

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**APLICACIÓN DE TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE
MEJORAMIENTO CONTINUO DE PROCESOS EN EMPRESAS DE
SERVICIOS TANTO PÚBLICAS COMO PRIVADAS, UBICADAS EN
LA CIUDAD DE QUITO**

**APLICACIÓN DE TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE LEAN-SIX
SIGMA EN UN PROCESO CLAVE DE UNA EMPRESA PRIVADA
DEL SECTOR COMERCIAL EN QUITO, CON EL OBJETIVO DE
ESTABLECER UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA MEJORA DEL
PROCESO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA DE LA
PRODUCCIÓN**

JORGE EDUARDO PINZÓN TORRES

jorge.pinzon@epn.edu.ec

DIRECTOR: VÍCTOR HIPÓLITO PUMISACHO ÁLVARO

victor.pumisacho@epn.edu.ec

DMQ, febrero 2024

CERTIFICACIONES

Yo, JORGE EDUARDO PINZÓN TORRES declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

JORGE EDUARDO PINZÓN TORRES

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por JORGE EDUARDO PINZÓN TORRES, bajo mi supervisión.

VÍCTOR HIPÓLITO PUMISACHO ÁLVARO
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

JORGE EDUARDO PINZÓN TORRES

VÍCTOR HIPÓLITO PUMISACHO ÁLVARO

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a mis padres, quienes me dieron la vida y me brindaron la oportunidad de recibir una educación de calidad, así como a todas las personas que generosamente dedicaron su tiempo para apoyarme y ayudarme a alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

A mi hermosa familia, quiero expresar mi profundo agradecimiento por su apoyo y sacrificio en mi formación académica y personal. En especial, quiero destacar a mi abuelita, quien creyó en mí en los momentos en que más lo necesitaba. También quiero enviar mi cariño y gratitud a mi fiel amigo Rocky, quien me ha acompañado lealmente a lo largo de todos estos años.

Agradezco a la comunidad politécnica por brindarme la oportunidad de formar parte de esta ilustre institución. Deseo mostrar mi agradecimiento a los profesores que generosamente compartieron su sabiduría y experiencia, lo cual fue fundamental para mi crecimiento profesional. Además, quiero reconocer el invaluable apoyo de mi director de tesis, cuya guía experta, sabiduría y compromiso fueron fundamentales en cada etapa del proceso.

No puedo dejar de mencionar a mi profesora de la escuela, Mirian Luna, quien descubrió mi potencial y me guió por el camino correcto. Estoy profundamente agradecido por su voto de confianza y por exigirme ser la mejor versión de mí mismo. Su influencia perdurará en mí, hoy y siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance	2
1.4 Marco teórico	3
Mejora de procesos	3
Lean	4
Six Sigma	5
Lean - Six Sigma	6
2 MARCO METODOLÓGICO.....	14
2.1 Tipo de Investigación	15
2.2 Alcance de la investigación	16
2.3 Hipótesis de la investigación	17
2.4 Diseño de la investigación.....	17
2.5 Determinación de población y muestra	18
2.6 Fuentes de información.....	18
2.7 Recolección de datos.....	19
Técnicas de investigación.....	19
Instrumentos de investigación y registro	20

2.8	Tratamiento de datos	21
	La evaluación y selección del proceso crítico	21
	Caracterización del proceso operativo	22
	Elaboración del acta de constitución del proyecto.....	22
	Especificaciones de tiempo del proceso	23
	Base de datos.....	23
	Estudio de tiempos del proceso operativo.....	23
	Identificación de los desperdicios del proceso operativo.....	24
	Diagrama de Pareto.....	24
	Estadística descriptiva del proceso	24
	Histograma del proceso	25
	Análisis de capacidad del proceso.....	25
	Mapa de flujo de valor presente del proceso.....	25
	Los cinco por qué.....	25
	Plan de acción de mejora	26
	Mapa de flujo de valor futuro del proceso	26
3	RESULTADOS	27
3.1	Descripción de la organización	27
3.2	Definir.....	27
	Evaluación y selección del proceso de estudio	28
	Caracterización del proceso de estudio	29
	Acta de constitución del proyecto	31
3.3	Medir	32
	Especificaciones de tiempo del proceso	32
	Base de datos.....	32
	Estudio de tiempos	33
	Identificación de desperdicios	34
3.4	Analizar	34

Diagrama de Pareto.....	35
Estadística descriptiva del proceso.....	35
Histograma del proceso.....	36
Análisis de capacidad del proceso.....	37
Mapa de flujo de valor presente del proceso.....	38
Los cinco por que's.....	38
3.5 Plan de mejora.....	40
Acciones de Mejora.....	40
Indicadores clave de rendimiento.....	46
Mapa de flujo de valor futuro del proceso.....	48
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
4.1 Conclusiones.....	49
4.2 Recomendaciones.....	52
5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
6 ANEXOS.....	57
ANEXO I.....	57
ANEXO II.....	57
ANEXO III.....	58
ANEXO IV.....	58
ANEXO V.....	59
ANEXO VI.....	59

RESUMEN

El presente trabajo presenta el desarrollo de un estudio con el objeto de optimizar el rendimiento de un proceso fundamental en una empresa del sector comercial con sede en Quito. La metodología empleada se basa en la aplicación de técnicas y herramientas de Lean - Six Sigma. Se seleccionó la empresa Pintulac como objeto de estudio, cuya sede está ubicada en la ciudad de Quito, y se focalizó en el proceso "Creación maestra de artículos" del abastecimiento "Terrestre L". Este proceso, encargado de elaborar las fichas técnicas de los productos, desempeña un papel crítico para quince departamentos de la organización y constituye un componente esencial en la estrategia de construcción de un nuevo centro de distribución automatizado.

El análisis del proceso reveló desafíos en cuanto al cumplimiento de los tiempos en dos de las cinco actividades, variabilidad en las operaciones e inconformidades en la parametrización de pesos y medidas de los artículos. El plan de mejora se estructura en siete acciones específicas, dirigidas a fortalecer el compromiso de la alta dirección, reducir los tiempos de creación de artículos, estandarizar los procesos y disminuir la tasa de no conformidad en pesos y medidas.

Destaca entre las acciones propuestas la creación de un Departamento de Calidad, que estaría a cargo de la implementación y supervisión del plan de mejora propuesto. Esta iniciativa representaría un compromiso sólido con la calidad y la eficiencia operativa, posicionando a la organización de manera favorable para abordar desafíos y alcanzar mejoras continuas en sus operaciones.

PALABRAS CLAVE: Lean - Six Sigma, Pintulac, Plan de mejora.

ABSTRACT

The present work presents the development of a study aimed at optimizing the performance of a fundamental process in a commercial sector company based in Quito. The methodology employed is based on the application of Lean - Six Sigma techniques and tools. The company Pintulac was selected as the object of study, located in the city of Quito, and the focus was on the "Master Article Creation" process of the "Terrestre L" supply. This process, responsible for creating technical specifications for products, plays a critical role for fifteen departments within the organization and constitutes an essential component in the strategy for constructing a new automated distribution center.

The analysis of the process revealed challenges regarding meeting deadlines in two out of the five activities, variability in operations, and non-conformities in the parametrization of weights and measures of the articles. The improvement plan is structured into seven specific actions aimed at strengthening the commitment of top management, reducing article creation times, standardizing processes, and decreasing the non-conformity rate in weights and measures.

A noteworthy action among the proposed measures is the creation of a Quality Department, which would be responsible for implementing and overseeing the proposed improvement plan. This initiative would represent a strong commitment to quality and operational efficiency, positioning the organization favorably to address challenges and achieve continuous improvements in its operations.

KEYWORDS: Lean - Six Sigma, Pintulac, Improvement Plan.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El desarrollo de este componente de investigación “Aplicación de técnicas y herramientas de Lean - Six Sigma en un proceso clave de una empresa privada del sector comercial en Quito, con el objetivo de establecer un plan de acción para la mejora del proceso” se divide en cuatro etapas: definir, medir, analizar y la elaboración del plan de mejora del proceso crítico. Previo a la etapa de definir se comenzó con la búsqueda de empresas de comercialización. A través de pasantías, se estableció contacto con Pintulac, una empresa ecuatoriana especializada en productos de construcción, industria y hogar. La etapa de definir comenzó con la elaboración del mapa de procesos de Pintulac. Posteriormente, se realizó la evaluación y selección del proceso crítico, con el respaldo del Planificador del Departamento de Líneas de Negocio, quien identificó la importancia de cuatro procesos operativos clave: Planificación de la demanda, Reabastecimiento de sucursales, Compras de artículos y Creación Maestra de artículos. Mediante una matriz de selección "Diana", se valoraron subjetivamente los procesos mencionados anteriormente. El proceso elegido para el presente componente fue “Creación Maestra de artículos”. La razón principal de esta elección radica en la sensibilidad de la información recopilada en la ficha técnica de los artículos comerciales, en esta se parametriza los datos esenciales para la gestión logística de los artículos, representando un aspecto estratégico para la organización. Durante esta fase se entrevistó a varios empleados sobre las problemáticas que existían alrededor del proceso de estudio, estas fueron plasmadas en el acta de constitución del proyecto, donde se definió el alcance de este. A continuación, se caracterizó el proceso de estudio mediante la elaboración de un diagrama SIPOC y un diagrama de flujo.

En la etapa de medir, se definieron las variables y parámetros relacionados con las fuentes de variabilidad y los desperdicios inherentes al proceso. Una vez que se establecieron las métricas, se procedió a registrar los datos. Se accedió a una base de datos proveniente del sistema ERP Dynasift, en esta se especifican los tiempos de cada actividad del proceso, además incluye el tiempo asociado a los reprocesos y el tipo de transporte de abastecimiento de cada artículo. También se realizó un estudio de tiempos para determinar el tiempo que agrega valor en cada actividad. Respecto a los desperdicios, se observó el proceso en estudio y se entrevistó a los empleados, luego se ordenó la información en una hoja de control con los siete tipos de desperdicios, donde se colocó el impacto de cada uno de ellos.

El análisis se centró en las fuentes de variabilidad y desperdicios, usando herramientas como el Diagrama de Pareto, Análisis de capacidad del proceso, Mapa de valor del proceso y Análisis de causa – efecto. Una vez identificadas las posibles causas de los problemas en el proceso, se buscaron oportunidades de mejora mediante el uso de las técnicas 5S y Poka Yoke, etc. Finalmente, se propuso el plan de mejora, el cual se entregó a las autoridades pertinentes dentro de la organización, quienes en última instancia serán responsables de llevar a cabo la implementación de las mejoras.

1.1 Objetivo general

Elaborar un plan de mejora que potencie el desempeño de un proceso clave en una empresa privada del sector comercial ubicada en la ciudad de Quito, mediante la aplicación de técnicas y herramientas de Lean - Six Sigma.

1.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar el estado actual del proceso operativo crítico.
2. Aplicar las técnicas y herramientas de la metodología Lean – Six Sigma en el proceso operativo de estudio.
3. Plantear un plan de mejora del proceso clave de estudio.

1.3 Alcance

El alcance del presente componente de investigación abarca la elaboración de un plan de mejora destinado a potenciar el desempeño de un proceso clave en una empresa privada del sector comercial ubicada en la ciudad de Quito. Para este efecto se eligió a Pintulac, una empresa dedicada a la comercialización y asesoría técnica de productos relacionados con la construcción, la industria y el hogar, con su sede principal en Cotocollao, Quito.

El desarrollo del componente tiene como guía de mejora el ciclo DMAIC para aplicar de manera ordenada diversas técnicas y herramientas de la metodología Lean - Six Sigma. Es importante señalar que este componente se enfoca exclusivamente en las fases de definir, medir, analizar y en formular la propuesta de mejora. La implementación de este plan y su respectivo control queda a criterio de la organización, ya que exceden el alcance del presente estudio.

1.4 Marco teórico

Mejora de procesos

La mejora de procesos es una actividad de índole estratégica, orientada a la consecución de las metas competitivas de la organización (Krajewski et al., 2008). Este concepto de mejora tiene sus raíces en el principio de la administración científica, que enfatiza la búsqueda constante de formas más eficientes de realizar tareas (Jáuregui, 2007). La mejora se materializa cuando se supera un estado previo del proceso, y esta diferencia se evidencia en la optimización de indicadores de referencia, tales como la productividad, la eficiencia, los costos, los tiempos de espera, entre otros (Baca et al., 2014).

Dentro de las metodologías de mejora de procesos, se distinguen dos estrategias básicas para el análisis y modificación de procesos: la reingeniería y la mejora continua (Baca et al., 2014). La reingeniería busca una reestructuración radical de los procesos con el objetivo de lograr mejoras significativas en términos de calidad, costo, servicio y rapidez (Krajewski et al., 2008). Sin embargo, debido a su naturaleza disruptiva, esta metodología conlleva diversos obstáculos, uno de los cuales es la resistencia al cambio por parte de los involucrados, ya que deben aprender una forma completamente distinta de llevar a cabo sus tareas, lo que puede tener un impacto negativo en la cultura organizacional (Davenport & Short, 1990). Además, representa una inversión considerable para la organización, sumado a los altos riesgos de fracaso en su implementación (López Gómez, 2020). Pérez et al. (2017) señalan que los verdaderos beneficios de la reingeniería se encuentran en la innovación dentro de los procesos, por lo que recomiendan su aplicación selectiva en la organización.

Por otro lado, la mejora continua desarrolla una estrategia integral para intervenir los procesos, donde se busca introducir cambios de forma sostenida y constante para lograr mejoras incrementales a lo largo del tiempo (Baca et al., 2014). La implementación gradual, que es característica de este enfoque, facilita la adopción de nuevas prácticas por parte de los involucrados (Pava et al., 2019). Además, Lodgaard et al. (2016) destacan que la mejora continua debe formar parte de la cultura organizacional, ya que fomenta la participación e interacción de diversos grupos ocupacionales en diferentes niveles jerárquicos. Las herramientas y metodologías coherentes con el enfoque de mejora continua incluyen: Lean, Six Sigma, Lean - Six Sigma (LSS), la Gestión de la Calidad Total (TQM), la Teoría de las Restricciones (TOC), entre otras (Kumar et al., 2018; Pava et al., 2019).

La mejora de continua se ha consolidado como una estrategia empresarial de gran relevancia en la actualidad, siendo adoptada por numerosas organizaciones en todo el mundo, independientemente de su naturaleza o tamaño. Esto abarca desde fabricantes, instituciones financieras, proveedores de servicios de salud hasta entidades del sector público y, más recientemente, organizaciones del tercer sector (Bonilla et al., 2020). El desarrollo de una estrategia eficaz de gestión de la calidad es un factor crucial para el éxito sostenible de las organizaciones modernas. Durante las últimas décadas, LSS ha surgido como una de las metodologías más populares y comprobadas para mejorar los procesos empresariales, ganando amplia aceptación en el ámbito organizacional (Antony et al., 2017).

