidad de las macros ante errores de usuario y comparación en la precisión de los resultados. Se realizaron ajustes en la interfaz basándose en la retroalimentación de los líderes.

Fase V: Evaluación de Impacto. Finalmente, se cuantificó la pertinencia y el valor agregado del proyecto para Bromx S.A.S. mediante herramientas de evaluación cualitativa y cuantitativa.

Actividades: construcción de un Índice de Percepción y Cobertura de Mejoras que evalúe la satisfacción del equipo de mejora frente a la oportunidad de la información. Análisis de los beneficios operativos obtenidos y propuesta de un plan de mejora y sostenibilidad.

4. Diagnóstico y diseño del sistema de información

4.1 Diagnóstico general de funcionamiento de Bromx S.A.S.

4.1.1. Perfil de la empresa

Bromx S.A.S. es una empresa del sector manufacturero dedicada a la fabricación de calzado en cuero para dama y caballero. Fue fundada en el año 2005 y registrada legalmente en el año 2013. A lo largo de su trayectoria, la empresa ha logrado posicionarse en el mercado gracias a la calidad de sus productos y a la diversidad de sus líneas de negocio.

Actualmente, Bromx S.A.S. cuenta con tres líneas de mercado principales. La primera corresponde a la maquila de calzado para exportación y para marcas reconocidas a nivel nacional, como Vélez y Arturo Calle, siendo esta su principal fuente de ingresos. La segunda línea es la producción de calzado bajo su marca propia, denominada Artezano. Finalmente, la empresa cuenta

con su propio punto de venta, el almacén de calzado Bromx, y participa de manera activa en ferias de calzado realizadas en diferentes regiones del país.

La empresa dispone de un total de 94 empleados, de los cuales el 14% desempeña funciones administrativas y el 86% restante se encuentra vinculado directamente a las labores productivas.

En cuanto a su portafolio, Bromx S.A.S. maneja tres líneas principales de producto: Sneaker, Bota y Zapato Casual, dirigidas tanto al mercado femenino como masculino.

La planta física de la empresa está ubicada en un edificio de cuatro pisos. En el primer y segundo piso se desarrollan las actividades productivas y administrativas, mientras que el tercer y cuarto piso están destinados al almacenamiento de insumos, materias primas y productos no conformes.

Para el apoyo de sus procesos, la empresa utiliza diferentes herramientas tecnológicas. La contabilidad y facturación se gestionan mediante el software Siigo. Para los procesos productivos se emplea el sistema Accasoft, el cual permite la creación de referencias, órdenes de pedido, vales de producción y el cálculo del pago por producción. Adicionalmente, la empresa cuenta con licencias de Microsoft 365, utilizadas en las labores administrativas y de control de la producción.

Para el desarrollo de este proyecto se conformó un equipo de mejora integrado por los 3 líderes de área, el jefe de operaciones y producción y el gerente (la jerarquía se mostrará en la

Figura 3), teniendo en total 5 integrantes de la empresa y 3 integrantes externos, los ingenieros encargados de realizar este proyecto.

Finalmente, antes del proyecto, la empresa contaba con el organigrama que se muestra en la

Figura 2, el cual se encontraba desactualizado respecto a la realidad de la empresa. Por lo que después de una reunión con el equipo de mejora, se definió la necesidad de actualizar la

Figura 3.

```

graph TD
    GG[GERENTE GENERAL] --> S[SECRETARIA]
    GG --> AA[AUXILIAR ADMINISTRATIVO]
    GG --> JP[JEFE DE PRODUCCIÓN]
    GG --> JD[JEFE DE DISEÑO]
    GG --> JC[JEFE CONTABLE]
    GG --> JRH[JEFE RECURSO HUMANO]
    
    JP --> SC[SUPERVISOR DE CORTE Y COMPRAS]
    JP --> SG[SUPERVISOR DE GUARNECIDA]
    JP --> SM[SUPERVISOR DE MONTAJE]
    
    SC --> CB[COORDENADOR BODEGA]
    SC --> CM[COORDENADOR MATERIALES]
    CB --> C[CORTADOR]
    
    SG --> P[PUNTEADO]
    SG --> D[DESBASTE]
    SG --> A[ARMADO]
    SG --> CO[COSTURA]
    
    SM --> M[MONTADO]
    SM --> T[TERMINADO]
    SM --> E[EMPLANTILLADO]
    
    JD --> DE[DISEÑADOR EXTERNO]
    
    JC --> AA1[AUXILIAR ARCHIVO]
    JC --> AC[AUXILIAR CONTADOR]
    
    JRH --> AN[AUXILIAR NOMINA]
    JRH --> SST[SST]
  
```

ORGANIGRAMA BROMX 2026

```
graph TD
    GERENTE[GERENTE] --> DIRECTORA_ADMINISTRATIVA[DIRECTORA ADMINISTRATIVA]
    GERENTE --> JEFE_OPERACIONES_PRODUCCION[JEFE DE OPERACIONES Y PRODUCCIÓN]
    JEFE_OPERACIONES_PRODUCCION --> SECRETARIA[SECRETARIA]
    JEFE_OPERACIONES_PRODUCCION --> LIDER_ARMADO[LÍDER DE ARMADO]
    JEFE_OPERACIONES_PRODUCCION --> LIDER_BANDA[LÍDER DE BANDA]
    SECRETARIA --> DESPACHADOR[DESPACHADOR]
    SECRETARIA --> ENCARGADO_ALMACEN_INSUMOS[ENCARGADO DE ALMACEN DE INSUMOS]
    ENCARGADO_ALMACEN_INSUMOS --> TROQUELADOR[TROQUELADOR]
    ENCARGADO_ALMACEN_MATERIA_PRIMA[ENCARGADO DE ALMACEN DE MATERIA PRIMA] --> CORTADOR[CORTADOR]
    LIDER_ARMADO --> ARMADOR[ARMADOR]
    LIDER_ARMADO --> PUNTEADOR[PUNTEADOR]
    LIDER_ARMADO --> OPERARIOS_ARMADO[OPERARIOS]
    LIDER_ARMADO --> DESBASTADOR[DESBASTADOR]
    LIDER_ARMADO --> COSTURERO[COSTURERO]
    LIDER_ARMADO --> AUXILIARES[AUXILIARES]
    LIDER_BANDA --> ENCARGADA_ARREGLOS_ZAPATOS[ENCARGADA DE ARREGLOS A ZAPATOS]
    LIDER_BANDA --> SOLADOR[SOLADOR]
    LIDER_BANDA --> EMPLANTILLADOR[EMPLANTILLADOR]
    LIDER_PROCESOS_OPERACIONES[LÍDER DE PROCESOS Y OPERACIONES] --> JEFE_OPERACIONES_PRODUCCION
    LIDER_PROCESOS_OPERACIONES --> COMPRAS[COMPRAS: A CARGO DE COORDINADORA DE PLANTA]
    LIDER_PROCESOS_OPERACIONES --> CALIDAD[CALIDAD: DISTRIBUIDA A LO LARGO DE LA CADENA PRODUCTIVA, A CARGO DE LÍDERES Y COORDINADORES]
```

4.1.2. Proceso productivo

El proceso productivo de Bromx S.A.S. se estructura en tres etapas fundamentales que transforman el cuero en calzado terminado. La primera etapa corresponde al área de corte, donde el material en cuero es recibido y segmentado en piezas específicas según el diseño de la referencia del modelo que se encuentra en producción. Estas piezas son el insumo primario para la siguiente etapa del proceso.

La segunda etapa se desarrolla en el área de guarnición, también denominada área de armado. En esta etapa, las piezas cortadas son ensambladas mediante operaciones especializadas de pegado y cosido, generando lo que técnicamente se conoce como "cortes" (conjunto de piezas de cuero ya ensambladas que conforman la parte superior del zapato). Estos cortes son almacenados temporalmente hasta que son requeridos por la siguiente estación de trabajo, que es conocida internamente como la banda de montaje.

Finalmente, en el área de montado, los cortes son integrados con las suelas mediante un proceso de ensamble en una cinta transportadora automatizada (la banda de montaje). Al finalizar esta operación, se obtiene el par de zapatos completo, el cual es empacado en cajas individuales, preparado para su embalaje en cajas más grandes y posterior despacho hacia el cliente final, siendo Cueros Vélez el principal destinatario de la producción.

Previo a la intervención realizada por el equipo de ingeniería, el flujo de información dentro de la planta se caracterizaba por una gestión fragmentada y dependiente de registros físicos. No existía un sistema centralizado que permitiera rastrear de manera ágil el estado de los pedidos, las necesidades de cada área o los indicadores de calidad. Los formatos de registro eran heterogéneos, sin estandarización entre áreas, lo que dificultaba la consolidación de datos y generaba demoras en la generación de reportes de seguimiento. Esta situación impedía una visión confiable del

desempeño operativo de la empresa y limitaba la capacidad de respuesta ante los errores en el proceso productivo.

4.2 Diagnóstico del flujo de información en las áreas de producción, calidad y talento humano

Durante la fase inicial del proyecto se realizó un levantamiento detallado del estado de los sistemas de registro y procesamiento de información en las áreas de interés de la empresa. Los hallazgos evidenciaron limitaciones que afectaban la capacidad operativa y administrativa de la empresa.

En primer lugar, se identificó un bajo nivel de adopción de herramientas tecnológicas. El personal encargado de los registros presentaba competencias digitales limitadas, lo que se reflejaba en una dependencia casi total de formatos físicos y en la ausencia de procesos automatizados para el cálculo de indicadores, el almacenamiento de datos históricos o en la generación de gráficos. [13]

En el área de *producción*:

-Los pedidos se gestionaban mediante órdenes impresas en papel, sin un sistema digital que permitiera su seguimiento.

-El cálculo de curva de horma (distribución óptima de tallas para un pedido específico basado en el inventario disponible de hormas) se realizaba manualmente, proceso que, según mediciones realizadas, consumía en promedio 9 minutos con 45 segundos por pedido.

-También, el registro y la representación gráfica de las metas de producción se realizaban en hojas de Excel independientes, sin contar con gráficos de producción hechos de manera correcta ni con metas dinámicas ajustadas a las condiciones reales del día.

-Otro de los hallazgos fue la ausencia de un inventario de hormas. Todas las hormas de la empresa se almacenaban físicamente en el tercer piso de la planta, pero no existía un registro confiable que reflejara con exactitud las referencias disponibles ni las cantidades por talla. Esto obligaba al personal a repetir el cálculo de curva de horma hasta ajustarlo al inventario real, generando reprocesos innecesarios y errores humanos. Además, esta falta de trazabilidad generaba impactos económicos negativos para la empresa: por un lado, existía el riesgo de pérdida de material al no localizar hormas existentes en el inventario físico, generando compras innecesarias de hormas que ya se poseían; por otro lado, se presentaban situaciones en las que se calculaban curvas de horma reducidas o incompletas debido a que el personal no lograba ubicar todas las hormas disponibles durante la búsqueda física, lo que resultaba en pedidos con distribuciones de tallas subóptimas que no maximizaban el uso del inventario real de la empresa.

-Se identificaron además inconsistencias en los datos de producción de la banda de montado. Los registros de los procedimientos de *montado* y *terminado* presentaban diferencias entre sí, lo que indicaba fallas en la captura de datos o en la definición de los criterios de registro. Las paradas de la banda transportadora no eran documentadas, perdiéndose información valiosa sobre el tiempo de inactividad y las causas que lo generaban.

-La meta de producción diaria se establecía de manera estándar, sin considerar variables como la velocidad real de la banda, los tiempos de descanso del personal o las paradas no programadas, lo que generaba una evaluación del cumplimiento de objetivos sesgada e injusta.

En el área de *calidad*:

-No existía un formato de registro de devoluciones ni garantías, lo que implicaba una pérdida de información sobre los defectos detectados por el cliente final. Para ello se implementó

un formato de registro y control de envíos y devoluciones que evidenció la magnitud del problema que anteriormente permanecía invisible para la gerencia.

-Los tipos de defectos no estaban estandarizados, lo que dificultaba la clasificación, el análisis de frecuencia y la identificación de las causas raíz.

En el área de *talento humano*:

-Los registros de ausentismos se llevaban a cabo de manera manual en formatos físicos.

-La información del personal se encontraba almacenada en el software Accasoft, pero estaba desactualizada y la interfaz del sistema resultaba poco intuitiva para los usuarios, dificultando el acceso ágil a datos básicos como área de trabajo, cargo o historial de vinculación.

-No se contaba con una base de datos interna de personal activo, lo que complicaba la elaboración de la nómina y el cálculo de indicadores de rotación o ausentismo.

Este diagnóstico puso en evidencia la necesidad real de un sistema de información que centralizara los datos, estandarizara los formatos de captura y automatizara los cálculos, reduciendo el error humano y liberando tiempo del personal para actividades de mayor valor agregado. [14]

4.3 Análisis de datos del proceso productivo

Previo a la intervención, la capacidad analítica sobre el desempeño productivo de Bromx S.A.S. era limitada. Si bien existían registros dispersos en distintos archivos de Excel desde febrero, la estructura fragmentada de estos impedía la consolidación de información para la generación de indicadores estratégicos.

Era posible calcular el porcentaje de cumplimiento de metas de producción utilizando los datos disponibles, sin embargo, este indicador estaba sesgado y no tenía en cuenta otras variables

para el cálculo de la meta, como paradas no programadas, modificaciones en el flujo de trabajo y descansos. Esto imposibilitaba entender si un bajo cumplimiento se debía a problemas de capacitación del personal, a paradas de la banda, a falta de material o a otras causas raíz.

No era posible realizar un análisis de las referencias de producto más demandadas debido a que no se llevaba un registro de los pedidos. Tampoco se podía calcular un valor promedio de facturación por pedido ni identificar tendencias estacionales o patrones en la producción que permitieran anticipar necesidades de mano de obra o ajustes en la capacidad instalada.

Desde la perspectiva de calidad, la ausencia de registros históricos impedía calcular la tasa de devolución (porcentaje de productos devueltos respecto al total producido), realizar un diagrama de Pareto de defectos para priorizar acciones correctivas, o identificar la proporción entre devoluciones por errores en el proceso de producción y devoluciones por errores no relacionados al proceso de producción. No se podía estimar la suma total de costos de devoluciones ni el tiempo promedio entre la producción de un lote y su devolución, datos críticos para evaluar la eficiencia del sistema de control de calidad. [11]

Esta situación representaba una barrera importante para la implementación de ciclos de mejora continua basados en el ciclo PHVA, ya que la fase de "Verificar" requiere datos confiables y trazables para contrastar el desempeño real contra los estándares establecidos.

4.4 Identificación de requerimientos funcionales del sistema

Para traducir las necesidades diagnosticadas en especificaciones técnicas del sistema de información, se realizó un proceso de levantamiento de requerimientos funcionales que involucraba la definición clara de las entradas, procesos y salidas esperadas en cada módulo.

Como paso previo necesario, debido a que la empresa carecía de manuales de funciones actualizados, se llevó a cabo un estudio de funciones y diseño de puestos para las áreas clave de la empresa. Este análisis permitió establecer las responsabilidades del personal a cargo de la captura de datos y adaptar los formatos a sus competencias técnicas, facilitando una recolección de información más eficiente y reduciendo la probabilidad de error humano. [15]

Para obtener indicadores clave de desempeño (KPI's) medibles y confiables, fue necesario establecer flujos de trabajo y formatos estandarizados. Una de las primeras acciones fue la creación de un catálogo de no conformidades (defectos) interno, acompañado de imágenes de referencia que permitieran identificar visualmente cada tipo de defecto presente en el calzado. Este catálogo se convirtió en la base para la estandarización del registro de calidad.

A partir de esta estandarización, se diseñó un formato de registro de devoluciones y garantías que permite consolidar de manera estructurada cada lote devuelto por el cliente. Este formato incluye campos como: fecha de llegada del lote a la empresa, referencias encontradas en el lote, tipos de no conformidades presentes en cada par, cantidad de pares afectados por cada defecto y observaciones adicionales. Esta información puede utilizarse tanto para el análisis de Pareto como para futuros informes gerenciales o auditorías de calidad. [16]

Para el módulo de producción, se identificó la necesidad de contar con una tabla de pedidos que centralice toda la información relacionada con los pedidos activos y finalizados. Esta tabla debe contener campos como: número de pedido, cliente, referencia del producto, cantidades por talla, fecha de recepción del pedido, fecha de entrega comprometida y estado actual. Esta estructura permite realizar el cálculo automático de curva de horma mediante fórmulas de búsqueda que extraen la información necesaria sin intervención manual.

Además, se requirió una tabla de envíos que registre la fecha de despacho de cada pedido, permitiendo calcular el tiempo promedio entre la recepción de un pedido y su entrega al cliente (lead time de entrega), un indicador importante para evaluar el cumplimiento de los compromisos comerciales con Cueros Vélez.

Para el control de calidad, se estableció la necesidad de un diagrama de Pareto automatizado que identifique las causas de devoluciones más frecuentes a partir de los datos registrados en el formato de devoluciones y garantías. Esta visualización permite priorizar las acciones correctivas enfocándose en los defectos que generan el mayor impacto económico. [11]

En cuanto al registro de producción en la banda de montado, se definió como requerimiento funcional el desarrollo de una tabla de producción semiautomática que calcule de manera dinámica la meta real de producción del día. Esta meta debe ajustarse automáticamente considerando variables como: velocidad de la banda (pares por hora), tiempos de descanso reglamentarios del personal, paradas programadas y no programadas. Este cálculo permite establecer metas realistas acorde con las condiciones operativas del día, evitando el sesgo de evaluación que generaba la meta estándar fija.

Se estableció también la necesidad de estandarizar el formato de registro de producción mensual para todas las áreas productivas. Este formato debe identificar claramente los días no laborales y festivos, permitiendo exportar la información de manera sencilla hacia un histórico consolidado que facilite el análisis de tendencias y la generación de reportes gerenciales.

Como se mencionó previamente, el cálculo de curva de horma representaba un proceso manual que consumía tiempo valioso del personal técnico. Se definió como requerimiento funcional la automatización total de este cálculo mediante fórmulas que consideren el inventario disponible de hormas y generen la distribución óptima de tallas sin intervención del personal.

Para soportar este cálculo, se identificó la necesidad de un formato de registro de inventario de hormas que permita consultar en tiempo real las cantidades disponibles por referencia y talla, eliminando la necesidad de verificaciones físicas cada vez que se requiera calcular una curva.

Se requiere además la generación de gráficos automatizados de producción que permitan visualizar de manera clara el desempeño de cada área productiva, facilitando la identificación de patrones, tendencias o errores en los datos.

Para el módulo de talento humano, se definió la necesidad de contar con una base de datos actualizada de colaboradores activos, que incluya información como: nombre completo, número de identificación, área de trabajo, cargo, fecha de ingreso y tipo de contrato. Esta base de datos es un requerimiento para la generación semiautomática de la nómina.

Se estableció como requerimiento funcional el desarrollo de un formato digital de registro de ausentismos que permita extraer la información de manera rápida y eficaz para el cálculo de deducciones en la nómina. Este formato debe generar un histórico que pueda ser consultado tanto por la empresa como por los colaboradores en caso de requerirse información de periodos anteriores.

Adicionalmente, se identificó la necesidad de un formato de registro de arreglos (trabajos de corrección o reelaboración de productos defectuosos detectados internamente) que permita consolidar estos procesos asociados al ciclo productivo principal. Estos arreglos tienen una estructura de pago diferente a la producción estándar registrada en Accasoft, por lo que deben ser considerados de manera independiente en el cálculo de la nómina.