Lean

El enfoque de gestión Lean se origina en el sector de la fabricación de automóviles, en particular en el desarrollo del Sistema de Producción de Toyota (TPS) (Womack & Jones, 2005). Este sistema, a su vez, tiene sus raíces en la línea de montaje desarrollada por Henry Ford y en las contribuciones de Frederick Taylor, quienes compartían una filosofía que ponía un fuerte énfasis en la eliminación de cualquier forma de desperdicio, incluyendo el movimiento humano sin valor agregado (Womack & Jones, 1997). La metodología Lean comenzó a tomar forma en Toyota en la década de 1930, con un enfoque central en la reducción de residuos, el respeto hacia los trabajadores y la mejora constante de la productividad y la calidad (Antony et al., 2017; González Correa, 2007). No obstante, el primer uso del término se le atribuye a Krafcik (1988).

La aplicación de Lean se resume en cinco pasos: definir el valor, identificar el flujo de valor, mejorar el proceso, adoptar un sistema Pull y buscar la perfección. El valor, definido por el cliente, marca el inicio del proceso, seguido de la identificación y eliminación o mitigación de las actividades que no generan valor. Se busca mantener un flujo continuo en el sistema a través de la mejora constante de las actividades. El sistema Pull se centra en brindar una respuesta eficiente a la demanda de los clientes. Finalmente, se busca la perfección mediante la mejora continua sin límites y la compartición de información en toda la organización (Womack & Jones, 2005).

Lean utiliza un conjunto de herramientas, dentro del cual se incluye el Mapa de Flujo de Valor, las 5S, la Estandarización y el Control Visual, entre otras (Socconini, 2019). En cuanto a la gestión de desperdicios, se enfoca en la reducción de siete tipos de despilfarros: la sobreproducción, movimientos innecesarios, esperas, reprocesos, exceso de

inventarios, transportes innecesarios y defectos (Womack & Jones, 2005). Por ende, el enfoque de Lean se dirige hacia la optimización de recursos con el propósito de eliminar todo aquello que no aporta valor al cliente (González Correa, 2007).

Six Sigma

La metodología Six Sigma tuvo su origen en Motorola durante la década de 1980 en respuesta a las intensas presiones competitivas, especialmente de Japón (Krajewski et al., 2008). El enfoque Six Sigma se centra en reducir la variabilidad de manera que los límites de especificación para las métricas críticas del proceso estén a seis desviaciones estándar del objetivo, lo que equivale a 3,4 defectos por millón de oportunidades (Harry & Schroeder, 2000).

A pesar de los logros tangibles obtenidos por Motorola, la adopción generalizada de la metodología Six Sigma se hizo evidente a finales de 1995 cuando un ejecutivo de General Electric (GE) la implementó (Antony et al., 2017). Además, GE también jugó un papel muy importante en el desarrollo de Six Sigma como metodología, añadió la etapa de “Definir” a la hoja ruta creada por Motorola para la resolución de problemas, conocido como MAIC, resultando en el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) (Hoerl, 2001).

La aplicación de Six Sigma se basa en el ciclo DMAIC, que guía la identificación de problemas, la recopilación de datos, el análisis de causas, la implementación de soluciones efectivas y su posterior control (Pande et al., 2000). El objetivo es alcanzar procesos confiables con altos estándares de calidad que brindan resultados consistentes a lo largo del tiempo (George, 2003; Harry & Schroeder, 2000). Six Sigma emplea diversas herramientas para alcanzar este propósito, como el diagrama de Pareto, el histograma, gráficos de control, análisis de regresión y diseño de experimentos, entre otras (Mathew et al., 2017).

La implementación de Six Sigma establece una estructura organizativa formal que define roles específicos en la gestión de la calidad, haciendo uso de terminología inspirada en el ámbito de las artes marciales para describir la jerarquía y las trayectorias profesionales (Navarro Albert et al., 2017). Esto tiene la finalidad de involucrar a todos los empleados en la consecución de mejoras concretas (Gómez & Barrera, 2012).

Lean - Six Sigma

El término Lean - Six Sigma apareció por primera vez a finales de los años 90 y principios de los años 2000 (George, 2003). A partir de entonces, se ha experimentado un notorio aumento en la popularidad y la implementación de LSS en el ámbito industrial, sobre todo en grandes organizaciones occidentales, como Motorola, Honeywell, General Electric, entre otras (Laureani, 2012), además de algunas Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes) (Timans et al., 2016).

Snee (2010) definió LSS como "una estrategia y metodología de negocios que mejora el rendimiento del proceso, lo que conduce a una mayor satisfacción del cliente y mejores resultados finales". En esencia, la metodología LSS busca mejorar la capacidad de una organización, reducir los costos (Chen & Lyu, 2009; Lee & Wei, 2010), y maximizar el valor para los accionistas mediante la mejora de la calidad (Laureani, 2012).

A pesar de que Lean se originó como un enfoque para optimizar la fabricación de automóviles, y Six Sigma evolucionó como una iniciativa de calidad destinada a eliminar defectos y reducir la variación en los procesos de la industria de semiconductores, su aplicabilidad se extiende a una amplia variedad de procesos (George, 2003). Luna y Lozano (2019) destacan que la metodología LSS aborda los problemas comunes en los procesos operativos, como la lentitud y la acumulación de trabajo en proceso. Además, Antony et al. (2017) ha destacado ampliamente los beneficios de LSS tanto en la industria manufacturera como en los servicios, que incluyen:

1. Asegurar que los servicios/productos satisfagan las necesidades del cliente.
2. Eliminar actividades que no agregan valor en procesos.
3. Minimizar los costos asociados con la baja calidad.
4. Disminuir la incidencia de productos/transacciones defectuosas.
5. Entregar el producto/servicio adecuado en el momento y lugar apropiados.
6. Reducir el tiempo de ciclo.

La implementación de LSS no solo conlleva beneficios financieros, sino que también genera un impacto positivo en la cultura organizacional, promoviendo la mejora en la moral de los empleados, fomentando una mayor colaboración interdisciplinaria y aumentando la conciencia sobre las herramientas y técnicas para la resolución de problemas (Chakrabarty & Tan, 2007; Delgado et al., 2010). En este contexto, LSS surge como respuesta a la necesidad de obtener resultados por parte de la alta dirección (Sunder et al., 2018).

A. Aplicación de Lean - Six Sigma

La aplicación de Lean - Six Sigma se lleva a cabo mediante proyectos de mejora basados en ciclos DMAIC, los cuales siguen una guía de cinco pasos para resolver problemas, como se detalla en la Tabla 1.1. Cada etapa implica el uso de diversas herramientas y técnicas provenientes de las metodologías Lean y Six Sigma (George et al., 2005). Esto permite a las empresas obtener el doble de beneficios, ya que combinan las mejoras en velocidad y reducción de desperdicios proporcionadas por Lean, con las mejoras en calidad y la reducción de la variabilidad logradas con Six Sigma (Da Silva et al., 2019).

Tabla 1.1. Etapas del ciclo DMAIC

Etapas	Descripción
Definición	Se identifican los problemas y se determina el alcance del proyecto. Aquí se establece la visión del cliente y se crea el acta de constitución del proyecto.
Medición	Se identifican los KPI (Indicadores Clave de Desempeño) y se recopilan datos para medir el rendimiento actual del proceso.
Análisis	Se emplean herramientas estadísticas y de análisis para procesar los datos e identificar las posibles causas raíz de los problemas previamente identificados en la etapa de "Definición".
Mejora	Se buscan estrategias y se proponen soluciones para abordar las causas raíz identificadas.
Control	Se desarrollan planes de control y monitoreo para garantizar que las mejoras implementadas en los procesos sigan funcionando de manera óptima a largo plazo.

Nota: Adaptado de *Lean - Six Sigma pocket toolbox* (p. 10), por George et al., 2005.

Para llevar a cabo la iniciativa exitosa de LSS en cualquier sector, Brewer y Eighme (2005) han identificado ingredientes esenciales que son fundamentales:

- **Liderazgo:** Implica el compromiso de la alta dirección para el despliegue estratégico de LSS, estableciendo metas claras y los recursos necesarios para su desarrollo. El liderazgo es fundamental para crear y mantener la cultura de mejora continua y excelencia en la organización.
- **Equipo de trabajo:** La conformación de un grupo de responsables del proyecto, integrado por los involucrados del proceso a ser mejorado y el experto en LSS. Además, se requiere asegurar el compromiso de los participantes.
- **Infraestructura:** Conjunto de recursos y procesos organizacionales establecidos para soportar la implementación efectiva de la metodología LSS. La infraestructura garantiza que las prácticas de mejora continua perduren en la organización.

- Cambio cultural: El desarrollo del talento humano en áreas de mejora continua y excelencia en todos los niveles de la organización. El liderazgo se erige como el pilar central para cultivar la cultura organizacional, al fomentar de manera constante la filosofía LSS, tanto con recursos como mediante el ejemplo.
- Infraestructura: Conjunto de recursos y procesos organizacionales establecidos para soportar la implementación efectiva de la metodología LSS. La infraestructura garantiza que las prácticas de mejora continua perduren en la organización.
- Sistema de control: Incluye el seguimiento de proyectos en un plazo de 3 a 6 meses para mantener el impulso de la iniciativa. Además, implica la definición de indicadores clave de rendimiento (KPIs) para visualizar el impacto de los cambios realizados.

Conforme a Antony et al. (2017), la implementación de la metodología LSS requiere una estrategia de abordaje que se ajuste minuciosamente a los aspectos particulares del problema, evitando seguir métodos preestablecidos. A continuación, se detallan las herramientas que se utilizaron en este componente:

- Mapa de procesos: Representación gráfica del sistema funcional de una organización (George et al., 2005). Esta muestra la interrelación entre tres tipos de procesos: gobernantes, operativos y de apoyo. Los procesos gobernantes persiguen la visión, los operativos se alinean con la misión y objetivos, y los de apoyo respaldan ambos (Cadena, 2015). Visualmente, los procesos gobernantes se muestran en la parte superior y los procesos de apoyo en la inferior, mientras que en el centro se disponen los procesos operativos de manera secuencial de izquierda a derecha. (Alonso, 2020).
- Matriz para selección de procesos "Diana": Instrumento estadístico, fundamentado en criterios de selección, tiene como objetivo otorgar prioridad a los procesos que requieren mejoras mediante la valoración subjetiva por parte de profesionales experimentados (Medina León et al., 2012). El formato correspondiente se encuentra detallado en el Anexo I. Amozarrain (1999) recomienda la selección por criterios debido a la sencillez de su implementación, además resalta la importancia de considerar la experiencia del personal en la toma de decisiones. La matriz emplea criterios ponderados, como se indica en la Tabla 1.2. Cada criterio se valora en una escala de tres posibilidades: alto (10), medio (5) o bajo (1). Al calcular los puntajes, se revela la prioridad de cada proceso, estableciendo una jerarquía de mayor a menor relevancia (Medina León et al., 2012).

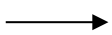
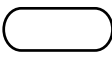
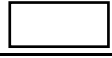


Tabla 1.2. Criterios ponderados para la selección de procesos a mejorar

Criterio	Descripción	Peso relativo
IP	Impacto del proceso: valoración de la incidencia del proceso en el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.	0,308
RI	Repercusión en el cliente interno: valoración de la incidencia del proceso en la satisfacción de los clientes internos.	0,274
D	Desperdicio: valoración de actividades o elementos del proceso que no agregan valor para el cliente.	0,083
V	Variabilidad: valoración de las fluctuaciones en las métricas del proceso a lo largo del tiempo.	0,075
RP	Repetitividad: valoración de la frecuencia en la que se realiza el proceso.	0,044
RF	Repercusión en el cliente final: valoración de la incidencia del proceso en la satisfacción de los clientes finales.	0,217

Nota: Adaptado de *Consideraciones y criterios para la selección de procesos para la mejora: Procesos Diana*, por Median León et al., 2012.

- **Diagrama SIPOC:** Herramienta para documentar los aspectos clave de un proceso, incluyendo los proveedores, las entradas, el proceso, las salidas y los clientes (De la Guerra, 2015). El diagrama SIPOC proporciona una perspectiva general de los componentes fundamentales de un proceso, definiendo los límites y las interacciones esenciales que posibilitan la transformación de las entradas en salidas concretas (George et al., 2005).
- **Diagrama de flujo:** Representación gráfica de la secuencia de actividades que conforman un proceso (De la Guerra, 2015). El diagrama de flujo visualiza la interacción de las áreas funcionales dispuestas verticalmente en relación con los procesos que se desarrollan horizontalmente a lo largo de la organización (Harrington, 1994). El diagrama de flujo utiliza una variedad de símbolos para representar diversos elementos, según se detalla en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Símbolos del diagrama de flujo.

Símbolo	Descripción
	Flecha de flujo: Indica la dirección y orden del flujo del proceso.
	Inicio / Final: Indica el inicio y el final del proceso.
	Operación: Representa una actividad del proceso.
	Decisión: Indica las elecciones y sus respectivas ramificaciones.
	Conector: Indica saltos entre actividades.

Nota: Adaptado de *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo*, por Niebel y Freivalds, 2009.

- Acta de constitución del proyecto: Documento formal para definir y autorizar un proyecto (Baca et al., 2014). El acta de constitución del proyecto detalla el problema que se pretende solucionar, los involucrados, las responsabilidades, el alcance, recursos y restricciones de un proyecto, ofreciendo una visión clara y estructurada de las expectativas y los medios para alcanzarlas (George et al., 2005). Constituye un elemento clave en la fase de inicio de un proyecto y sirve como referencia constante para asegurar que el proyecto se mantenga enfocado en sus objetivos a lo largo de su ciclo de vida (PMI, 2013). El formato se encuentra en el Anexo II.
- Estudio de Tiempos: Técnica de medición empleada para establecer estándares de tiempo en una actividad específica. Consiste en registrar cuidadosamente diez o más observaciones con un cronómetro, evaluando el desempeño del trabajador en una escala del ochenta al ciento veinte, que va desde deficiente hasta acelerado. También se estima un suplemento que considera el tiempo improductivo. El tiempo estándar se calcula multiplicando el promedio del tiempo observado por el nivel de desempeño del trabajador y el suplemento asignado a la actividad (Niebel & Freivalds, 2009). El formato correspondiente se encuentra en el Anexo III.
- Hoja de control de desperdicios: Herramienta de registro que permite identificar y clasificar los desperdicios mediante la observación, detallándolos en siete categorías según se describe en la Tabla 1.4. Los desperdicios son codificados para facilitar su identificación y tabulados. La tabla incluye un apartado para la valoración subjetiva del impacto del desperdicio en las operaciones de la organización o en sus objetivos estratégicos (Womack & Jones, 2005). El formato correspondiente se encuentra en el Anexo IV.