Como requerimiento integrador, se definió la necesidad de una función semiautomática de cálculo de nómina que consolide información proveniente de múltiples fuentes: datos de producción de Accasoft, registros de ausentismos, registros de arreglos y base de datos de personal.

El sistema debe procesar toda esta información y generar una hoja de nómina por colaborador que contenga todos los datos requeridos para la impresión y entrega del comprobante de pago, eliminando el proceso manual que anteriormente consumía horas de trabajo administrativo.

A continuación, se muestra la *Tabla 1*, que resume todos los requerimientos funcionales del sistema.

Tabla 1. *Tabla resumen de requerimientos funcionales.*

Módulo	Requerimiento Funcional	Entradas	Procesos	Salidas
Calidad	Catálogo de no conformidades	Tipos de defectos, imágenes de referencia	Estandarización de defectos	Catálogo visual de defectos
Calidad	Registro de devoluciones y garantías	Fecha de llegada, referencias, tipos de NC, cantidad de pares afectados, observaciones	Documentación estructurada de pares devueltos	Formato de registro estandarizado
Calidad	Diagrama de Pareto automatizado	Datos de devoluciones y garantías	Análisis de frecuencia de causas, generación de gráfico	Gráfico de Pareto de defectos prioritarios
Producción	Tabla de pedidos	Número de pedido, cliente, referencia, cantidades por talla, fechas de recepción/entrega, estado	Centralización de información de pedidos	Base de datos de pedidos activos y finalizados
Producción	Tabla de envíos	Fecha de despacho de pedidos	Registro de despachos, cálculo de lead time	Indicador de tiempo promedio de entrega
Producción	Cálculo automático de curva de horma	Inventario de hormas, pedidos activos	Fórmulas de búsqueda y distribución óptima de tallas	Curva de horma sin intervención manual

Módulo	Requerimiento Funcional	Entradas	Procesos	Salidas
Producción	Registro de inventario de hormas	Cantidades por referencia y talla	Consulta en tiempo real	Inventario actualizado de hormas
Producción	Formato de cálculo de producción estimada	Velocidad de banda, tiempos de descanso, paradas programadas/no programadas	Cálculo dinámico de meta ajustada	Meta real de producción diaria
Producción	Formato de registro de producción mensual	Datos de producción, días laborales/festivos	Estandarización de registro	Histórico consolidado
Producción	Gráficos automatizados de producción	Datos de producción por área	Generación automática de visualizaciones	Gráficos de desempeño por área
Talento Humano	Base de datos de colaboradores	Nombre, identificación, área, cargo, fecha de ingreso, tipo de contrato	Actualización y mantenimiento de datos	Base de datos activa de personal
Talento Humano	Registro digital de ausentismos	Datos de ausencias del personal	Documentación de ausentismos, generación de histórico	Formato de ausentismos consultable
Talento Humano	Registro de arreglos	Cantidad de arreglos hechos durante la quincena	Documentación de arreglos fuera de producción estándar	Formato de registro de arreglos
Talento Humano	Cálculo semiautomático de nómina	Datos de Accasoft, ausentismos, arreglos, base de datos de personal	Consolidación de información, cálculo de nómina	Consolidado de nómina para imprimir
Transversal	Estudio de funciones y diseño de puestos	Análisis de áreas clave	Definición de responsabilidades y competencias	Manuales de funciones actualizados

4.5 Diseño de la arquitectura lógica del sistema de información

Una vez definidos los requerimientos funcionales, se procedió al diseño de la arquitectura lógica del sistema, estableciendo el flujo de información entre las diferentes fuentes de datos, los módulos de procesamiento y las salidas de información hacia los usuarios finales.

La arquitectura del sistema se fundamenta en un modelo de integración de datos provenientes de tres fuentes principales: registros manuales digitales, consultas al software Accasoft y bases de datos en Excel.

El flujo de información del módulo de producción inicia con la extracción de datos del software Accasoft mediante una consulta SQL que recupera la información de producción registrada de cada colaborador a través de los tickets generados durante la quincena. Esta información se exporta en formato .xlsx y es procesada mediante una macro en VBA que realiza las siguientes operaciones: limpieza de datos irrelevantes, eliminación de duplicados, transformación de formato a tabla estructurada y carga de los datos en la hoja correspondiente del sistema. [17]

Los datos de producción provenientes de Accasoft son el insumo principal para el cálculo semiautomático de la nómina. Este proceso integra además información proveniente de las hojas de ausentismos, de arreglos y de la base de datos de personal, consolidando toda esta información en un formato de nómina individualizado para cada empleado mediante una macro que ejecuta el cálculo de manera automática al presionar un botón de comando.

Para el cálculo de curva de horma, el módulo de producción utiliza la tabla de pedidos como fuente principal. Mediante una función BUSCARX, el sistema busca el número de pedido ingresado por el usuario y extrae automáticamente información como: cantidad total del pedido, referencia del producto, colores disponibles y fechas de entrega. Esta información se cruza con la

tabla de inventarios de hormas para realizar los cálculos correspondientes a la distribución óptima de tallas, considerando las restricciones de inventario disponible. El resultado es una curva de horma balanceada que maximiza el uso del inventario disponible y minimiza los faltantes.

El módulo de calidad usa los datos registrados manualmente en el formato de devoluciones y garantías. Esta información es procesada mediante fórmulas dinámicas que calculan automáticamente indicadores como: tasa de devolución por referencia, costo de calidad externo, defectos más frecuentes y tiempo promedio entre producción y devolución. Los datos son visualizados mediante un diagrama de Pareto automatizado que se actualiza cada vez que se registra una nueva devolución, permitiendo identificar los defectos que requieren acciones correctivas.

El módulo de talento humano conecta los datos de la base de datos de personal con los registros de ausentismos y arreglos. Mediante macros en VBA, el sistema valida los datos, detecta errores de captura (como fechas inválidas o códigos de empleado inexistentes) y genera alertas visuales que permiten al usuario corregir la información antes de procesar la nómina. Una vez validados los datos, el sistema ejecuta el cálculo de deducciones por ausentismo, adiciones por arreglos y valores de producción, consolidando todos los conceptos en un formato de nómina imprimible.

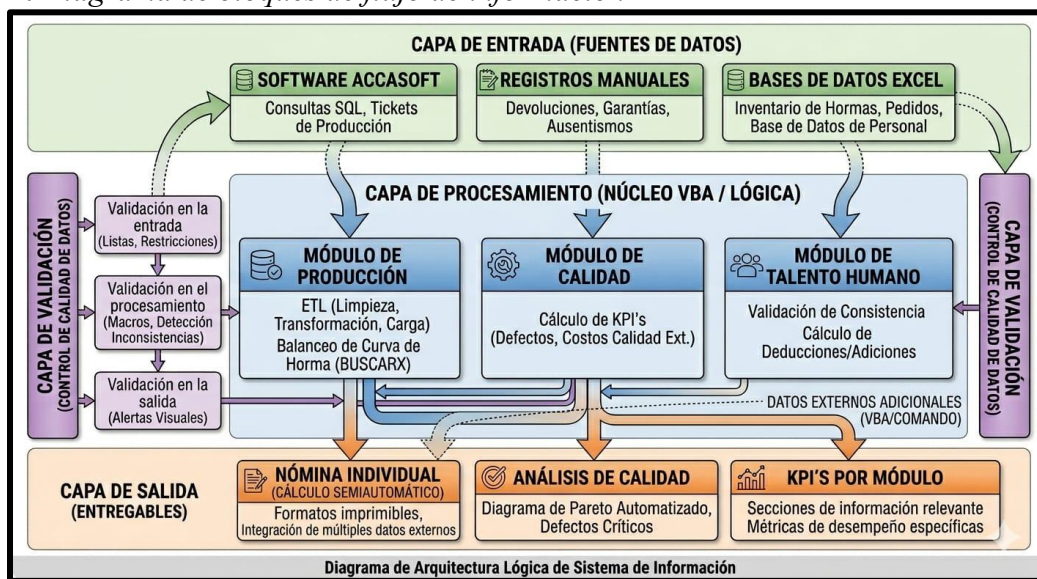
En cuanto a los detalles técnicos, el diseño del sistema se construyó considerando principios de modularidad, escalabilidad y mantenibilidad. Cada módulo opera de manera independiente, pero comparte estructuras de datos comunes que permiten la integración. El uso de tablas estructuradas en lugar de rangos de celdas garantiza que las fórmulas y macros se ajusten automáticamente cuando se agregan nuevas filas de datos, evitando errores por referencias rotas o modificación de la información.

La validación de datos se implementó en distintos puntos del proceso: validación en la entrada mediante listas desplegables y formatos de celda restringidos, validación en el procesamiento mediante macros que detectan inconsistencias y validación en la salida mediante alertas visuales que indican cuando un indicador se encuentra fuera de los rangos esperados.

Como aclaración final, al diseñar la metodología se planteó un dashboard general con todos los datos integrados de cada módulo, pero después de comunicar la idea con la gerencia, se acordó la realización de secciones de información relevante junto con KPI's para cada tipo de registro dentro de cada módulo. [7]

A continuación, se muestra la *Figura 4*, que muestra los bloques de flujo de información del sistema.

Figura 4. Diagrama de bloques de flujo de información



5. Desarrollo e implementación del sistema de información

5.1 Desarrollo del módulo de producción

El desarrollo del módulo de producción se ejecutó de manera iterativa, respondiendo a las necesidades operativas identificadas durante el diagnóstico y ajustándose a los requerimientos funcionales definidos en la fase anterior.