Tabla 1.4. Siete tipos de despilfarros de la metodología Lean.

Desperdicio	Descripción
Sobreproducción	Realizar pasos adicionales o actividades que no agregan valor para el cliente.
Movimientos innecesarios	Movimientos por parte de los empleados que no agregan valor.
Esperas	Tiempo muerto entre actividades o tareas.
Reprocesos	Actividades para corregir fallas de calidad interna.
Exceso de inventario	Acumulación de datos, documentos o información redundante o no utilizada.
Transportes innecesarios	Traslado innecesario de documentos, información o personas entre departamentos o dentro de la organización.
Defectos	No conformidad detectada por el cliente.

Nota: Adaptado de *Lean thinking* (p. 274), por Womack y Jones, 2005.

- Diagrama de Pareto: Gráfica de barras que presenta en orden descendente los factores evaluados de acuerdo con su frecuencia (De la Guerra, 2015). El diagrama de Pareto ilustra la prioridad asignada a los problemas seleccionados, basándose en la regla del 80-20, lo que permite concentrar esfuerzos en las áreas críticas de los procesos (Niebel & Freivalds, 2009).
- Estadística descriptiva: La estadística es una herramienta que brinda información básica y clara sobre las características fundamentales de un conjunto de datos. Esto abarca detalles acerca de la tendencia central, la dispersión y la forma de la distribución de los datos, utilizando medidas comunes como la media, la moda, la mediana, la desviación estándar, el máximo, el mínimo, la curtosis, entre otras (Gutiérrez & de la Vara, 2013).
- Histograma: Gráfica de barras que representa la distribución de un conjunto de datos medidos en una escala continua. Se definen intervalos o clases, y los datos dentro de estos intervalos se muestran mediante barras rectangulares, cuya altura es proporcional al número de datos en cada intervalo. Esta representación visual facilita la identificación de valores atípicos y la evaluación de la simetría o sesgo de la distribución (Krajewski et al., 2008).
- Análisis de capacidad del proceso: Herramienta de control estadístico que evalúa la capacidad de un proceso de mantener sus características dentro de los límites de tolerancia predefinidos (Montgomery, 2019). Para llevar a cabo este análisis, se utilizan medidas estadísticas como el índice de capacidad del proceso a corto plazo (Cpk) y a largo plazo (Ppk). Ambos índices ofrecen una evaluación cuantitativa de la capacidad del proceso en relación con las especificaciones. Se considera que un valor superior a 1 indica una capacidad razonable para cumplir con los límites establecidos (Gutiérrez & de la Vara, 2013).
- Mapa de flujo de valor: Este diagrama representa el flujo de materia e información desde la generación de la demanda del cliente hasta la entrega del producto o servicio, y se utiliza para identificar las actividades que aportan valor y aquellas que no lo hacen (George, 2003). El mapa de flujo de valor simplifica el rediseño del proceso al mostrar una comparativa entre el estado previo y el posterior, facilitando la optimización del flujo de información y materiales, lo que a su vez incrementa la eficiencia del proceso (Indra et al., 2021). Los símbolos para su elaboración se muestran en la Figura 1.1.

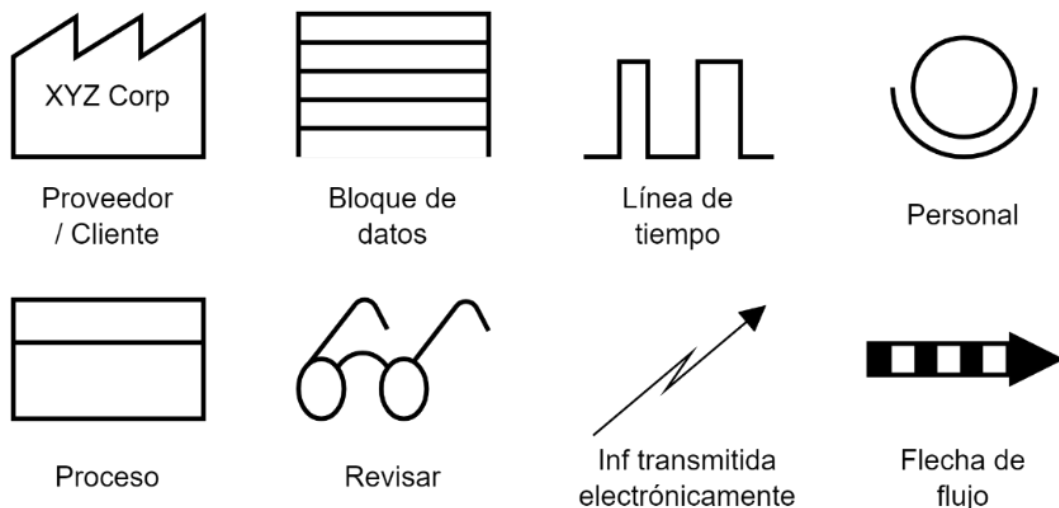


Figura 1.1. Símbolos básicos para el Mapa de flujo de valor.

Nota: Adaptado de *Lean - Six Sigma pocket toolbox* (p. 39), por George et al., 2005.

- Los cinco por qué: La técnica de indagación se emplea para profundizar en la causa raíz de un problema identificado. Consiste en formular la pregunta "¿Por qué?" repetidamente a los responsables del proceso, generalmente hasta cinco veces. La información recopilada se organiza en un diagrama de secuencia para un análisis más detallado (George et al., 2005).
- Plan de acción de mejora: Documento que detalla los pasos específicos que una organización o equipo de trabajo debe seguir para mejorar un proceso en particular. Parte de los objetivos, los cuales se desarrollan a partir de los problemas identificados en el proceso. Luego, se establecen las acciones de mejora, las cuales cuentan con responsables y recursos asignados para su cumplimiento. Además, incluyen métodos de monitoreo y las metas a cumplir (Serrano Gómez & Ortiz Pimiento, 2012). El formato correspondiente se encuentra en el Anexo VI.
- Poka yoke: Técnicas o dispositivos diseñados para prevenir, detectar o corregir errores humanos o fallas en los procesos antes de que se conviertan en problemas mayores, garantizando la calidad desde el principio (George et al., 2005).
- Estandarización del trabajo: Establecer prácticas uniformes dentro de la organización mediante la documentación detallada de procesos (Niebel & Freivalds, 2009). Esta metodología no solo facilita la identificación de áreas de mejora, sino que también reduce la variabilidad en las operaciones y contribuye a crear un entorno estructurado y organizado (George, 2003).

- Control visual del proceso: Metodología que emplea herramientas visuales que resumen la información clave del proceso, de modo que los empleados identifiquen problemas rápidamente y tomen decisiones basadas en datos (George et al., 2005).
- Indicadores clave de rendimiento (KPI): Métricas diseñadas para monitorizar el estado o desempeño de un proceso a través de datos cuantificables, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones (Villa Buitrago, 2015).

Las herramientas mencionadas anteriormente desempeñan un papel fundamental en la consecución de cada etapa del ciclo DMAIC, como se detalla en la Tabla 1.5. Sin embargo, es importante señalar que las herramientas de control forman parte de los métodos de monitoreo del plan de acción de mejora, cuya implementación y control quedan fuera del alcance de este componente.

Tabla 1.5. Resumen de herramientas a utilizarse en el ciclo DMAIC

Herramienta	Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
Mapa de procesos	X				
Matriz para selección de procesos "Diana"	X				
Diagrama SIPOC	X				
Diagrama de flujo	X				
Acta de constitución del proyecto	X				
Estudio de tiempos		X			
Hoja de control de desperdicios		X			
Diagrama de Pareto			X		
Histograma			X		
Análisis de capacidad del proceso			X		
Mapa de flujo de valor			X	X	
5 por qué			X		
Plan de acción de mejora				X	
Poka Yoke				X	
Estandarización del trabajo				X	
Control visual del proceso					X
Indicadores clave de rendimiento					X

Nota: Adaptado de *Lean - Six Sigma pocket toolbox* (p. 7), por George et al., 2005.

2 MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico constituye la parte del estudio en la que se reconocen, integran y explican los métodos, técnicas e instrumentos utilizados en la investigación (Pimienta & De la Orden, 2017). Para el presente componente de investigación, el marco metodológico gira en torno a una investigación práctica, ya que implica la aplicación de herramientas y técnicas de la metodología LSS para diseñar un plan de mejora para un proceso crítico de una empresa comercial en Quito. La finalidad de la investigación no es generar nuevo conocimiento, sino más bien determinar cómo aprovechar los conocimientos de la mejora continua para potenciar el desempeño de un proceso operativo. Por ello, el marco teórico cobra gran relevancia, y se requiere manejar la literatura de forma coherente con la problemática de investigación, proveniente de fuentes válidas (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

La estructura del marco metodológico para el presente estudio se desglosa en la Figura 2.1. Esta se elaboró para determinar el cómo de la investigación, la cual consiste en el precisar los métodos, técnicas y medios para estudiar el proceso operativo crítico de una empresa comercial, de modo que se cumplan con los objetivos de la investigación y se de fiabilidad a los resultados obtenidos (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018; Hurtado de Barrera, 2010; Pimienta & De la Orden, 2017).

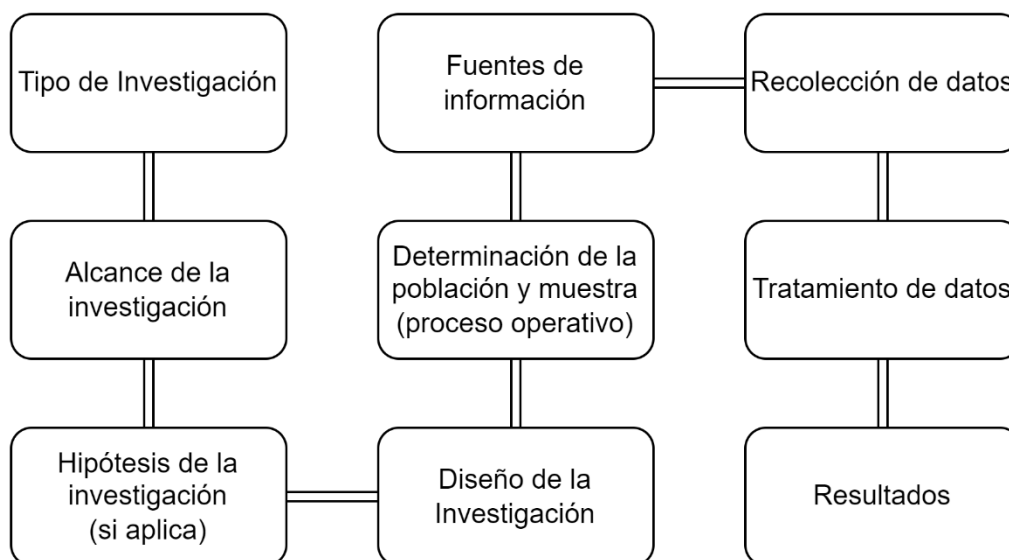


Figura 2.1. Estructura del marco metodológico.

Nota: Adaptado de *Metodología de la investigación* (p. 82), por Pimienta y De la Orden, 2017.

2.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación determina las características generales del estudio, así como los métodos y estrategias utilizadas para recolectar y analizar datos (Bernal, 2010). En este componente de investigación, se emplea una metodología mixta que combina tanto enfoques cuantitativos como cualitativos. Esto implica la recolección y análisis de datos numéricos y no numéricos, los cuales luego se integran y discuten en conjunto con el objetivo de lograr una comprensión más profunda del objeto de estudio (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

El enfoque mixto ofrece una comprensión holística del entorno que rodea al proceso operativo bajo estudio. Por un lado, se analizan métricas específicas del proceso, como los tiempos de cada actividad, los reprocesos y otros indicadores relevantes. Por otro lado, se incorpora la perspectiva colectiva de los participantes, considerando sus experiencias dentro de la empresa y los conocimientos acumulados a lo largo de sus carreras profesionales. Esta combinación enriquece el análisis al contemplar múltiples perspectivas, lo que permite una comprensión más profunda del funcionamiento del proceso y de los desafíos diarios que enfrenta.

Además, el enfoque mixto es idóneo para abordar problemas complejos. Uno de los desafíos principales radica en la recopilación de información debido a posibles dificultades técnicas o económicas en la investigación. Hernández Sampieri y Mendoza (2018) sugieren considerar tanto una visión objetiva como subjetiva para capturar integralmente la realidad del problema. En este sentido, el presente componente de investigación abarca aspectos cualitativos, como opiniones y aportes de los empleados de Pintulac, y aspectos cuantitativos, que incluyen las métricas del proceso en estudio. Estos dos tipos de datos son fundamentales para diseñar el plan de mejora del proceso crítico, ya que proporcionan retroalimentación de los involucrados y respaldan las decisiones a tomar con datos sólidos.

Otro aspecto clave para la elección del enfoque mixto fue su coherencia con la metodología LSS. Se consideran las herramientas estadísticas provenientes de la metodología Six Sigma, que tienen un enfoque cuantitativo. En contraste, la metodología Lean es de enfoque cualitativo, ya que prioriza la satisfacción del cliente, en este caso, los diversos departamentos que integran la organización, para lo cual es necesario conocer la opinión de los involucrados. Por lo tanto, se manejan datos de naturaleza numérica y no numérica. Además, se toma en cuenta el contexto de la empresa comercial Pintulac, donde los procesos no están estandarizados y su ejecución depende en gran medida de las personas responsables de ellos.

2.2 Alcance de la investigación

El alcance de la investigación establece las fronteras que determinan qué aspectos se considerarán y cuáles quedarán excluidos del proyecto, definiendo así el tamaño, la profundidad y el enfoque del estudio (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018; Pimienta & De la Orden, 2017). El presente estudio se concentra en una empresa del sector comercial ubicadas en la ciudad de Quito, específicamente, en la empresa Pintulac. El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un plan de mejora para un proceso operativo crítico en la empresa. Este plan busca reducir los tiempos de servicio, disminuir las tasas de no conformidad del proceso, reducir los costos asociados a la mala calidad y aplicar buenas prácticas en la gestión de procesos. Para alcanzar estos objetivos, se optó por emplear la metodología de mejora continua Lean - Six Sigma.