El primer componente desarrollado fue la automatización del cálculo de curva de horma. Este proceso fue transformado mediante la implementación de una hoja de cálculo que integra la tabla de pedidos con el inventario de hormas. El usuario simplemente ingresa el número de pedido en una celda designada, y el sistema ejecuta automáticamente las siguientes operaciones: busca la referencia del producto mediante la función BUSCARX, identifica las tallas solicitadas, consulta el inventario disponible de hormas para esa referencia, calcula la distribución óptima de tallas considerando las restricciones de inventario y genera un reporte con la curva de horma final. Esta automatización eliminó por completo el tiempo de cálculo manual y redujo a cero los errores humanos asociados a operaciones aritméticas repetitivas. [17]

Esta sección se observa en la *Figura 5*.

Figura 5. Cálculo de la curva de horma.

TALLA	CANTIDAD	CURVA HORMA	14244	CURVA APROX	DIF	ULT. VUELTA	DIF	ULT. VUELTA
35								
36								
37								
38	150	7,8	7	8	-1			
39	310	16,2	13	16	-3	6	7	
40	154	8,0	14	8	6	2	12	
41	152	7,9	18	8	10			
42	168	8,8	12	9	3			
43	138	7,2	12	7	5	5	7	
44			4					
45			1					
46								
	1072	55,9	81	56		13		

El segundo componente desarrollado fue las tablas de pedidos, envíos y devoluciones. Esta estructura consolida toda la información relacionada con el ciclo completo del pedido, desde su recepción hasta su entrega al cliente, incluyendo posibles devoluciones posteriores. Las tablas incluyen campos como: número de pedido, cliente, referencia, cantidad total, cantidades por talla, fecha de recepción y fecha de envío. Esta información es la base del sistema de producción, ya que se relaciona con procesos como el cálculo de curva de horma, el análisis de cumplimiento de plazos de entrega y la trazabilidad de productos devueltos hasta su pedido de origen.

Para resolver la falta de control sobre el inventario de hormas, se desarrolló una tabla de registro de inventario de hormas que documenta todas las entradas y salidas de referencias en la empresa, con sus respectivas cantidades por talla. Esto genera un formato que se actualiza cada vez que se reciben nuevas hormas o se realizan salidas del inventario, manteniendo una trazabilidad clara del movimiento de este activo. La implementación de esta tabla de registro eliminó la necesidad de verificaciones físicas constantes y permitió que el cálculo de curva de horma se realice con información confiable.

Uno de los desarrollos más importantes fue la tabla de producción en banda con meta dinámica. A diferencia del sistema anterior, donde la meta de producción era un valor estándar fijo que no consideraba las condiciones reales del día, el nuevo sistema calcula la meta de manera automática considerando las siguientes variables: velocidad actual de la banda (pares por hora), jornada laboral del día (horas disponibles), tiempos de descanso reglamentarios (desayuno, almuerzo, pausas activas), paradas programadas (cambio de referencia, mantenimiento preventivo) y paradas no programadas registradas durante el día (fallas mecánicas, falta de material). El sistema actualiza la meta en tiempo real a medida que se registran paradas o se cambia la velocidad de la

banda, permitiendo que el porcentaje de cumplimiento refleje de manera precisa el desempeño del equipo bajo las condiciones reales de operación y no bajo un estándar teórico inalcanzable.

El resultado final de esta sección se muestra en la *Figura 6*.

Figura 6. *Cálculo de meta diaria.*

	A	B	C	D	E
	HORA INICIO	HORA FIN	MINUTOS TRABAJADOS	ESTÁNDAR HORA	ESTÁNDAR ACUM.
1					
2	7:05 a. m.	8:00 a. m.	55	64	64
3	8:00 a. m.	9:00 a. m.	60	70	134
4	9:20 a. m.	10:00 a. m.	40	47	181
5	10:00 a. m.	11:00 a. m.	60	70	251
6	11:00 a. m.	12:00 p. m.	60	70	321
7	1:30 p. m.	2:00 p. m.	30	35	356
8	2:00 p. m.	3:00 p. m.	60	70	426
9	3:00 p. m.	4:00 p. m.	60	70	496
10	4:20 p. m.	5:00 p. m.	40	47	543
11	5:00 p. m.	6:00 p. m.	60	70	613
12	6:00 p. m.	7:00 p. m.	60	70	683
13					
14					
15					
16					
17					
18					

ENTRE SEMANA	VELOCIDAD	PROD. / HORA
OPCIÓN 1	150	70
OPCIÓN 2	150	70
OPCIÓN 3	150	70

FECHA	META	MONTADO	TERMINADO
12/05/2026	683		

Para solucionar el problema de dispersión de archivos de producción mensuales, se desarrolló un sistema de registro consolidado que consta de dos componentes principales: una hoja de registro mensual y una tabla de histórico acumulado. La hoja de registro mensual contiene la estructura estandarizada para capturar la producción diaria de todas las áreas (corte, guarnición, montado). Al finalizar cada mes, el usuario ejecuta una macro que transfiere automáticamente todos los datos del mes hacia la tabla de histórico, limpia la hoja de registro mensual para dejarla lista para el siguiente periodo y valida que no existan inconsistencias en los datos transferidos. Este diseño mantiene la simplicidad en la captura de datos (una sola hoja visible para el usuario) mientras construye un histórico robusto que puede ser consultado para análisis de tendencias, proyecciones de producción o auditorías internas.

El formato final de visualización de producción se muestra en la *Figura 7*.

Figura 7. Visualización de producción.

DIA	META	CORTE	DESBASTE	PUNTEADO	ARMADO	PARES MONTADOS	PARES TERMINADOS	DESFASE DIARIO	DESFASE ACUMULADO	OBSERVACIONES
13	439					450	250	-189	-189	
14	495	363				460	438	-57	-246	
15	495	546		445		560	438	-57	-303	
16	495	610	300	445		580	456	-39	-342	
17	364	305	150	251		280	219	-145	-487	
18								0	-487	
19	481	1020	762	430		540	384	-97	-584	
20	541	672	834	686	287	190	343	-198	-782	
21	546	817	754	584	433	483	380	-166	-948	
22	624		462	628	492	530	420	-204	-1152	
23	624		339	408	306	550	427	-197	-1349	
24	352		296	227	232	282	238	-114	-1463	
25								0	-1463	
26	624	44	383	323	591	400	348	-276	-1739	
27	624	461	435	138	444	405	312	-312	-2051	
28	624	303	260	78	555	414	438	-186	-2237	
29	624	582	373	300	480	555	487	-137	-2374	
30	624	525	454	430	484	553	455	-169	-2543	
31	416	456	278	277	357	310	326	-90	-2633	
TOTAL MES	6704	6080	5650	4661	7542	6359	-2633			
PROMEDIO DIARIO	515,7	434,3	376,7	423,7	443,6	374,1	-84,9			

FILTRAR	ENERO
PRODUCCIÓN ESPERADA	8992
PRODUCCIÓN REAL	6359
RENDIMIENTO	70,7%
CUMPLIMIENTO DE META	45,2%

Finalmente, se implementaron gráficos automatizados de producción que visualizan el desempeño de cada área en función del tiempo. Estos gráficos se actualizan automáticamente cada vez que se ingresan nuevos datos, presentando información como: producción diaria por área, comparativo de producción real versus meta, tendencia mensual de cumplimiento y análisis de variabilidad. La visualización permite identificar de manera inmediata días con desempeño atípico, facilitando la investigación de causas raíz y la implementación de acciones correctivas oportunas.

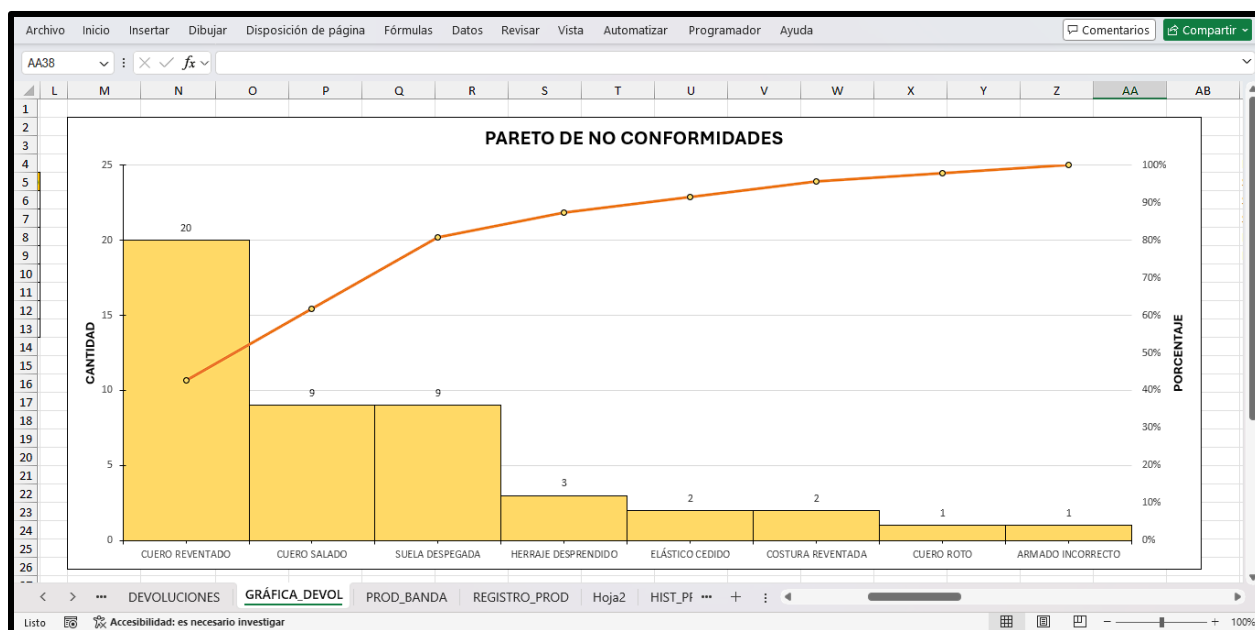
5.2 Desarrollo del módulo de calidad

El módulo de calidad se desarrolló en dos partes complementarias: una parte cuantitativa enfocada en el registro y análisis de datos numéricos, y una parte cualitativa orientada a la estandarización de criterios de no calidad y la recopilación de formatos de soporte.

La parte cuantitativa inició con el desarrollo del formato de registro de devoluciones y garantías. Este formato permite documentar cada lote devuelto por el cliente con la información necesaria para análisis posteriores. Los campos incluyen: fecha de llegada del lote, número de pedido del par, cliente, cantidad total de pares devueltos, referencia de cada par, no conformidad señalada por el cliente, observaciones adicionales y responsable del registro. El formato realiza una validación de datos mediante listas desplegables que aseguran que se seleccionen tipos de defectos del catálogo oficial, eliminando la variabilidad en el uso de códigos que puede dificultar los análisis.

A partir de los datos registrados en este formato, se implementó un diagrama de Pareto automatizado que clasifica las no conformidades por frecuencia de ocurrencia y calcula el porcentaje acumulado que cada tipo de defecto representa sobre el total de devoluciones. Este gráfico se actualiza automáticamente cada vez que se registra una nueva devolución, permitiendo que el equipo de calidad identifique los defectos más relevantes (los que representan el 80% de las devoluciones) y planifique las acciones correctivas enfocándose en las causas que generan el mayor impacto económico.

Figura 8. *Diagrama de Pareto para devoluciones.*



Se desarrollaron también indicadores que permiten medir el desempeño del sistema de calidad: tasa de devolución, costo de calidad externo, defectos más frecuentes y tiempo promedio entre producción y devolución.

La parte cualitativa del módulo inició con la creación del catálogo de no conformidades. Este documento contiene cada tipo de defecto posible en el calzado, acompañada de evidencia fotográfica de productos con ese defecto específico. El catálogo incluye defectos como: cuero salado, suela despegada, herraje reventado, cuero arrugado, placa muy marcada, costura torcida, entre otros. El resultado de esta catálogo se muestra en la

Figura 9 y Figura 10.

Figura 9. Catálogo de defectos Vélez.

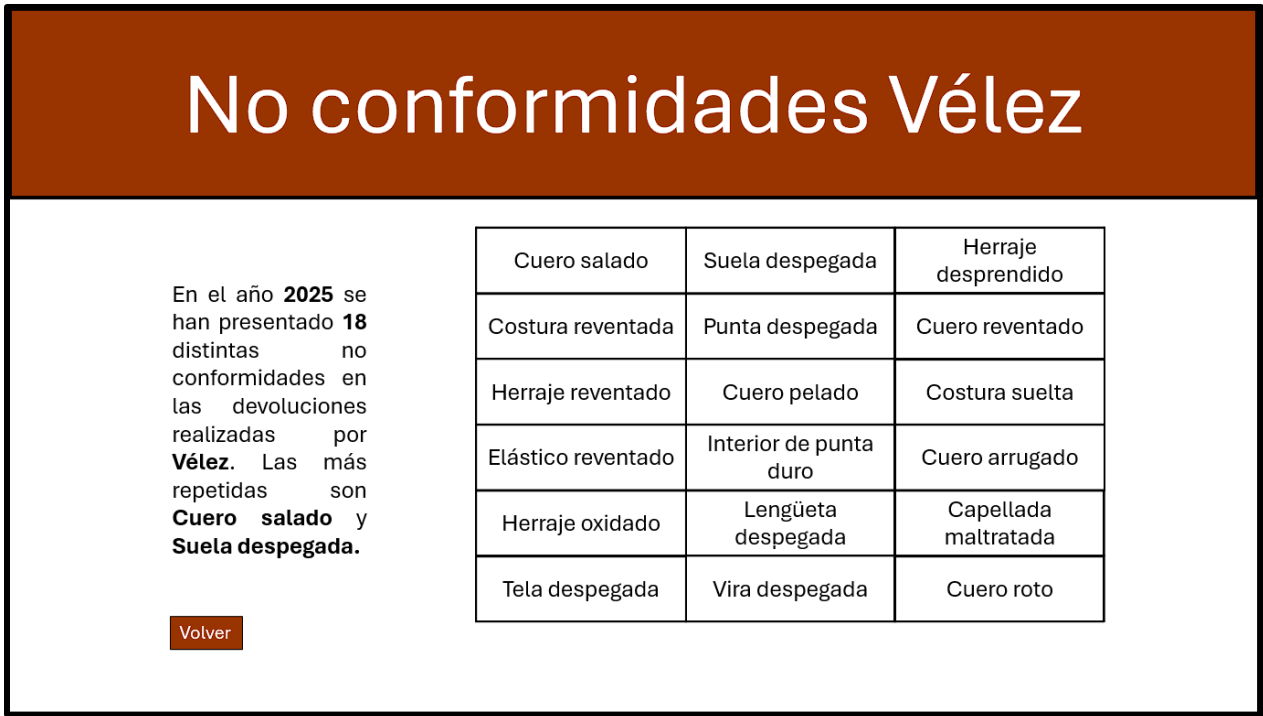


Figura 10. Ejemplo de defecto de Cuero salado.



Finalmente, se decidió por establecer una carpeta en la que se guardaran algunos de los formatos que se manejaban en la empresa, así como copias de seguridad de los archivos principales que funcionen como soporte y respaldo en caso de pérdidas o corrupción de los archivos principales.

5.3 Desarrollo del módulo de talento humano

El módulo de talento humano se desarrolló con el objetivo de digitalizar los procesos de registro administrativo del personal y automatizar el cálculo de la nómina, reduciendo drásticamente el tiempo dedicado a tareas administrativas repetitivas.

El primer componente desarrollado fue el formato digital de registro de ausentismos. Este formato reemplazó el sistema de registro físico que anteriormente se utilizaba, eliminando problemas de legibilidad, pérdida de información y demoras en la consolidación de datos. El nuevo formato incluye campos como: fecha del ausentismo, nombre del colaborador, área, tipo de ausentismo, horas ausentes y observaciones. El formato usa una validación automática que verifica que el nombre del colaborador exista en la base de datos de personal activo, evitando posibles errores de digitación que puedan generar inconsistencias al calcular la nómina.

Figura 11. *Formato de ausentismos.*

ArchivoInicioInsertarDibujarDisposición de páginaFórmulasDatosRevisarVistaAutomatizarProgramadorAyuda

D48

</

El formato genera un histórico de ausentismos que puede ser consultado por periodo, por colaborador o por tipo de ausentismo, facilitando análisis como: colaboradores con mayor índice de ausentismo y proporción de cada tipo de ausentismo sobre el total. Esta información es valiosa no solo para el cálculo de nómina, sino también para la gestión del talento humano, permitiendo identificar colaboradores que puedan requerir acompañamiento o intervenciones específicas.

El segundo componente fue el formato de registro de arreglos. Este formato consolida los trabajos de corrección o reelaboración de productos defectuosos que son identificados internamente antes de su envío al cliente. Dado que estos trabajos no son tenidos en cuenta en la producción registrada en Accasoft, es necesario llevar un registro independiente para garantizar que los colaboradores reciban la remuneración correcta por este tipo de actividades. El formato incluye campos como: fecha del arreglo, nombre del colaborador, referencia del producto, pieza arreglada, cantidad de pares arreglados y valor unitario del arreglo. El sistema calcula

automáticamente el valor total a pagar por arreglos a cada colaborador, información que posteriormente se integra en el cálculo de la nómina.

Para el tercer componente, se desarrolló la base de datos interna de personal. Esta base de datos centraliza información como: nombre completo del colaborador, número de identificación, área de trabajo, cargo, fecha de ingreso, tipo de contrato, salario y estado (activo/inactivo). Esta base de datos es la fuente de verdad para todos los procesos del módulo de talento humano, asegurando que la información utilizada en el cálculo de nómina, en el registro de ausentismos y en el análisis de indicadores esté siempre actualizada y sea consistente. La base de datos se actualiza cada vez que ingresa un nuevo colaborador o cuando un colaborador termina su vinculación con la empresa, manteniendo un histórico de todos los movimientos de personal.

Figura 12. *Sección de ingreso y salida de personal.*

ID	NOMBRE	CÉDULA	ÁREA	CARGO	CONTRATO	FECHA DE INGRESO	FECHA DE RETIRO
77	BRAYAN ESTICK SEPÚLVEDA CASTRILLÓN		ADMINISTRATIVO	LÍDER DE PROCESOS Y OPERACIONES	FIJO	13/01/2026	

Finalmente, el componente integrador del módulo es la función semiautomática de cálculo de nómina. Esta herramienta consolida información proveniente de cuatro fuentes: datos de

producción extraídos de Accasoft mediante consulta SQL, registros de ausentismos capturados en el formato digital, registros de arreglos y base de datos interna de personal activo. Al ejecutar la macro de cálculo de nómina, el sistema realiza las siguientes operaciones de manera secuencial: importa los datos de producción del archivo .xlsx generado por Accasoft, valida que todos los códigos de empleado existan en la base de datos interna, calcula el valor a pagar por producción según las tarifas vigentes para cada referencia, deduce los valores correspondientes a los ausentismos registrados, suma los valores por arreglos realizados, calcula las deducciones de ley, genera una nómina individualizada para cada colaborador con el detalle completo de devengos y deducciones organizando toda la información consolidada en un formato imprimible, que se muestra en la

Figura 13.