En relación con el desarrollo de este componente de investigación, se llevó a cabo un proyecto de mejora con la aplicación del ciclo DMAIC. No obstante, las etapas de implementación y control quedaron excluidas, ya que se encuentran fuera de los límites establecidos para este estudio. Por ende, esta investigación carece de un alcance explicativo, ya que no será posible evaluar los resultados del plan de mejora y, en consecuencia, establecer relaciones causales entre las posibles fuentes de variabilidad o desperdicio con los problemas del proceso operativo (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

En este contexto, el enfoque de esta investigación se centra en un alcance descriptivo, con el propósito de identificar las propiedades y variables clave del proceso operativo en estudio, sin analizar sus relaciones (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018; Pimienta & De la Orden, 2017). Esto está alineado con las etapas de Definir y Medir del componente de investigación, que se enfocan principalmente en la caracterización del proceso operativo y, posteriormente, en la recolección de tiempos asociados a las actividades del proceso y las posibles fuentes de desperdicios. Estos pasos son fundamentales para comprender el proceso y determinar la problemática de la investigación.

Por otro lado, la etapa de Análisis se centra en procesar los datos numéricos y no numéricos recopilados en la fase de Medir, utilizando herramientas y técnicas de la metodología LSS. El objetivo es identificar oportunidades de mejora, las cuales se discutirán con los involucrados para evaluar su relevancia y viabilidad dentro de la organización. Posteriormente, se elabora el plan de mejora, el cual queda a disposición del área de negocios de la empresa Pintulac, siendo ellos los responsables últimos de su implementación y control.

2.3 Hipótesis de la investigación

La hipótesis de la investigación es un supuesto que surge con el propósito de verificar las relaciones entre las variables de interés, ya que constituyen la manera de abordar la problemática de investigación y materializan los objetivos planteados (Bernal, 2010). La formulación o no de la hipótesis depende del alcance inicial del estudio, siendo opcional para investigaciones de alcance descriptivo (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

En este contexto, dado que el presente estudio al tener un alcance descriptivo, y no pretender la identificación de relaciones causales entre las variables de interés ni generar pronósticos cuantificables, se prescindió de la formulación de una hipótesis (Hurtado de Barrera, 2010). En su lugar, se infirieron las posibles causas de los problemas en el proceso operativo bajo análisis para desarrollar el plan de mejora.

2.4 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación determina los medios y estrategias adecuados para la obtención de información del objeto de estudio y su tratamiento (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018; Pimienta & De la Orden, 2017). La modalidad adoptada para el presente estudio es de campo, debido a que el acopio de información del proceso bajo estudio se obtuvo directamente de la fuente (Pimienta & De la Orden, 2017). Esto se nota en el levantamiento de información para la caracterización del proceso y la identificación de las posibles fuentes de variabilidad y desperdicios, la cual se lleva a cabo en una única instancia y en un momento específico, lo que caracteriza este estudio como transversal (Bernal, 2010; Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

Es importante destacar que los datos recolectados no pueden tener una vigencia mayor a dos años y no se pretende realizar ningún tipo de comparación de datos obtenidos en diferentes puntos temporales, lo que excluye la posibilidad de considerarlo un estudio longitudinal (Bernal, 2010).

En cuanto al tratamiento de datos, esta investigación adopta un diseño no experimental al no implicar la manipulación de variables o intervenciones en el proceso clave de estudio (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018). El foco principal se centra en la observación y medición del estado actual del proceso operativo en el contexto de la empresa comercial Pintulac, seguido de un análisis que culmina en la formulación del plan de mejora del proceso.

2.5 Determinación de población y muestra

La determinación de población y muestra consiste en definir las características que debe tener los sujetos objeto de estudio (Bernal, 2010). En el presente componente de investigación, el objeto bajo estudio es un proceso operativo crítico de una empresa comercial ubicada en la ciudad de Quito, por lo que se emplea una técnica no probabilística, basada en una característica específica (Otzen & Manterola, 2017), ser un proceso operativo. Para esto, se utilizó el mapa de procesos de la empresa comercial Pintulac como guía, considerando como población todos los procesos operativos de la organización.

El tamaño de la muestra de procesos se determinó por conveniencia, ya que se ajustaba a las posibilidades del investigador (Otzen & Manterola, 2017). Con la guía del Planificador del Departamento de Líneas de Negocio, se identificaron los procesos de interés, evaluándolos a través de una matriz de selección "Diana". Esta matriz valora subjetivamente una lista de criterios para elegir un proceso crítico donde aplicar la metodología de mejora continua LSS. Es importante resaltar que el propósito de la investigación no radica en la generalización de resultados; por el contrario, se enfatiza que las conclusiones y hallazgos de este componente tendrán aplicabilidad específica en relación con el proceso objeto de estudio.

2.6 Fuentes de información

La obtención de información se enfoca en tres propósitos esenciales: establecer el marco metodológico, desarrollar el marco teórico y estudiar detalladamente el proceso operativo crítico de la empresa comercial. Para los dos primeros propósitos, se emplean fuentes secundarias, como libros y artículos científicos de revistas reconocidas (Bernal, 2010; Hernández Sampieri & Mendoza, 2018). La selección de información se realizó para asegurar la validez y fiabilidad de los resultados, bajo la orientación experta del director del Trabajo de Integración Curricular, filtrando bibliografía relevante y coherente con el componente de investigación.

Además, la revisión literaria fue un proceso continuo durante la investigación, especialmente relacionado con el marco teórico. Se buscó información para abordar los problemas emergentes en cada etapa. La gestión de la bibliografía se llevó a cabo mediante el uso del software Mendeley debido a su accesibilidad y compatibilidad con Word.

Se recurrió a fuentes primarias para obtener datos sobre el proceso operativo crítico, es decir, información directamente relacionada con el objeto de estudio (Bernal, 2010). Se inició buscando una empresa comercial, utilizando LinkedIn para localizar oportunidades de pasantías en el sector. Se enviaron currículos a diversas organizaciones y se asistió a varias entrevistas, finalmente obteniendo una pasantía en Pintulac, en el área de negocios. Allí, se compartió el proyecto con el Planificador del Departamento de Líneas de Negocio, lo que facilitó el acceso al software ERP Dynasift y JD Edwards, así como a documentos almacenados en Sharepoint. Esta experiencia también implicó la interacción con los responsables del proceso, ya que una parte crucial de las actividades fue la elaboración de manuales de usuario para los procesos del sistema ERP JD Edwards, lo que resultó fundamental para caracterizar el proceso bajo estudio.

2.7 Recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo aplicando técnicas para datos cualitativos como para datos cuantitativos. La recopilación de datos cualitativos se centra en aspectos relacionados con el factor humano, involucrando la recopilación de opiniones, experiencias, interacciones, prácticas, entre otros (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018). Por otro lado, la recopilación de datos cuantitativos tiene como objetivo cuantificar las variables de interés a través del empleo de instrumentos de medición (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018).

Los datos recopilados en este proyecto se obtuvieron a través de un acercamiento directo con la empresa. Es relevante destacar que la interacción con los procesos de la empresa se efectuó mediante pasantías, lo que facilitó un diálogo constante con los participantes y, en consecuencia, permitió un acceso fluido a los repositorios digitales de la empresa y a sus operaciones.

Técnicas de investigación

Las técnicas de investigación son el conjunto de procedimientos empleados para la recolección y organización de los datos acopiados, así como guiar el proceso de generación de conocimiento (Pimienta & De la Orden, 2017). Las técnicas utilizadas en el presente estudio son las siguientes:

- Observación: Durante las pasantías en procesos de Pintulac, se tuvo una participación activa, permitiendo un contacto directo y continuo con las operaciones y los involucrados.

- Entrevista: Se llevaron a cabo interacciones con los responsables del proceso en estudio, planteando preguntas abiertas para conocer sus opiniones y experiencias acerca del proceso. Esta técnica fue fundamental en la etapa de Definir, para caracterizar el proceso y realizar el acta de constitución del proyecto.
- Análisis de documentos: Se accedió al repositorio digital de la organización a través de Sharepoint para revisar la documentación relevante relacionada con el objeto de estudio. También para obtener la base de datos del sistema Dynasift.
- Recolección de datos: Se realizó un estudio de tiempos para determinar el tiempo que agrega valor en el proceso crítico.

Instrumentos de investigación y registro

Los instrumentos de investigación y registro constituyen las herramientas o dispositivos empleados para la recopilación de datos (Pimienta & De la Orden, 2017). Es esencial que estos instrumentos sean confiables, válidos y objetivos (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018). A continuación, se detallan los instrumentos de investigación utilizados:

- Registro de observación: Mediante una hoja de cálculo Excel se registraron los valores cronometrados del tiempo que agrega valor en el proceso bajo estudio, esto facilitó posteriormente su procesamiento.
- Listas de control: Se generó una lista de control de desperdicios, esta categoriza 7 tipos de desperdicios, los cuales se identificaron mediante el diálogo con los responsables del proceso, quienes dieron una valoración subjetiva del impacto del desperdicio en el correcto funcionamiento del proceso.

Las herramientas empleadas en el desarrollo del componente son las siguientes:

- Teléfono celular: El teléfono celular cumplió varias funciones dentro de la investigación, una de las principales es la de cronometrar tiempo de las actividades del proceso de estudio, luego se tiene como medio de comunicación con los empleados de Pintulac, donde se intercambiaron mensajes de texto y archivos.
- Computadora: La computadora es la herramienta principal de la investigación, en esta se guarda toda la información recolectada, se accede a las fuentes bibliográficas, se edita el documento de TIC, y se corren los programas de software necesarios para el procesamiento de los datos.

- Libreta de notas: Se ocupó un cuaderno donde se anotaban las aportaciones obtenidas de los responsables del proceso, en este se realizan bocetos sobre los diversos diagramas referentes a la caracterización del proceso, se anotan las actividades a realizar, los contactos y otra diversidad de información de la organización y sus colaboradores.

2.8 Tratamiento de datos

El tratamiento de datos abarca el conjunto de procesos y técnicas destinados a clasificar, organizar, analizar, interpretar y presentar los datos recopilados. Estas acciones pueden incluir la limpieza de datos, la elaboración de formatos, la aplicación de herramientas estadísticas y otras operaciones para obtener información relevante y respaldar la toma de decisiones (Pimienta & De la Orden, 2017). En este estudio, se adopta un enfoque mixto para el tratamiento de datos, abarcando tanto el procesamiento de datos cualitativos como cuantitativos, alineado con los objetivos establecidos en la investigación (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018). En este sentido, se llevó a cabo un tratamiento tanto cualitativo como cuantitativo. El tratamiento de datos cualitativos implica la organización de las observaciones y las narrativas de los responsables del proceso bajo estudio con el objetivo de interpretarlos y explicarlos en relación con la formulación del problema (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018). Por otro lado, el tratamiento de los datos cuantitativos se lleva a cabo utilizando herramientas estadísticas con el respaldo de un computador (Bernal, 2010). La integración de ambos tipos de tratamiento de datos se evidencia en cada etapa del desarrollo del componente de investigación, como se describe en los siguientes apartados.

La evaluación y selección del proceso crítico

El proyecto de investigación se socializó con el equipo de selección de la empresa Pintulac antes de acceder a las pasantías, donde se garantizó la colaboración por parte del área de negocios para su desarrollo. El Planificador del Departamento de Líneas de Negocio y tutor de la pasantía brindaron apoyo para el acceso a información de la organización y facilitaron la interacción con los empleados. El primer paso consistió en la elaboración del mapa de procesos de la empresa para identificar los procesos operativos. Se recopiló información de diferentes departamentos, principalmente del sistema ERP JD Edwards, que contiene las operaciones de la empresa. En base a esta guía, se realizaron varios bosquejos que fueron presentados al tutor de pasantías para su aprobación.

Una vez aprobados, se llevó a cabo una reunión con el Planificador para determinar los procesos operativos críticos, teniendo en cuenta el acceso libre a la información. En esta interacción se identificaron cuatro procesos, que se dispusieron en una matriz de selección "Diana" evaluando los criterios presentes en la Tabla 1.2. La valoración subjetiva permitió la priorización de un proceso dada su importancia estratégica. Además, esta decisión se complementó con las observaciones realizadas con el tutor de pasantías.

Caracterización del proceso operativo

Una vez seleccionado el proceso, se procedió a identificar a los responsables de este, interactuando con cada uno para recopilar información mediante apuntes. Luego se procedió a realizar el diagrama SIPOC en una hoja de Excel, mientras que para el diagrama de flujo se utilizó el software en línea Draw.io, al cual se puede acceder mediante el siguiente enlace: <https://app.diagrams.net/>. Los avances de ambos diagramas se presentaron y discutieron con el tutor de pasantías y el director del TIC para verificar su correcta elaboración. Después de su aprobación, se implementaron en el documento, acompañados de una breve descripción de cada actividad y aspectos clave sobre su funcionamiento.

Elaboración del acta de constitución del proyecto

La elaboración del acta de constitución del proyecto comenzó con la elaboración del formato en Excel. Se revisó la literatura relacionada con el direccionamiento de proyectos, específicamente la Guía PMBOK, para determinar los requisitos que debían constar en el formato. La información incluida en el formato fue recopilada durante la etapa de caracterización del proceso, donde se interactuó con todos los involucrados. Se indagó sobre los problemas aparentes en el funcionamiento del proceso y sus posibles repercusiones en la empresa, organizando esta información en una libreta de apuntes para su posterior análisis. Además, se identificaron las partes interesadas en el proyecto, mencionadas en el acta de constitución del proyecto.

La definición del alcance se realizó de manera coherente con el alcance del presente componente de investigación, que se limita al diseño de un plan de mejora y no a su implementación y control. La validación del acta de constitución del proyecto pasó por la aprobación del tutor de pasantías.

Especificaciones de tiempo del proceso

Las especificaciones del proceso se encontraban en el sistema ERP Dynasift, las cuales comprenden el tiempo que se designa para la creación de un artículo de acuerdo con el tipo de transporte de abastecimiento. Además, considera el tiempo para para cada actividad del proceso, el cual es la quinta parte del tiempo establecido para la creación del artículo.

Para acceder a la información fue necesario tener permiso de la gerencia, este fue facilitado por el tutor de pasantías quien recopiló la información y la compartió mediante correo. La información se tabuló en una hoja Excel para integrarla al documento del TIC.

Base de datos

La base de datos utilizada fue proporcionada por el tutor de pasantías y contiene toda la información relacionada con la "Creación maestra de artículos". Es importante señalar que los registros no abarcan el año 2023 debido a las políticas de confidencialidad de la organización.