Figura 13. *Formato de impresión de nómina.*

BROMX			
RECIBO	91	TIPO	FIJO
DEL	4/05/2026	AL	17/05/2026
CÉDULA		ID	91
NOMBRE	ODALINA RINCON		
CARGO	EMPLANTILLADOR (A)	ÁREA	EMPLANTILLADO
CONCEPTO	CANTIDAD	ASIGNACIONES	DESCUENTOS
SUELDO BASE		\$ 900.000,00	
HORAS EXTRAS		\$ 0,00	
BONO TRANSPORTE		\$ 124.500,00	
SEGURO SOCIAL			\$ 70.000,00
DESCUENTO EN VALES			\$ 0,00
TOTALES		\$ 1.024.500,00	\$ 70.000,00
NETO A COBRAR		\$ 954.500,00	
SON: NOVECIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS			
HUELLA	PAGO EN BANCO		
RECIBÍ CONFORME:			

Este proceso, que anteriormente consumía horas de trabajo manual utilizando calculadora y hojas físicas de registro, durante las pruebas piloto demostró poder realizarse en cuestión de

minutos con pocos pasos a seguir, eliminando por completo el riesgo de error humano en los cálculos aritméticos y garantizando que todos los colaboradores reciban su comprobante de pago de manera oportuna.

5.4 Integración de módulos y diseño de las secciones de información

Al inicio del proyecto se planteó que el sistema se dividiría en tres módulos independientes, pero para buscar un funcionamiento óptimo de los cálculos se decidió que la parte cuantitativa del módulo de calidad se una al módulo de producción para mejorar la trazabilidad, y la parte cualitativa que se separó para su uso en capacitaciones.

Como se mencionó anteriormente, se realizaron secciones de información relevante junto con KPI's para cada tipo de registro dentro de los dos módulos.

En el módulo conjunto de producción y calidad se presentan información, gráficos e indicadores como el Pareto de devoluciones, costo de calidad externo, tiempo promedio entre producción y devoluciones, pedidos pendientes, proyección de producción y visualización del histórico de producción con indicadores relevantes como producción total de pares y porcentaje de cumplimiento de meta.

En el módulo de talento humano se presenta: índice de ausentismo del mes, análisis de ausentismo por tipo de contrato, colaboradores con mayor índice de ausentismo y proporción de tipos de ausentismo. Esta información permite a la gerencia identificar áreas o colaboradores que puedan requerir intervenciones específicas para mejorar el clima laboral o las condiciones de trabajo.

Los módulos incorporan filtros interactivos mediante segmentadores de datos que permiten al usuario filtrar la información por periodo de tiempo (semanal, quincenal, mensual), por área o

por tipo de indicador. Esta funcionalidad permite realizar análisis comparativos como: desempeño del área de montado en enero vs febrero, evolución de la tasa de devolución en los últimos seis meses o análisis de ausentismo en el área de guarnición durante el último trimestre.

En cuanto a los detalle técnicos, la integración se logró mediante la estandarización de las estructuras de datos en los dos módulos. Todas las tablas utilizan formatos compatibles (tablas estructuradas de Excel con encabezados estandarizados), lo que permite que cada sección de información pueda funcionar con múltiples fuentes sin requerir transformaciones de datos. Las macros de obtención de datos se ejecutan según criterio y necesidad del usuario, asegurando que la información presentada sea siempre la más relevante para el ejercicio.

5.5 Validación y pruebas piloto del sistema

Para garantizar el correcto funcionamiento técnico del sistema y su facilidad de uso por parte de los usuarios finales, se llevó a cabo una fase de validación desarrollada en tres etapas: validación técnica, pruebas piloto con usuarios reales y ajustes finales basados en retroalimentación.

La validación técnica consistió en probar el sistema en situaciones controladas para verificar la estabilidad de las fórmulas y macros ante posibles errores de usuario. Se realizaron pruebas con datos extremos (valores muy altos, valores cero, valores negativos), datos incompletos (campos vacíos, datos faltantes) y datos incorrectos (fechas inválidas, códigos de empleado inexistentes). Se identificaron y corrigieron errores como: fórmulas que generaban división por cero ante ciertos escenarios, macros que fallaban cuando no existían datos en el rango esperado, formatos condicionales que no se actualizaban correctamente al insertar nuevas filas y errores de

conversión de tipo de datos cuando se importaba información con Power Query debido a cambios de nombres no coordinados en los archivos.

Se ingresaron datos históricos de los meses disponibles en los registros manuales anteriores, permitiendo validar la precisión de los cálculos automatizados mediante comparación con los resultados obtenidos manualmente. Se verificó que el cálculo de curva de horma produjera resultados idénticos a los cálculos manuales previos, para esto se contrastó con 15 de los pedidos realizados anteriormente que contaban con soporte físico del cálculo; también se comparó que el cálculo de nómina generara valores coincidentes con las nóminas de las 2 quincenas anteriores a la prueba, que los gráficos de las secciones de información reflejaran correctamente las tendencias observadas en los registros históricos y los indicadores de calidad coincidieran con los reportes manuales existentes.

Las pruebas piloto con usuarios reales se realizaron alternadamente según disponibilidad del líder correspondiente durante el tiempo necesario para que comprendiera a profundidad el módulo, durante este proceso se mantuvieron en paralelo los métodos de registro anteriores. Esto permitió validar la usabilidad sin generar riesgo operativo, ya que los métodos antiguos continuaban funcionando como respaldo. Durante este periodo se recolectó retroalimentación mediante sesiones de observación directa y entrevistas breves al final de cada día.

Con base en la retroalimentación de los usuarios, se ejecutaron ajustes finales que incluyeron: simplificación de la interfaz eliminando hojas de cálculo intermedias que confundían a los usuarios, incorporación de botones de comando con nombres descriptivos que facilitan la ejecución de macros sin requerir conocimientos técnicos y mejoras en los métodos de prevención de errores.

Al finalizar la fase de validación, se realizó una comparación de los resultados generados por el sistema automatizado contra cálculos manuales independientes realizados por el equipo de ingeniería. Confirmando que el sistema produce resultados confiables y que puede reemplazar completamente los métodos manuales anteriores sin riesgo de pérdida de información o errores en los cálculos.

6. Evaluación del impacto del sistema de información

6.1 Construcción del índice de percepción y cobertura de mejoras

Con el fin de contar con una herramienta de medición objetiva que permitiera evaluar el sistema de información implementado, se diseñó y aplicó un Índice de Percepción y Cobertura de Mejoras (IPCM). Este índice tiene como propósito consolidar, en una única métrica, la valoración tanto cualitativa como cuantitativa del sistema, recogiendo perspectivas del equipo de mejora.

El IPCM fue construido a partir de dos componentes: un componente de percepción, orientado a medir la experiencia subjetiva de los usuarios frente al sistema en términos de usabilidad, confiabilidad de la información y oportunidad en la generación de reportes; y un componente de cobertura de mejoras, teniendo en cuenta el cambio generado por el sistema frente al desarrollo de 5 actividades clave específicamente enfocado en la reducción de tiempos de procesamiento de datos.

Para la recolección de datos del componente de percepción, se diseñó un instrumento de encuesta estructurada con escala Likert de cinco niveles (Muy satisfecho, satisfecho, indiferente, insatisfecho, muy insatisfecho), aplicado al equipo de mejora. [18]

Para el componente de cobertura de mejoras, se utilizaron como insumo los registros antes y después de la implementación del sistema, permitiendo calcular variaciones en los tiempos de

ejecución de actividades como los tiempos de: cálculo de curva de horma, generación de reportes de seguimiento, reporte de ausentismos, de reporte de arreglos y el cálculo de la nómina quincenal.

6.2 Evaluación de la satisfacción del equipo de mejora

La satisfacción del equipo de mejora forma parte de uno de los indicadores más relevantes para determinar el éxito de la implementación del sistema de información, dado que es el equipo de mejora el usuario final del sistema de información y los reportes generados. Una gerencia informada de manera oportuna y confiable está en capacidad de tomar decisiones basadas en evidencia, reemplazando la gestión reactiva e intuitiva que caracterizaba el modelo anterior. Además, dadas las condiciones iniciales del proyecto gran parte de los beneficios generados presentan una alta dificultad de medición, debido a la imposibilidad de contrastar los resultados con el histórico de funcionamiento de la empresa, por lo tanto, la opinión del equipo de mejora es la herramienta más confiable para evidenciar el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Para medir este componente, se diseñó y aplicó una encuesta semiestructurada dirigida específicamente a los 5 integrantes del equipo de mejora de la empresa realizada durante la reunión final del proyecto de manera presencial. El instrumento evaluó los siguientes campos: (1) oportunidad de la información, es decir, la disponibilidad de datos actualizados en el momento en que se requieren para la toma de decisiones; (2) confiabilidad y exactitud de los indicadores presentados en las secciones de información; (3) facilidad de interpretación de los reportes generados de forma automática; (4) utilidad percibida del sistema frente a las necesidades reales de la gerencia; y (5) impacto en la calidad de las decisiones estratégicas tomadas desde la implementación del sistema.

Los resultados de la encuesta aplicada a los 5 integrantes del equipo de mejora reflejan que, en el campo de oportunidad de la información, el sistema obtuvo una valoración de *muy satisfecho*, evidenciando que la centralización de datos en las secciones de información ha reducido significativamente el tiempo necesario para acceder a información consolidada del estado de la producción, la calidad y el talento humano. Antes de la implementación, el equipo de mejora dependía de reportes elaborados de forma manual y con periodicidad irregular; con el sistema en operación, la información es accesible de manera inmediata y con actualización periódica sistematizada.

En cuanto a la confiabilidad de los indicadores, los 5 integrantes del equipo de mejora valoraron este aspecto con *muy satisfecho*, señalando que la automatización del procesamiento de datos ha eliminado las inconsistencias que anteriormente se presentaban entre los registros de distintas áreas. De igual forma, la facilidad de interpretación de los reportes fue calificada con *muy satisfecho*, destacando que la representación gráfica de los KPI's en el sistema de información permite una lectura intuitiva del estado operativo de la empresa sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados.

Finalmente, en lo referente al impacto percibido en la calidad de las decisiones estratégicas, el equipo de mejora manifestó que la disponibilidad de indicadores relevantes ha mejorado el análisis de la situación real de la empresa, permitiendo identificar causas raíz que anteriormente pasaban desapercibidas. En términos globales, la satisfacción de los 5 integrantes del equipo de mejora con el sistema de información implementado fue valorada con un 100% de aprobación, constituyendo un indicador favorable del impacto del proyecto.

6.3 Análisis de beneficios operativos y económicos

Más allá de la percepción del equipo de mejora, la evaluación del impacto del sistema de información exige cuantificar los beneficios concretos que su implementación ha generado en los procesos operativos y en los resultados económicos de Bromx S.A.S. En este análisis se estructuraron los beneficios operativos, asociados a la optimización de tiempos y los beneficios económicos, derivados de la reducción de reprocesos y el aprovechamiento eficiente de la mano de obra.

6.3.1 Beneficios operativos

En la *Tabla 2* se muestran las principales optimizaciones de tiempo documentadas durante el uso del sistema de información. También, en la *Tabla 3* se muestran desglosadas las tareas del proceso de realización de nómina.

Tabla 2. *Tabla comparativa de tiempos de realización de actividades clave.*

Actividades clave	Antes	Después	Diferencia	Mejora
Cálculo de curva de horma	09:45	01:22	08:23	Si
Reporte de ausentismos	14:52	01:33	13:19	Si
Reporte de arreglos	57:10	05:27	51:43	Si
Reportes de seguimiento	10:02	00:51	09:11	Si
Nómina	4:01:31	27:27	3:34:04	Potencial

Nota. Fueron escogidas estas 5 actividades debido a que existía un histórico confiable de su tiempo de realización.

Tabla 3. *Tabla comparativa de tiempos de las tareas de nómina.*

Nómina desglosada	Antes	Después	Diferencia
Reporte de ausentismos	14:52	01:33	13:19
Reporte de arreglos	57:10	05:27	51:43
Registro y obtención de datos	1:39:03	18:20	1:20:43
Cálculo de descuentos	1:10:26	02:07	1:08:19
Total	4:01:31	27:27	3:34:04

Como se puede observar en la *Tabla 2*, se obtuvieron mejoras significativas en la mayoría de las actividades clave que se venían realizando en la empresa antes del proyecto, con una excepción especial en el proceso de nómina, que se encuentra detallado en la *Tabla 3*, ya que, la sección del módulo de talento humano destinada a la realización de este proceso solo fue probada mediante la realización de una prueba piloto y no logró ser implementada durante la realización del proyecto, por lo tanto, no es posible asegurar una mejora real para la empresa. Teniendo esto en cuenta se logró mejorar cuatro de las cinco actividades principales para el equipo de mejora.

Uno de los impactos operativos más tangibles y directamente cuantificables fue la eliminación del cálculo manual de la curva de horma. Como se documentó en el diagnóstico inicial (sección 4.2), este proceso demandaba un tiempo promedio de 9 minutos con 45 segundos por pedido. Con la automatización de este cálculo mediante la macro desarrollada en el módulo de producción, el tiempo de procesamiento se redujo a 1 minuto con 22 segundos por pedido. Como parte de las entrevistas con el líder encargado de esta actividad se calculó que en promedio la tiene que realizar 65 veces en el mes, lo que representa un ahorro de aproximadamente 109 horas anuales equivalentes y libera al personal para actividades de mayor valor agregado.

6.3.2 Beneficios económicos

Tabla 4. *Estimación de ahorro mensual según actividades clave mejoradas.*

Actividades clave	Personal	Frecuencia / mes	Tiempo ahorrado	Beneficio económico / mes
Cálculo curva de horma	1	65	0:08:23	\$ 72.283,20
Reporte de ausentismos	1	2	0:13:19	\$ 3.532,91
Reporte de arreglos	1	2	0:51:43	\$ 13.720,43
Reportes de seguimiento	1	8	0:09:11	\$ 9.745,35

Total	1:22:36	\$ 99.281,89
--------------	----------------	---------------------

Nota. Para llegar al resultado, se multiplicaron el tiempo, la frecuencia y el personal por una tasa de salario base por hora de 7.959 COP. [19]

En la *Tabla 4* se presentan los ahorros estimados según la actividad clave mejoradas, la frecuencia en que se realiza en el mes y el personal que se dedica a realizarla, estos ahorros se basan en la liberación de horas hombre por la mejora en el tiempo de realización de cada actividad clave evidenciada en la *Tabla 2* y la *Tabla 3*.

Finalmente, en la *Tabla 5* se presentan la estimación del ahorro mensual potencial según las actividades clave, el cual incluye la mejora potencial del proceso de nómina.

Tabla 5. *Estimación de ahorro mensual potencial según actividades clave.*

Actividades clave	Personal	Frecuencia / mes	Tiempo	Beneficio económico / mes
Cálculo de curva de horma	1	65	08:23	\$ 72.283,20
Reporte de ausentismos	1	2	13:19	\$ 3.532,91
Reporte de arreglos	1	2	51:43	\$ 13.720,43
Reportes de seguimiento	1	8	09:11	\$ 9.745,35
Registro y obtención de datos	2	2	1:20:43	\$ 42.828,26
Cálculo de descuentos	2	2	1:08:19	\$ 36.248,82
Total			3:51:38	\$ 178.358,98

Nota. Para llegar al resultado, se multiplicaron el tiempo, la frecuencia y el personal por una tasa de salario base por hora de 7.959 COP. [19]

Es importante señalar que la cuantificación completa de los beneficios económicos requiere de un período de seguimiento más prolongado que permita comparar los indicadores de costos antes y después de la implementación con mayor solidez estadística. Dada la falta de un histórico

de datos confiable y una estructura de costos de calidad interna débilmente definida no es posible debido al alcance del proyecto estimar un ahorro de costos evitados.

6.3.3. Cuantificación del IPCM

Teniendo en cuenta los resultados del componente de percepción y cobertura de mejoras del sistema evidenciados anteriormente y llevándolos a un resultado porcentual de cumplimiento se tiene que la percepción de beneficios obtenidos de los 5 integrantes del equipo de mejora fue de un 100% y el cumplimiento de cobertura de mejoras de las actividades clave que fue posible medir comparando con el registro histórico se situó en un 80% lo que resulta en un IPCM del 90% al realizar un promedio simple entre estos 2 componentes, demostrando así una evaluación positiva de los resultados obtenidos.

6.4 Plan de sostenibilidad del sistema

La implementación de un sistema de información no concluye con su puesta en marcha y validación inicial. Para que el sistema de información semiautomatizado de Bromx S.A.S. mantenga su vigencia, pertinencia y utilidad a lo largo del tiempo, es indispensable diseñar e institucionalizar un plan de sostenibilidad que garantice su actualización, correcto uso y evolución progresiva en respuesta a las necesidades cambiantes de la empresa. Este plan se estructura en torno a cuatro ejes fundamentales: la gestión del conocimiento y la transferencia, el mantenimiento técnico del sistema, el seguimiento periódico de indicadores y la hoja de ruta de mejoras futuras.

Para asegurar que el sistema pueda ser operado de forma autónoma por el personal de Bromx S.A.S. una vez concluida la intervención del equipo de ingeniería, se realizaron sesiones de capacitación con el equipo de mejora, orientadas a familiarizarlos con las funcionalidades del

sistema, la interpretación de las secciones de información relevantes y los procedimientos de actualización de la información. El objetivo de esta transferencia es que la empresa no dependa del conocimiento técnico de los desarrolladores para la operación continua del sistema. Este proceso siguió un ciclo de capacitación, retroalimentación, mejora e implementación.

En cuanto a la preservación de la información, los módulos del sistema cuentan con tablas de histórico que permiten acumular y conservar los registros generados a lo largo del tiempo. Para garantizar la integridad y trazabilidad de estos datos a largo plazo, se establece un procedimiento anual de respaldo, es decir que, al cierre de cada año, las tablas de histórico serán limpiadas y su contenido será trasladado a un archivo externo destinado a consolidar la información histórica de todos los períodos, manteniendo así el sistema en condiciones óptimas para el registro del nuevo año sin romper la trazabilidad de los datos acumulados.

La sostenibilidad del impacto generado por el sistema requiere que los indicadores clave monitoreados sean revisados como parte de las actividades base de gestión de la empresa. Se propone una rutina de revisión ejecutiva quincenal en la que el equipo de mejora consulte el sistema de información e identifique el estado de las metas establecidas y defina acciones correctivas o preventivas según corresponda. Esto garantiza el uso del sistema como herramienta de gestión estratégica y no únicamente como repositorio de datos.

7. Conclusiones

A partir del análisis de 20 procesos de gestión de la información en las áreas de producción, calidad y talento humano en Bromx S.A.S., se identificaron 15 requerimientos funcionales que fundamentan el diseño de la estructura conceptual propuesta. Esta arquitectura integra 36 distintos registros de datos o información provenientes de las tres áreas mencionadas, transformándolas en

15 secciones de información relevante que cumplen los requerimientos funcionales y mejoran la trazabilidad de los datos. El sistema diseñado permite la transición de registros dispersos hacia una estructura que aporta valor a cada área mediante la generación de información relevante, soportando así una toma de decisiones basada en datos confiables.

Se desarrolló e implementó exitosamente un sistema de información semiautomatizado en Excel compuesto por dos módulos integrados que cubren las tres áreas estratégicas de la empresa: el módulo conjunto de producción-calidad y el módulo de talento humano. El sistema incorpora mecanismos de validación en múltiples capas, automatización mediante macros en VBA para consolidación de datos desde Accasoft usando consultas SQL, y genera automáticamente indicadores clave de desempeño incluyendo diagrama de Pareto de devoluciones, tasas de cumplimiento de metas de producción ajustadas dinámicamente, curvas de horma optimizadas considerando inventario real, e índices de ausentismo por tipo de contrato. La validación técnica mediante 15 cálculos de curva de horma contrastados con registros históricos y la comparación de 2 quincenas de nómina confirmaron una precisión del 100% en los cálculos automatizados, mientras que las pruebas piloto con líderes de área permitieron simplificar la interfaz de usuario y mejorar la prevención de errores antes de la implementación definitiva.