El proceso de depuración de la base de datos inició con la definición de los atributos de interés para el componente de investigación, que incluyen el código único del artículo, el tiempo requerido para cada actividad, el tiempo total del proceso y la categoría de transporte de abastecimiento. Se procedió a eliminar los registros que presentaban valores faltantes o repetidos. La edición de la base de datos se llevó a cabo en Excel, donde se crearon tablas dinámicas para obtener una primera apreciación de los datos registrados.

Estudio de tiempos del proceso operativo

El registro de los tiempos se llevó a cabo mediante una plantilla de Excel que permite ingresar diez observaciones. Antes de realizar las mediciones, se dialogó con los participantes para que definieran las actividades que aportaban valor, las cuales consisten en el ingreso de información al sistema ERP y la comunicación con el resto de los responsables del proceso para la continuación de las actividades. Se utilizó el cronómetro del celular de cada asistente para agilizar el proceso de medición, ya que no se requería un alto grado de precisión debido al tiempo especificado para cada actividad. La información se procesó en la plantilla, donde se añadió el nivel de rendimiento del trabajador y el suplemento para cada actividad. Los resultados se tabularon y se incorporaron a los resultados del documento de TIC.

Identificación de los desperdicios del proceso operativo

La identificación de los desperdicios se realizó mediante la observación del proceso en el lugar y la recopilación de opiniones de los involucrados. Cada tipo de desperdicio se registró en una lista de control que abarca siete categorías, según se indica en la Tabla 1.4. A medida que se recopilaba la información, se indagaba sobre el impacto de cada desperdicio en el funcionamiento del proceso y cómo afectaba a la organización y sus objetivos. Con base en esta información, se evaluó el impacto en una escala de "Alto", "Medio" y "Bajo".

Los resultados se tabularon en Excel y se discutieron con el tutor de pasantías para verificar la pertinencia de cada desperdicio y conocer su valoración. Se realizaron correcciones y se adjuntaron observaciones para la etapa de análisis, resaltando que este proceso se llevó a cabo de manera simultánea con la etapa de análisis.

Diagrama de Pareto

La empresa dispone de diversas categorías de productos, organizadas según el transporte de abastecimiento. Es crucial priorizar la categoría que tenga el mayor número de productos, para lo cual se utilizó el diagrama de Pareto. Se creó una tabla dinámica en Excel que contabiliza los códigos únicos de cada artículo según su categoría. A partir de esta información, se generó un diagrama de Pareto, seleccionando así las categorías con la mayor cantidad de registros.

Estadística descriptiva del proceso

La base de datos se filtró según la categoría identificada en el diagrama de Pareto. El análisis estadístico se enfocó en el tiempo del proceso y el tiempo de rebote. Para esto, se utilizó el software estadístico Minitab. Ambos atributos y sus registros se cargaron en el programa para su procesamiento, siguiendo la ruta: Estadísticas/Estadísticas básicas/Mostrar estadísticos descriptivos. Aparece una ventana emergente donde se elige la variable y las estadísticas necesarias al presionar el botón "Estadísticas". Finalmente, al presionar aceptar, se obtiene una pestaña con los resultados, los cuales se tabulan e integran en el documento de TIC.

Histograma del proceso

La construcción del histograma se realizó a través del software estadístico Minitab, siguiendo la ruta: Gráfica/Histograma/Con ajuste/Aceptar. Se despliega una ventana emergente, donde se selecciona la variable de tiempo del proceso y se hace clic en el botón "Aceptar". Luego, se genera una pestaña con el gráfico, el cual se copia y se inserta en el documento de TIC.

Análisis de capacidad del proceso

Con base en los resultados del histograma del proceso, se excluyeron los valores atípicos de la muestra de datos mediante el software estadístico Minitab. Para acceder a la herramienta de capacidad del proceso, se siguió la siguiente ruta: Estadísticas/Herramientas de calidad/Análisis de capacidad/Normal. Aparece una ventana emergente donde se configura el límite superior, así como la media y desviación estándar histórica. Finalmente, al presionar "Aceptar", se presentó una pestaña con el análisis de capacidad del proceso, el cual se adjunta en el documento de TIC.

Mapa de flujo de valor presente del proceso

La gráfica del mapa de flujo de valor se creó utilizando el software en línea Draw.io, que cuenta con los símbolos necesarios para su elaboración. La construcción del esquema se basó en los apuntes de la caracterización del proceso, ubicando las actividades, proveedores y clientes conforme al diagrama SIPOC.

En relación con los datos para la elaboración del mapa de flujo de valor, se procesó la base de datos de Dynasift mediante estadística descriptiva en Minitab, calculando así el tiempo promedio de cada actividad en minutos. Respecto al tiempo que agrega valor, se recurrió al estudio de tiempos previamente elaborado. La información se ingresó en el bloque de datos y en la línea de tiempo. Finalmente, se calculó el tiempo total del proceso, junto con el tiempo que agrega y no agrega valor.

Los cinco por qué

Los problemas identificados en el análisis de capacidad del proceso se relacionan con la hoja de desperdicios para evaluar su relevancia. Se exponen los problemas a los responsables del proceso, a quienes se les formula repetidamente la pregunta "¿Por qué?", registrando las respuestas para su análisis.

Los resultados se presentan gráficamente en un diagrama de secuencia diseñado en el software online Draw.io, donde se detallan de manera clara y sencilla las posibles causas subyacentes que contribuyen a las no conformidades del proceso bajo estudio. Esto facilita la identificación de áreas de mejora y la toma de decisiones informadas para abordar eficazmente el problema.

Plan de acción de mejora

El plan de acción para la mejora se deriva de los problemas identificados en la etapa de análisis y las observaciones recopiladas durante el levantamiento de información del proceso bajo estudio. A partir de esta información, se establecieron objetivos para guiar la búsqueda de posibles soluciones. Las acciones de mejora se obtuvieron mediante la revisión literaria y las sugerencias de los responsables del proceso. Estas fueron evaluadas por el director del TIC para verificar su pertinencia y coherencia con el componente de investigación. Una vez aprobadas, se procedió a desarrollar el resto de los atributos de la propuesta, como los responsables, los recursos necesarios y los métodos de monitoreo. Este último paso se realizó bajo la supervisión del tutor de pasantías.

Finalmente, se elaboró una tabla en Excel que presenta de manera detallada cada acción de mejora junto con su indicador clave de desempeño. El informe destinado a la organización incorpora esta información y la describe de manera clara y sencilla, facilitando su interpretación. Además, el autor presenta personalmente este plan al Planificador del Departamento de Líneas de Negocio, marcando así la conclusión del proyecto de investigación.

Mapa de flujo de valor futuro del proceso

El mapa de flujo de valor futuro del proceso se creó utilizando el software en línea Draw.io, tomando como base el mapa de flujo de valor presente del proceso. Se añadieron elementos que señalan las actividades en revisión y las acciones de mejora propuestas. La estimación de la reducción de tiempo se basó en la revisión literaria.

Los datos ajustados fueron dispuestos en el esquema y se calculó el tiempo total del proceso, el tiempo que agrega valor, el tiempo que no agrega valor y la eficiencia del proceso. Los resultados se documentaron en el informe del TIC.

3 RESULTADOS

En este capítulo, se desglosan los hallazgos clave derivados del presente componente de investigación. Es el espacio reservado para la aplicación práctica de los conocimientos en mejora continua, provenientes de la metodología LSS. Aquí se detallan las implementaciones concretas de estos conceptos y su impacto en el contexto del estudio.

3.1 Descripción de la organización

Pintulac es una empresa especializada en la comercialización de productos para la construcción, industria y hogar. Actualmente, la organización cuenta con cuatro bodegas regionales, tres almacenes especializados y 66 puntos de venta a nivel nacional. Para el momento en que se desarrolla este componente, Pintulac se encuentra en un proceso de migración de su sistema ERP. Anteriormente, utilizaba el Software Dynasift, pero como parte de su estrategia empresarial, ha optado por implementar el Software JD Edwards. La transición comenzó a finales de 2021 y ha enfrentado algunos obstáculos. Una de las quejas más recurrentes entre los empleados es la complejidad innecesaria del nuevo ERP, ya que resulta menos intuitivo que su predecesor. Además, se han presentado inconvenientes en su desarrollo, especialmente en la compatibilidad con Dynasift, dado que los puntos de venta de Pintulac seguirán utilizando el antiguo sistema ERP. Se espera que para marzo del 2024 se implemente el sistema en todas las sucursales para su desarrollo.

3.2 Definir

Pintulac carecía de un mapa de procesos, por lo que en este estudio se empezó su desarrollo utilizando la configuración de los distintos procesos en el sistema JD Edwards como guía. La Figura 3.1 presenta la interfaz del ERP, mostrando una gama de módulos que abarcan desde finanzas hasta el control de calidad en la recepción de productos en bodega. El resultado de esta actividad se plasmó en el mapa de procesos de Pintulac, ilustrado en la Figura 3.2, que incluye a procesos gobernantes, operativos y de apoyo.

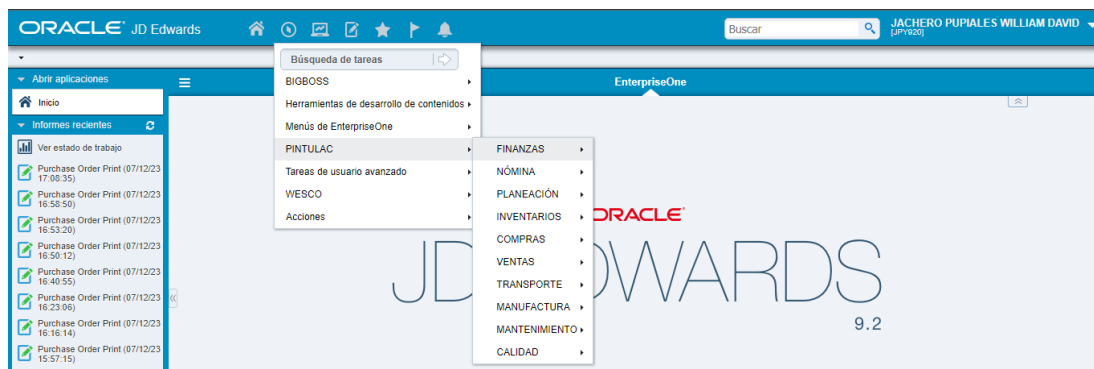


Figura 3.1. Interfaz del sistema JD Edwards de la empresa Pintulac.

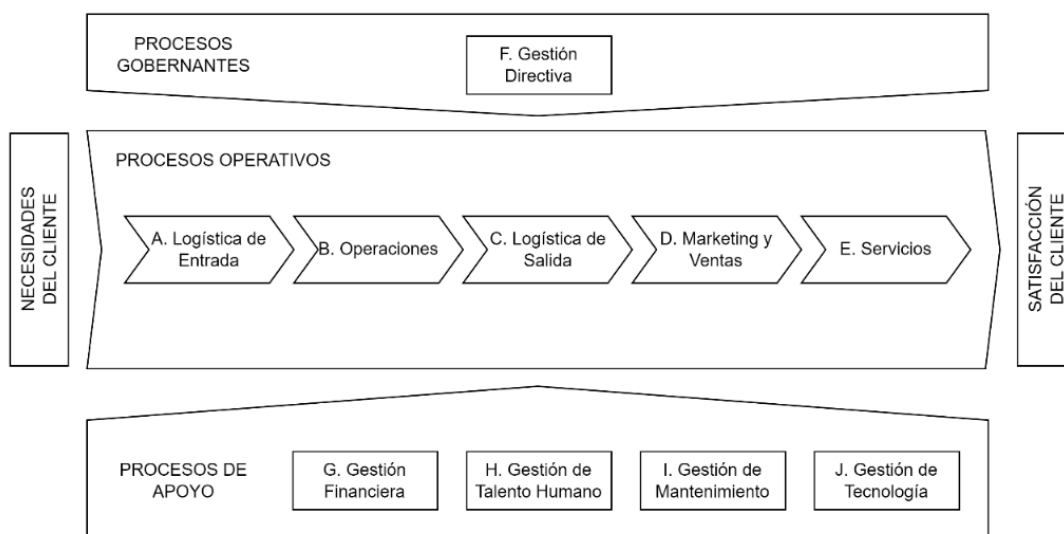


Figura 3.2. Mapa de procesos de la empresa Pintulac.

Evaluación y selección del proceso de estudio

La evaluación y selección de procesos se llevó a cabo con el apoyo del Planificador del Departamento de Líneas de Negocio, identificándose cuatro procesos operativos: Reabastecimiento de sucursales, Compras de artículos, Creación maestra de artículos y Planificación de la Demanda. A través de la matriz de selección de procesos "Diana", que se muestra en la Tabla 3.1, se optó por seleccionar el proceso "Creación maestra de artículos".

Tabla 3.1. Matriz de selección de procesos "Diana".

Procesos	IP	RI	D	V	RP	RF	Total
Reabastecimiento	5	5	5	10	10	10	6,68
Compras	10	5	1	5	10	10	7,51
Creación maestra de artículos	10	10	10	10	10	5	8,92
Planificación	5	10	5	10	5	5	6,74

La importancia crítica de este proceso reside en su impacto integral en toda la organización. Pintulac maneja un volumen superior a 17.000 productos, por lo que resulta fundamental parametrizar adecuadamente cada categoría de artículos. La precisión en esta tarea es crucial para garantizar la correcta gestión logística por parte del sistema ERP, y, por consiguiente, para respaldar la toma de decisiones en cada área funcional de la empresa. Además, cobra una relevancia aún mayor al formar parte crucial en la integración de los sistemas Dynasift y JD Edwards, de los cuales depende el éxito de la inversión de la organización en el sistema ERP.

Caracterización del proceso de estudio

El proceso "Creación maestra de artículos" está enmarcado en el macroproceso "B. Operaciones". Su objetivo es ingresar la ficha técnica de los artículos comerciales en el sistema ERP JD Edwards. Esta ficha contiene detalles esenciales de cada artículo, como su origen, proveedor, descripción, costo, embalaje, línea comercial, tipo de reposición, entre otros aspectos. Los elementos claves de este proceso se especifican en la Tabla 3.2. La ficha técnica del producto se convierte en un insumo fundamental para los diversos departamentos de la organización, considerando el ámbito comercial en el que opera la empresa.

Tabla 3.2. Diagrama SIPOC del proceso de Creación maestra de artículos.