La evaluación integral del sistema mediante el Índice de Percepción y Cobertura de Mejoras (IPCM) arrojó un resultado del 90%, reflejando un 100% de satisfacción del equipo de mejora de 5 integrantes (valoración "muy satisfecho" unánime en oportunidad, confiabilidad, facilidad de interpretación, utilidad e impacto en decisiones estratégicas) y un 80% de cobertura de mejoras en las 5 actividades clave evaluadas. Los beneficios operativos cuantificables incluyen: reducción del tiempo de cálculo de curva de horma de 9:45 a 1:22 minutos (86% de mejora, 109 horas anuales liberadas), reducción de reportes de ausentismos de 14:52 a 1:33 minutos (89% de

mejora, 20 horas anuales liberadas) y según prueba piloto la reducción del proceso de nómina de 4:01:31 a 27:27 horas (89% de mejora potencial). Los beneficios económicos estimados potenciales ascienden a \$178.358,98 COP mensuales por liberación de 3 horas y 51 minutos de trabajo administrativo, calculados con base en una tasa salarial de 7.959 COP por hora. La pertinencia e impacto global del proyecto quedaron validados mediante la implementación exitosa de un plan de sostenibilidad que incluye transferencia de conocimiento al equipo interno, protocolo anual de respaldo de datos históricos, y rutina quincenal de revisión ejecutiva de indicadores, institucionalizando el sistema como herramienta estratégica de gestión. [19]

8. Recomendaciones

Como ya se ha mencionado anteriormente, la función de cálculo semiautomático de nómina fue validada mediante prueba piloto pero no alcanzó la implementación dentro del alcance definido. Dado que este componente representa el mayor potencial de ahorro individual, con una reducción estimada de 3 horas y 34 minutos por quincena en el proceso completo de nómina, se recomienda a Bromx S.A.S. realizar acciones que fomenten su implementación.

El sistema implementado es la base para avanzar hacia una planeación de producción más informada y consciente. Con el histórico de pedidos, tiempos de entrega y rendimientos por área que el sistema comenzará a acumular, se recomienda añadir al módulo de producción un análisis de capacidad instalada contra demanda proyectada. De esta forma se podrían anticipar cuellos de botella durante la producción y realizar acciones preventivas como optimizar la asignación de personal por línea y mejorar la precisión de los compromisos de entrega con clientes como Cueros Vélez.

El plan de sostenibilidad propone una revisión ejecutiva quincenal del sistema de información; sin embargo, la efectividad de esta práctica depende de que sea adoptada como un

espacio formal dentro de la agenda del equipo de mejora y no como una actividad opcional. Se recomienda que el equipo de mejora programe estas revisiones como reuniones periódicas con agenda clara, en las que se analicen los indicadores de las tres áreas, se socialicen los hallazgos y se asignen responsables para las acciones correctivas tomadas. Esta rutina es el elemento que transforma el sistema de información en una herramienta de gestión estratégica y no simplemente en un repositorio de datos.

El sistema desarrollado en Microsoft Excel con VBA representa una solución necesaria y de alto impacto para el estado actual de madurez digital de la empresa. Sin embargo, en la medida en que el volumen de datos crezca y las necesidades de análisis se vuelvan más complejas, las limitaciones propias de esta plataforma, como el manejo de grandes volúmenes de registros históricos, la colaboración simultánea de múltiples usuarios o la integración directa con Accasoft, podrían convertirse en restricciones operativas. Se recomienda que la empresa evalúe la viabilidad de migrar hacia herramientas de inteligencia de negocio como Power BI o hacia un sistema ERP de bajo costo adaptado a PyMEs, como ya han hecho con Siigo para su facturación. Esto como parte de su planeación a mediano plazo, utilizando la estructura de indicadores y flujos de información definidos en este proyecto como base conceptual para esa transición.

Referencias

- [1] Universidad Santo Tomás, "La Universidad Santo Tomás y el IMEBU firman convenio para fortalecer el sector calzado y marroquinería de Bucaramanga," *ustabuca.edu.co*. [En línea]. Disponible en: <https://www.ustabuca.edu.co/index.php/tomas-noticias/item/3773-la-universidad-santo-tomas-y-el-imebu-firman-convenio-para-fortalecer-el-sector-calzado-y-marroquineria-de-bucaramanga>.
- [2] F. A. Moyano-Hernández y D. C. V. Sandoval, "Análisis del ciclo PHVA en la gestión de proyectos, una revisión documental," *Revista Politécnica*, vol. 17, no. 34, pp. 55-69, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1854>.
- [3] Blu Radio, "Sector del calzado en Bucaramanga se declaró en crisis: una de las peores en 36 años," *Blu Radio*, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.bluradio.com/regiones/santanderes/sector-del-en-bucaramanga-se-declaro-en-crisis-una-de-las-peores-en-36-anos-rg10>.
- [4] K. G. C. Osorio, E. V. J. G. Montealegre, E. J. Q. Campoverde y H. C. Romero, "Tableros y gráficos automatizados: un enfoque a la visualización de datos e inteligencia de negocio," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no. 4, pp. 2624-2641, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2784>.
- [5] M. Aguirre-Munizaga, M. Briones-Zambrano y A. Jurado-Chagerben, "Sistemas de Información Gerencial como una Herramienta Clave para la Toma de Decisiones

- Empresariales," *MQRInvestigar*, vol. 9, no. 1, e138, 2025.
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e138>.
- [6] K. C. Laudon y J. P. Laudon, *Sistemas de información gerencial: Administración de la empresa digital*, 16.a ed. Ciudad de México, México: Pearson Educación, 2020.
- [7] E. E. Arosemena Doss, "Indicadores claves de desempeño y su aplicación en la gerencia estratégica de las empresas de salud," *Odontología Vital*, no. 37, pp. 50-66, 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-07752022000200050.
- [8] M. Roivainen, "Financial Data Automation with Low Code, Python, VBA, and Power Query," *eSystems.fi*, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.esystems.fi/en/blog/financial-data-automation-with-low-code-python-vba-and-power-query>.
- [9] J. E. Sarmiento Suárez, E. B. Gutiérrez Navas y J. C. Ramírez Montañez, "Oportunidades y desafíos para la digitalización de las mipymes en Colombia," *Revista Científica Pensamiento y Gestión*, no. 57, pp. 128-154, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/view/16513>.
- [10] L. E. A. Gamarra, F. V. V. Castañeda y G. A. M. Cárdenas, "Estudio de tiempos para mejorar la productividad en una empresa de producción de calzado, Lima, 2023," *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, vol. 5, no. 1, pp. 25-27, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://llamkasun.unat.edu.pe/index.php/revista/article/view/129>.
- [11] L. F. Chávez, S. E. De-La-Rosa, J. C. Manjarres, S. G. Valbuena y M. Becerra-Torres, "Diagrama de Pareto. Perspectiva de la Asignatura de Control de la Calidad," *Boletín de*

- Innovación, Logística y Operaciones*, vol. 6, no. 1, pp. 51-56, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/4920>.
- [12] C. D. Tenorio Alvarez y E. S. Veramendi Fernandez, "Propuesta de mejora del proceso de fabricación para incrementar la eficiencia aplicando lean manufacturing y herramientas de ingeniería de métodos en una empresa del sector manufactura de calzados," Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/674640>.
- [13] M. Ochoa Sanchez y L. M. Guevara Perez, "Modelo de transformación digital en el área comercial de una empresa dedicada a la venta de materia prima para calzado y marroquinería," Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://apolo.unab.edu.co/es/publications/modelo-de-transformaci%C3%B3n-digital-en-el-%C3%A1rea-comercial-de-una-empr/>.
- [14] J. D. Salamanca Merchán y E. P. Rodríguez Lozano, "Diagnóstico para la implementación de sistemas de información gerencial en PYME de la Provincia del Tundama," *Política, Globalidad y Ciudadanía*, vol. 10, no. 20, pp. 66-83, 2024. [En línea]. Disponible en: Diagnóstico para la implementación de sistemas de información gerencial en PYME de la Provincia del Tundama.
- [15] M. A. Rincón Ospina, V. López Torres y V. P. Arévalo Niebles, "Protocolo de intervención enfocado en la creación del organigrama, diseño y análisis de perfiles de cargos por competencias en la empresa PRIMAP SAS," Tesis de grado, Corporación Universitaria

- Minuto de Dios, 2022. [En línea]. Disponible en:
<https://repository.uniminuto.edu/items/4535132d-2822-40fd-a8e3-ce89c5699952>.
- [16] G. D. C. Quesquen, "Propuesta de gestión de calidad según herramientas de ingeniería industrial para aumentar la satisfacción del cliente de Manufacturas Claudinne SAC," Tesis de grado, Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, 2022. [En línea]. Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/0a21ec3d-ff85-4880-a4d4-cc7c72b63a26/content>.
- [17] D. Chapke y P. Chandankhede, "Maximizing Data Management Efficiency: Utilizing VBA Macros and VLOOKUP Automation in Excel," *Grenze International Journal of Engineering & Technology (GIJET)*, vol. 10, 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A3%3A26521059/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A181714892&crl=c>.
- [18] R. Alvarez-Esteban y J. L. Vázquez-Burguete, "Consideraciones sobre la naturaleza de la escala de Likert a través de diferentes estructuraciones de los datos: Una aplicación para identificar estilos de aprendizaje en un entorno universitario," *Revista Internacional de Sociología*, vol. 82, no. 3, pp. e258-e258, 2024. [En línea]. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9923303>.
- [19] Salario Mínimo Colombia, "Salario Mínimo 2026 Mensual en Colombia," *salariominimocolombia.net*, 2026. [En línea]. Disponible en:
<https://www.salariominimocolombia.net/>.