Proveedor		Entrada	Proceso	Salida	Cliente Interno
Interno	Externo				
	Proveedor del Producto	Información del Producto	Creación maestra de artículos	Ficha técnica de producto	Dep. Comercial Dep. Compras Dep. Importaciones Dep. Ventas Dep. Financiero Dep. Máximos y Mínimos Dep. Bodega Dep. Inventario Dep. Logística Dep. Servicio Técnico Dep. Desarrollo Producto Dep. Líneas de Negocio Dep. Unidad de Negocio Dep. Estrategia de precios
Comité de Producto		Correo de Aprobación			

El proceso se inicia con la aprobación del Comité de Producto mediante correo electrónico, permitiendo así el ingreso del artículo al sistema JD Edwards, como se detalla en la Figura 3.3. La información del artículo es suministrada por el proveedor a través de un formulario

que incluye los datos esenciales del producto. En caso de que el artículo sea un repuesto, se enlaza con el artículo receptor; de lo contrario, se envía directamente al equipo de desarrollo de productos, donde se registra en la bodega principal ubicada en Calderón. La categorización del producto es una fase fundamental, ya que aquí se define la identidad comercial de cada artículo. Por último, la etapa de verificación confirma la correcta parametrización de todos los criterios y completa la información relacionada con el tratamiento logístico específico para el artículo.

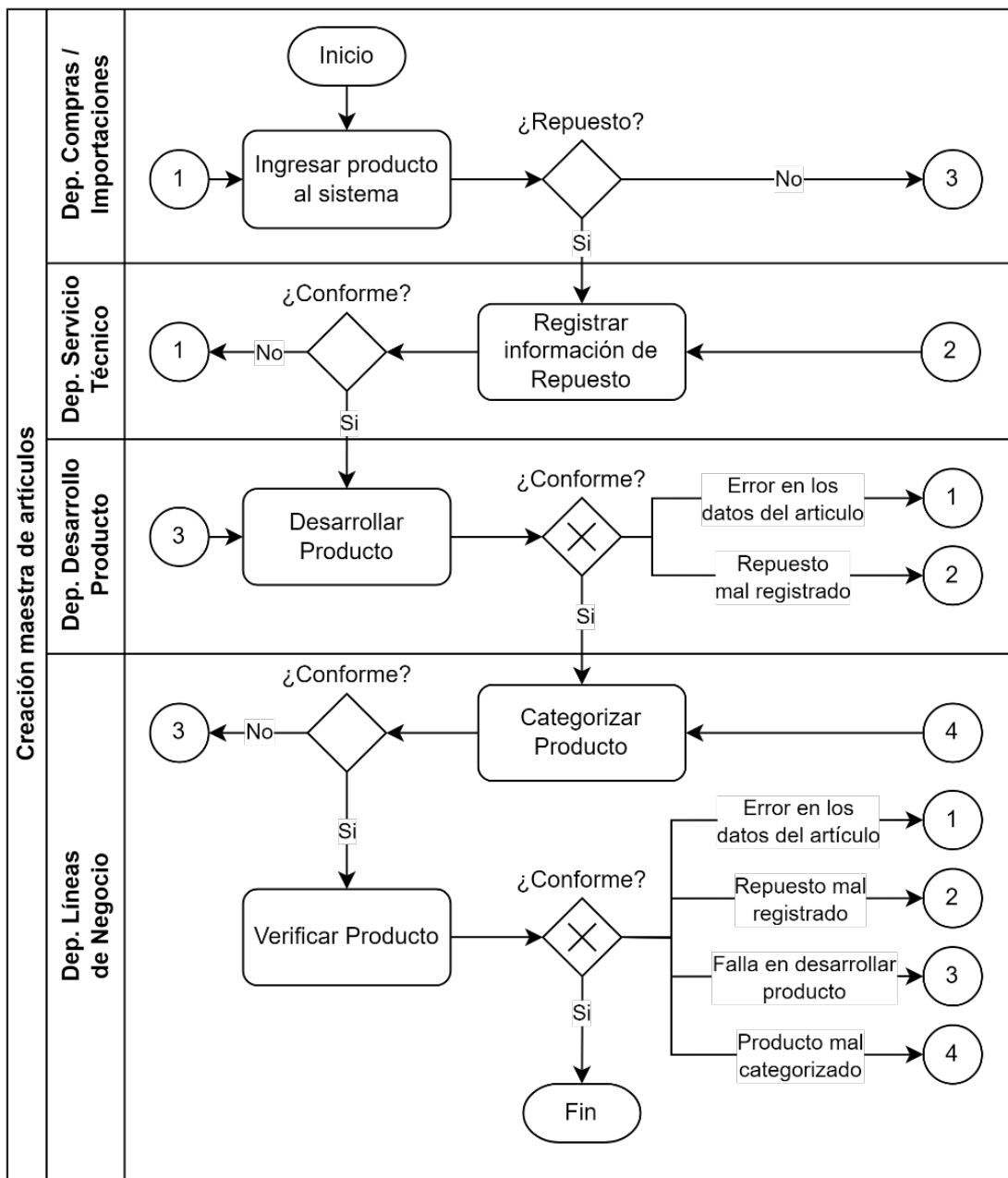


Figura 3.3. Diagrama de flujo de proceso de Creación maestra de artículos.

Acta de constitución del proyecto

Los responsables del proceso de 'Creación Maestra de Artículos' señalan que la falta de cumplimiento en los tiempos asignados se debe a retrasos en diversas actividades. La interfaz poco amigable del nuevo sistema ERP también añade complejidad al proceso, lo que se convierte en la problemática clave que se abordará en este componente de investigación. Tras identificar este problema, se procedió a elaborar el acta de constitución del proyecto, como se muestra en la Figura 3.4. El objetivo principal es diseñar un plan de mejora que garantice el cumplimiento de los tiempos estándar asignados para la creación de artículos, tomando en cuenta el tipo de transporte de abastecimiento correspondiente.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
Información General del Proyecto	
Nombre del Proyecto	Aplicación de técnicas y herramientas de Lean-Six Sigma en un proceso clave de una empresa privada del sector comercial en Quito, con el objetivo de establecer un plan de acción para la mejora del proceso.
Responsables del Proyecto	Jorge Eduardo Pinzón Torres Victor Hipolito Pumisacho Álvaro
Dirección de Correo Electrónico	jorge.pinzon@epn.edu.ec victor.pumisacho@epn.edu.ec
Unidad Organizacional	Escuela Politécnica Nacional
Fecha de Inicio	17/11/2023
Descripción del Proyecto	
Identificación de la Problemática	El proceso no cumple con los estándares de tiempo establecidos para la creación de artículos en el sistema.
Propósito del Proyecto	Elaborar un plan de mejora que potencie el desempeño del proceso "Creación maestra de artículos" a través de la aplicación de técnicas y herramientas de Lean - Six Sigma.
Recursos del Proyecto	Información de la empresa Herramienta para la toma de datos JD Edwards - ERP
Interesados Clave	Dep. Lineas de Negocio
Alcance del Proyecto	
Dentro del Alcance	Caracterización del estado actual del proceso Medición y recolección de datos del proceso Análisis de datos Formulación de plan de mejora del proceso
Fuera del Alcance	Implementación y control del plan de mejora
Entregables Esperados	Plan de acción de mejora
Consideraciones	
Suposiciones	El ERP JD Edwards presenta complejidad innecesaria. El tiempo de espera entra actividades es excesivo.
Responsabilidad	
Elaborado por:	Jorge Eduardo Pinzón Torres
Revisado por:	Victor Hipolito Pumisacho Álvaro

Figura 3.4. Acta de constitución del proyecto.

3.3 Medir

En esta etapa, se recopiló información sobre los tiempos y desperdicios en el proceso de "Creación Maestra de Artículos". Se identificaron especificaciones de tiempo como estándares para el control estadístico de las actividades. Además, se dispone de una base de datos en Dynasift que registra el ingreso de artículos al sistema. Se realizó un estudio de tiempos considerando las observaciones de colaboradores para medir el valor añadido. También, se recolectaron los principales desperdicios relacionados con el proceso, presentándolos en una hoja de control.

Especificaciones de tiempo del proceso

El tiempo asignado para la creación de artículos está definido por especificaciones detalladas. Se determina un número de días para este proceso, dependiendo del tipo de transporte de abastecimiento, como se detalla en la Tabla 3.3. El proceso de "Creación maestra de artículos" comprende cinco actividades, cada una con una quinta parte del tiempo especificado.

Tabla 3.3. Tiempo para la creación de artículos de acuerdo con el transporte.

Transporte	Registros	Tiempo estándar de creación (Días)	Tiempo estándar para cada actividad (Días)
Aéreo	178	5	1
Marítimo	890	25	5
Marítimo España	59	16	3,2
Marítimo Panamá	8	5	1
Marítimo Perú	12	3	0,6
Marítimo USA	89	8	1,6
Terrestre L	1	3	0,6
Terrestre I	925	3	0,6

Base de datos

La base de datos del sistema Dynasift abarca información desde enero del 2021 hasta marzo de 2022, con un total de 2.162 registros. Esta base de datos proporciona detalles sobre la trazabilidad de la ficha técnica de cada artículo, incluyendo la duración en días de las actividades realizadas y contemplando el tiempo de reprocesos debido a la mala parametrización de los campos, tal como se muestra en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Muestra de la base de datos del proceso “Creación maestra de artículos”.

dt_codigo	t_ingreso	t_repuesto	t_desarrollo	t_definicion	t_creacion	t_proceso	t_rebote	ta_descripcion
63127	0,003	0,000	0,071	0,073	1,117	1,263	0	AEREO
63132	0,098	0,000	1,103	0,811	0,896	2,908	0	AEREO
63188	0,010	0,000	0,913	4,895	6,929	12,747	0	MARITIMO USA
63190	0,010	0,000	0,913	4,895	6,930	12,748	0	MARITIMO USA
63192	0,010	0,000	0,913	4,895	6,931	12,749	0	MARITIMO USA
63224	16,021	0,000	2,704	0,186	1,122	20,034	0	MARITIMO
63225	16,021	0,000	2,704	0,186	1,123	20,034	0	MARITIMO
63347	18,928	0,000	0,124	0,001	0,982	20,035	0	MARITIMO
....

La base de datos tiene varios atributos adicionales, pero no son relevantes, por lo que se han omitido. La Tabla 3.4 muestra una versión depurada de la base de datos, con solo los atributos pertinentes para este componente de investigación. La descripción detallada de los artículos se ha excluido por discreción, y la temporalidad de los datos no es actual por la misma razón.

Estudio de tiempos

Para la elaboración del diagrama de flujo de valor que se presenta más adelante, es crucial comprender el tiempo que agrega valor. Por lo tanto, se realizó un estudio de tiempos para registrar la duración que cada colaborador invierte en recolectar, cargar información en el sistema y enviar la ficha técnica del artículo a la siguiente etapa, tal como se detalla en la Tabla 3.5. Es importante señalar que la unidad de medida empleada en este estudio fue en minutos. El estudio de tiempos completo se encuentra en el Anexo IV.

Tabla 3.5. Tiempo que agrega valor del proceso de “Creación maestra de artículos”.

Nº	Actividad	Tiempo observado (min)	Valoración	Tiempo básico (min)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (min)
1	Ingresar producto al sistema	46,209	0,9	41,588	0,17	48,658
2	Registrar información de repuesto	47,272	0,9	42,545	0,17	49,777
3	Desarrollar producto	58,464	0,9	52,618	0,17	61,563
4	Categorizar producto	47,157	0,9	42,441	0,17	49,656
5	Verificar producto	50,323	0,9	45,291	0,17	52,990

Identificación de desperdicios

Los desperdicios del proceso "Creación maestra de artículos" se dividen en siete tipos, cada uno con un código único que identifica y resume su descripción. En la Tabla 3.6 se presenta la lista de desperdicios con su descripción e impacto, valorado en una escala de Alto, Medio y Bajo. Esta valoración se logró mediante la observación del proceso in situ, considerando la frecuencia, tiempo y las consecuencias asociadas. Esta información permite inferir posibles causas de no conformidad en el proceso.

Durante la recolección de información, no se identificaron transportes innecesarios, ya que las fichas técnicas de los productos se manejan digitalmente, evitando cualquier traslado físico de documentos entre departamentos. Por tanto, no se requiere incluir esta categoría en la lista de control de desperdicios.

Tabla 3.6. Lista de control de desperdicios del proceso "Creación maestra de artículos".

Desperdicio	Código	Descripción	Impacto
Sobreproducción	SP01	Criterios irrelevantes en la ficha técnica del producto	Bajo
Movimientos innecesarios	MI01	Clics superfluos.	Bajo
Esperas	E01	Esperar la información por parte del proveedor	Bajo
	E02	Tiempo muerto entre actividades	Alto
Reprocesos	RP01	Error en los datos del artículo	Alto
	RP02	Repuesto mal registrado	Bajo
	RP03	Falla en desarrollar el producto	Bajo
	RP04	Producto mal categorizado	Bajo
Exceso de inventario	EI01	Fichas técnicas de productos en proceso	Alto
Defectos	D01	Falla en la parametrización del artículo	Alto

3.4 Analizar

El análisis de datos tiene como objetivo identificar posibles fuentes de desperdicio y variabilidad en el proceso de "Creación Maestra de Artículos" utilizando herramientas y técnicas de LSS. Comienza seleccionando las categorías más representativas, aquellas con un mayor número de registros, a través del Diagrama de Pareto. Estas categorías se someten luego a un análisis de capacidad para determinar si el proceso está bajo control estadístico, comparando los resultados con las especificaciones de la Tabla 3.3.

Las categorías de artículos comerciales que no cumplan con las especificaciones pasan a la elaboración del mapa de flujo de valor del estado actual del proceso, aquí se identifican las actividades más lentas y la eficiencia del proceso. Finalmente, en el diagrama de causa y efecto, se identifican las posibles causas relevantes que generan la no conformidad del proceso, representando oportunidades de mejora.

Diagrama de Pareto

La base de datos del sistema Dynasift clasifica los artículos en ocho categorías según el transporte de abastecimiento. En este estudio, se priorizarán las categorías con mayor número de registros, y para ello se ha elaborado un Diagrama de Pareto, que se presenta en la Figura 3.5.

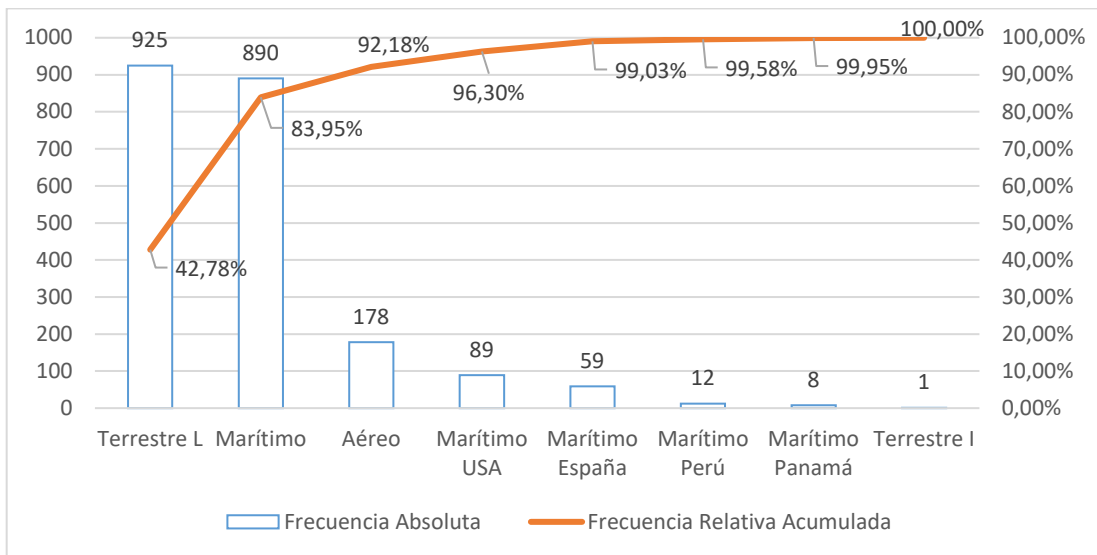


Figura 3.5. Diagrama de Pareto del proceso “Creación maestra de artículos” de acuerdo con el transporte de abastecimiento.

Según la regla 80-20, se seleccionan las categorías que representan el veinte por ciento con más registros. Únicamente se ha escogido la categoría "Terrestre L", que comprende el cuarenta y dos por ciento de los registros, seguido de "Marítimo" con el cuarenta y un por ciento de los registros.

Estadística descriptiva del proceso

El análisis del proceso "Creación maestra de artículos" del abastecimiento "Terrestre L" comienza con su estadística descriptiva, presentada en la Tabla 3.6. La media del proceso, ubicada en 3,252 días, está por encima de las especificaciones. Además, la desviación estándar supera el tiempo asignado al proceso (tres días), indicando una dispersión

significativa en los datos respecto a la media y una alta variabilidad en el proceso. La curtosis tiene un valor elevado, lo que sugiere una distribución puntiaguda de los datos, en línea con un coeficiente de asimetría positivo, indicando una extensión de la cola de la distribución hacia los valores más altos.

Tabla 3.6. Estadística descriptiva del proceso “Creación maestra de artículos” de abastecimiento “Terrestre L”.

Medida	Valor (días)
Media	3,252
Error típico	0,134
Q1	1,155
Mediana	2,140
Q3	2,991
Desviación estándar	3,912
Varianza de la muestra	15,305
Curtosis	44,129
Coefficiente de asimetría	5,196
Rango	41,868
Mínimo	0,012
Máximo	41,880
Suma	2757,340
Cuenta	848

La estadística descriptiva del tiempo de reprocesos en el proceso bajo estudio, que se presenta en la Tabla 3.6, revela 9 eventos de reproceso en una muestra de 848 registros, totalizando 16,833 días. Estas cifras resultan insignificantes al considerar que la duración total de la creación de artículos de abastecimiento “Terrestre L” alcanza 2.757,340 días.

Tabla 3.6. Estadística descriptiva del tiempo de reproceso del proceso “Creación maestra de artículos” de abastecimiento “Terrestre L”.

Medida	Valor (días)
Cuenta	9
Suma	16,833

Histograma del proceso

El histograma ajustado del proceso, representado en la Figura 3.6, indica que los datos siguen una distribución normal, con una media de 1,991 días y una desviación estándar de 1,235 días. Se observa que 208 registros se encuentran fuera de las especificaciones del proceso (tres días), representando aproximadamente el 25% del total de registros obtenidos. Al ajustar los datos, se excluyen aquellos que superan los 6,8 días, eliminando 125 registros, lo que equivale al 14,74% de la muestra inicial.

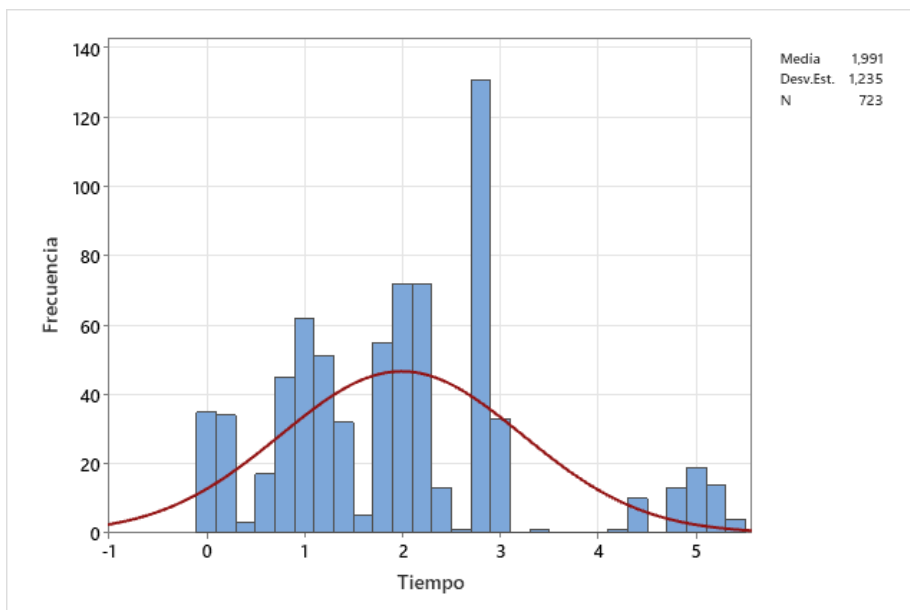


Figura 3.6. Histograma ajustado del proceso “Creación maestra de artículos” de abastecimiento “Terrestre L”.

Análisis de capacidad del proceso

El análisis de capacidad del proceso bajo estudio, representado en la Figura 3.7, revela que el CPK es inferior a uno, indicando que el proceso no puede cumplir con las especificaciones y requiere modificaciones sustanciales. Se estima que, a largo plazo, el proceso generaría 228.145,66 partes por millón fuera de las especificaciones debido a la alta variabilidad.

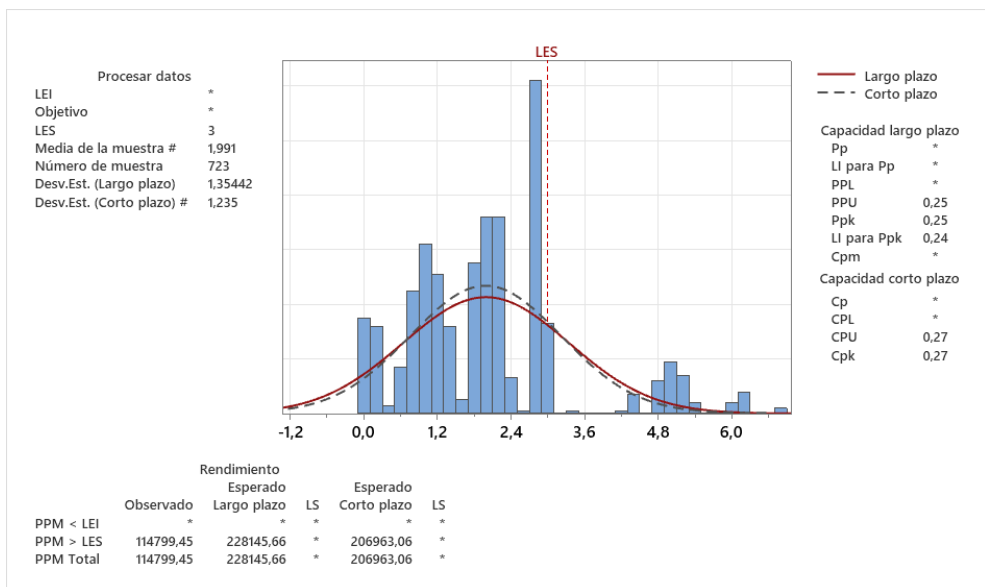


Figura 3.7. Informe de capacidad del proceso “Creación maestra de artículos” de abastecimiento “Terrestre L”.

Mapa de flujo de valor presente del proceso

El mapa de flujo de valor presente del proceso operativo está representado en la figura 3.8. Cada actividad tiene asignado un tiempo de 0,6 días, equivalente a 864 minutos. Las actividades de “Categorizar producto” y “Verificar producto” exceden este límite. La actividad más lenta, “Verificar producto”, requiere 3.280,562 minutos y se identifica como el cuello de botella. La eficiencia actual del proceso es del 4.55%, mientras que la eficiencia óptima es del 6,079%. La producción de fichas técnicas de productos no cumple con los plazos, evidenciando desafíos en las últimas dos actividades.

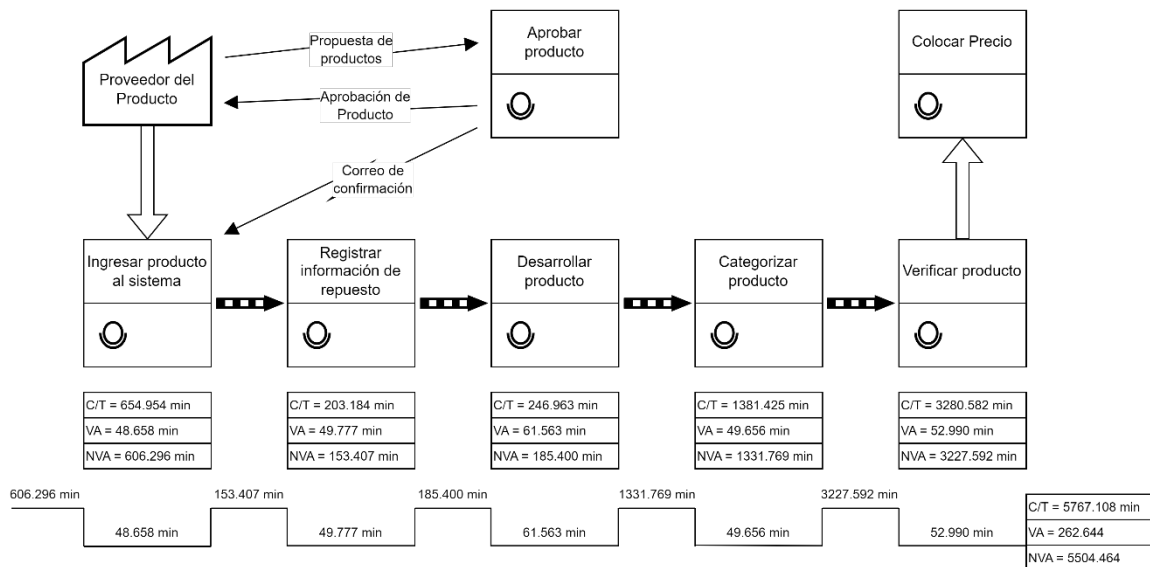


Figura 3.8. Mapa de flujo de valor presente del proceso “Creación maestra de artículos” de abastecimiento “Terrestre L”.

Los cinco por que's

El análisis del incumplimiento de los plazos se presenta en la Figura 3.9, revelando que dos actividades, la "Categorización de producto" y la "Verificación de producto", no cumplen con las especificaciones. Las personas encargadas de estas actividades ocupan cargos gerenciales, lo que implica que sus prioridades están dirigidas hacia otras tareas. Una práctica común es delegar estas responsabilidades a otros empleados. Además, es importante señalar que, al ocupar altos cargos directivos, no están bajo supervisión directa.

La presión para lanzar un producto al mercado proviene directamente de los proveedores que ejercen presión para que se adquieran sus productos. Estas ineficiencias provocan retrasos en el lanzamiento del producto al mercado, lo que resulta una disminución en la participación de mercado, afectando negativamente las metas anuales de ingresos.

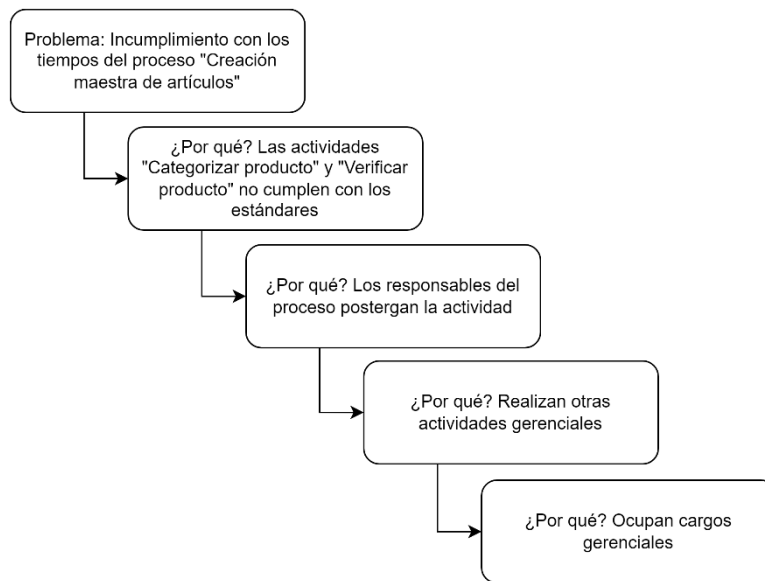


Figura 3.9. Los cinco por qué's para el problema de incumplimiento de tiempos del proceso "Creación maestra de artículos" de abastecimiento "Terrestre L".

El análisis del error en los datos del artículo, como se muestra en la Figura 3.10, indica que los criterios de interés están vinculados a la parametrización de los pesos y medidas de los paquetes de los productos. La causa principal de este problema es la confusión con las medidas del producto. Además, se destaca la mala parametrización de los valores, lo cual cobra relevancia debido a la decisión estratégica de la organización de construir una nueva bodega autónoma, donde estos campos serán cruciales para la gestión logística de abastecimiento y reabastecimiento de cada artículo.

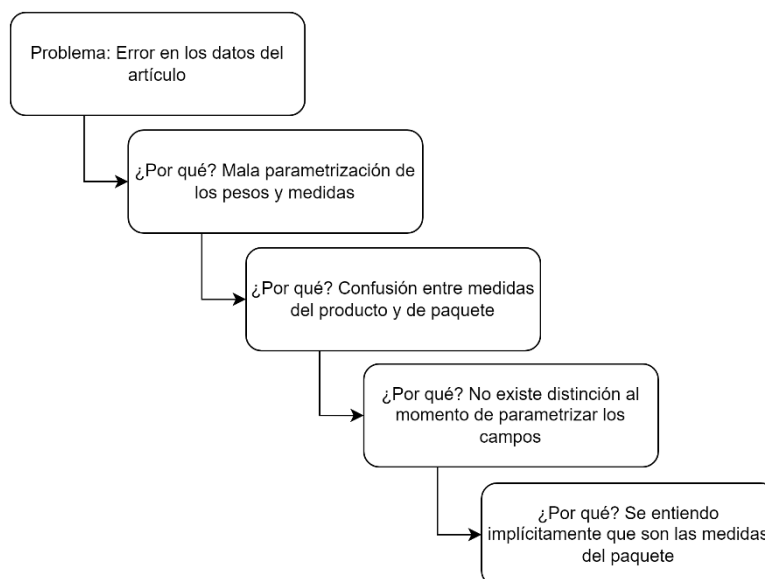


Figura 3.10. Los cinco por qué's para el problema de error en los datos del artículo del proceso "Creación maestra de artículos" de abastecimiento "Terrestre L".

3.5 Plan de mejora

El plan de acción de mejora, que se presenta detalladamente en la Tabla 3.7, establece un objetivo específico para cada problema identificado en el proceso. Este plan desglosa las acciones a realizar, identifica claramente a los responsables encargados de la ejecución, especifica los recursos necesarios, define el indicador de desempeño pertinente y establece la meta a alcanzar. El informe resultante se entregará al Planificador del Departamento de Líneas de Negocio, dada su posición estratégica y contacto directo con diversas gerencias, convirtiéndolo en una figura integral en las decisiones estratégicas de la organización.

Acciones de Mejora

El diseño de las acciones de mejora se inicia a partir de los problemas identificados durante la fase de análisis, los cuales abarcan el incumplimiento de los tiempos del proceso bajo estudio, los errores en la parametrización de pesos y medidas en las fichas técnicas de los productos, y la variabilidad en las operaciones. En respuesta al primer problema, se busca una mayor implicación de los responsables del proceso, quienes ocupan posiciones directivas. En relación con el segundo problema, la meta consiste en reducir las no conformidades en la parametrización de unidades de medida, dimensiones del paquete y conversión de unidades. El tercer problema demanda la estandarización de procesos. El diseño de las acciones de mejora busca la simplicidad como estrategia para generar un cambio sostenible en la empresa.

A. Visualizar el estado de la creación de artículos

Con el fin de visualizar el estado de la creación de artículos, se propone la implementación de un indicador de semáforo que evalúe el cumplimiento de los plazos de tiempo (Zamora M. & Eguía A., 2015), establecidos en 14.4 horas por actividad. Este indicador de semáforo exhibirá tres colores: verde (si se encuentra dentro de las primeras 8 horas), amarillo (crítico) y rojo (indicando retraso).

La visualización de este problema motivará a los responsables del proceso a tomar medidas. Entre las posibles acciones, se destaca la priorización de los artículos según su importancia estratégica o su estado de realización. Otra medida es la delegación de la actividad a un subalterno. Este enfoque no solo ofrecerá una representación clara del estado del proceso, sino que también agilizará la toma de decisiones necesarias para mejorar tanto la eficiencia como el cumplimiento de los plazos establecidos.

Tabla 3.7. Plan de mejora para el proceso “Creación maestra de artículos” de abastecimiento “Terrestre L”.

Objetivo	Acción	Responsable	Recursos	Implementación	KPI	Meta
Reducir el tiempo para la creación de artículos	Visualizar el estado de la creación de artículos	- Dep. Líneas de Negocios	- ERP JD Edwards - Especialista de JD Edwards	Mediano plazo	Tasa de artículos creados fuera del tiempo	Aft < 10%
	Carga masiva de artículos	- Dep. Compras - Dep. Importaciones - Dep. Líneas de Negocios	- Plantilla de Maestro de artículos - Script de Maestro de artículos - ERP JD Edwards	Corto plazo		
Reducir la tasa no conformidad en la parametrización de pesos y medidas de los artículos	Verificación cruzada de pesos y medidas	- Dep. Compras - Dep. Líneas de Negocios - Dep. Bodega	- ERP JD Edwards - Correo electrónico	Corto plazo	Tasa de no conformidad en la parametrización de pesos y medidas de los artículos	Npm < 5
	Notas aclaratorias	- Dep. Líneas de Negocios - Especialista de JD Edwards	- Script de Maestro de artículos - ERP JD Edwards - Formulario para el proveedor	Corto plazo		
	Crear el Departamento de Calidad	- Gerencia General - Dep. Desarrollo Humano - Gerencia Financiera	- ERP JD Edwards - Coordinador de Calidad - Pasantes	Largo Plazo		
Estandarizar procesos	Análisis de carga de trabajo	- Dep. Desarrollo Humano	- Analista de Procesos - Pasante	Largo Plazo	Avance del proyecto	Ap = 100%
	Manual de procesos de la Empresa	- Dep. Líneas de Negocios - Dep. Desarrollo Humano	- ERP JD Edwards - Draw.io - Analista de Procesos - Pasantes	Largo Plazo		

B. Carga masiva de artículos

La carga masiva de artículos es un proceso diseñado para transferir la información del sistema ERP Dynasift al sistema JD Edwards mediante el uso de plantillas de Excel con macros, las cuales detallan los campos a parametrizar. Este procedimiento está documentado en el "Script – Creación maestra de artículos" y se sugiere implementarlo al procesar más de 20 fichas técnicas de productos.

C. Verificación cruzada de pesos y medidas

La verificación cruzada se lleva a cabo en tres aspectos durante la creación del artículo: la definición de las unidades, las dimensiones del paquete y la conversión entre unidades. Estos aspectos se parametrizan en la actividad "Ingresar producto al sistema", la cual está a cargo del Departamento de Compras. La medida a tomar implica la parametrización de los mismos campos por parte del Departamento de Bodega, con el objetivo de comparar ambos resultados y realizar correcciones oportunas. Esta comparación será responsabilidad del Planificador del Departamento de Líneas de Negocios, quien realiza mensualmente una depuración de datos, llevando a cabo un control aleatorio de los artículos para verificar la correcta parametrización de los campos.

D. Notas aclaratorias

La implementación de la técnica Poka Yoke se realiza mediante la incorporación de notas aclaratorias en dos medios: scripts y el sistema JD Edwards. En el primer medio, se redacta una nota en el instructivo del proceso, proporcionando una explicación detallada sobre la correcta parametrización de los apartados. En cuanto al sistema JD Edwards, se abordan tres apartados en la actividad "Ingresar producto al sistema": unidades de medida, dimensiones del paquete y conversión de unidades.

Respecto al apartado de unidades de medida, presentado en la Figura 3.11, se propone la implementación de la descripción de cada campo en una ventana emergente. Esta ventana puede ser accedida haciendo clic en el campo de interés y utilizando el comando (F1) o (fn + F1), según la configuración del computador.

Unidades medida		
Principal	UN	UNIDAD
Secundario	UN	UNIDAD
Compras	UN	UNIDAD
Fijación precios	UN	UNIDAD
Envío	UN	UNIDAD
Producción	UN	UNIDAD
Componente	UN	UNIDAD
Peso	KG	KILOGRAMO
Volumen	M3	METRO CUBICO

Figura 3.11. Apartado de unidades de medida en el sistema ERP JD Edwards.

La ventana emergente, ilustrada en la Figura 3.12, se utiliza habitualmente por los desarrolladores para agregar apuntes sobre el código del campo y proporcionar una breve explicación. Esta herramienta se aprovecha para incluir la descripción del campo y añadir notas aclaratorias destinadas a disipar cualquier duda que pueda surgir en el empleado encargado de parametrizar esta sección.

Ayuda del elemento

Unidad de medida principal

Alias:UOM1

Es un código definido por el usuario (00/UM), que identifica la unidad de medida que el sistema utiliza para expresar la cantidad de un artículo, por ejemplo, EA (unidades) o KG (kilogramo).

[+ Opciones avanzadas](#)

Figura 3.12. Apartado de dimensiones de paquete en el sistema ERP JD Edwards.

En relación con la sección de dimensiones del paquete, como se muestra en la Figura 3.13, se ha añadido un título llamado "Dimensiones del paquete". Este título debe colocarse en la parte superior de los campos "Ancho", "Largo" y "Espesor/Alto". Esta aclaración tiene como objetivo prevenir cualquier posible confusión entre las medidas del paquete y las dimensiones del artículo en sí.

Figura 3.13. Apartado de dimensiones de paquete en el sistema ERP JD Edwards.

Finalmente, en la sección de conversión de unidades, como se ilustra en la Figura 3.14, se sugiere la inclusión de una pestaña adicional que presente las unidades de medida del artículo, tal como se muestra en la Figura 3.11, ya que es necesario tener en cuenta todas las unidades disponibles. Esto no solo facilitará una visión completa, sino que también brindaría la oportunidad de realizar correcciones en caso de que alguna unidad de medida hubiera sido omitida.

Figura 3.14. Apartado de conversión de unidades en el sistema ERP JD Edwards.

E. Crear el Departamento de Calidad

La creación de un departamento de calidad requiere un enfoque integral y la participación de toda la organización para lograr una mejora continua. En primera instancia, se contratará a un Coordinador de Calidad, quien deberá tener experiencia en el tema, ya que será el principal responsable del proyecto. Además, se contratarán pasantes que brinden apoyo al Coordinador de Calidad en las diferentes actividades a realizar. Las principales responsabilidades que se le asignarán son las siguientes (Rincón, 2002):

- Implementar la norma ISO 9001.
- Crear políticas y procedimientos.
- Coordinar auditorías internas.
- Gestionar documentación.
- Manejar no conformidades.
- Implementar mejoras continuas.
- Elaborar y monitorear KPIs.
- Participar en decisiones estratégicas.
- Promover la cultura de calidad.

Este equipo trabajará de manera colaborativa para asegurar la implementación exitosa de prácticas de calidad en toda la organización, promoviendo un compromiso constante con la mejora y la excelencia.

F. Análisis de carga de trabajo

El análisis de carga de trabajo examina cómo se distribuyen las demandas laborales dentro de la organización, teniendo en cuenta la cantidad, complejidad, descansos, habilidades requeridas y otros factores que afectan la carga laboral. El objetivo de esta evaluación es prevenir la sobrecarga laboral y garantizar el cumplimiento de las responsabilidades laborales (Chiavenato, 2019). La implementación de esta acción se realiza mediante la contratación de un analista de procesos, encargado de llevar a cabo los estudios pertinentes en colaboración con el Departamento de Desarrollo Humano. Los resultados esperados incluyen la creación de un organigrama organizacional, el diseño de los puestos de trabajo y políticas de ergonomía. Un análisis de trabajo bien ejecutado contribuye a una gestión más efectiva de los recursos humanos y al logro de los objetivos organizativos.

G. Manual de procesos de la empresa

El manual de procesos es un documento que proporciona una descripción detallada de los procesos, roles y responsabilidades, normas, eventos y cualquier otra información pertinente relacionada con las actividades de la organización. Entre los objetivos clave del manual de procesos se incluyen (Rincón, 2002):

- Servir como guía para la correcta ejecución de las actividades.
- Contribuir a la eficiencia en la oferta de productos y servicios.
- Facilitar una gestión más efectiva de los recursos organizativos.

- Estandarizar el trabajo llevado a cabo por los distintos miembros de la organización.
- Orientar al personal nuevo.
- Facilitar la evaluación de los procesos.
- Mejorar la atención al cliente, tanto interno como externo.
- Proporcionar información a los directivos sobre el desempeño de los procesos.

La elaboración de un manual de procesos requiere la contratación de un analista de procesos en conjunto con pasantes, dada la magnitud de la organización. El contenido del manual debe abordar los siguientes apartados:

- Introducción
 - Descripción de revisiones
 - Caracterización de la empresa
 - Objetivos
 - Alcance
- Mapa de procesos
- Inventario de procesos
- Descripción de eventos
- Caracterización de procesos
- Diagramas de flujo de los procesos
- Glosario de términos
- Anexos

Indicadores clave de rendimiento

En la descripción de este componente de investigación, se especificó que la implementación y el control quedan fuera del alcance de la investigación; sin embargo, es necesario establecer un sistema de control para dar seguimiento a las acciones de mejora. Los indicadores clave de rendimiento (KPIs) se seleccionan como el instrumento para monitorear el plan de mejora, en caso de que la organización decida implementarlo.

A. Tasa de artículos creados fuera de tiempo

La tasa de artículos creados fuera de tiempo (Aft) mide la proporción de artículos que se han creado fuera del plazo establecido de tres días para el proceso. Este indicador recopila registros de los últimos 180 días y se calcula según la Ecuación 3.1.

$$Aft = \frac{\text{Artículos creados fuera del plazo}}{\text{Total de artículos creados}} \times 100\%$$

Ecuación 3.1. Fórmula de la tasa de artículos creados fuera de tiempo.

La meta del indicador es no superar el cinco por ciento de artículos creados fuera del tiempo establecido, partiendo del estado actual que ronda el veinticinco por ciento. La revisión de este indicador se debe realizar de forma mensual mediante un informe dirigido al Departamento de Línea de Negocios. Se sugiere utilizar la herramienta Power BI para automatizar su cálculo y facilitar el acceso a la información por parte de los usuarios

B. No conformidades en pesos y medidas de los artículos

La no conformidad en pesos y medidas (Npm) realiza el conteo de artículos que presentan no conformidades en la parametrización de unidades, medidas y conversiones. Este indicador se obtiene durante la depuración mensual de registros realizada por el Planificador del Departamento de Líneas de Negocio.

La meta del indicador destaca en no superar cinco no conformidades en la revisión mensual. Además, se recomienda anotar los principales motivos de las no conformidades para el diseño de notas aclaratorias, tanto para los instructivos como para la interfaz del sistema ERP JD Edwards.

C. Avance del proyecto

El avance del proyecto (A_p) se define como la proporción de tareas completadas con respecto al total de tareas planificadas para el desarrollo del proyecto. Este indicador proporciona información sobre el progreso del proyecto y se calcula según la ecuación 3.2.

$$A_p = \frac{\text{Tareas realizadas}}{\text{Total de tareas}} \times 100\%$$

Ecuación 3.2. Fórmula de avance de proyecto.

La meta establecida para este indicador es lograr la finalización del cien por ciento de las tareas planificadas. Este indicador es crucial para evaluar el progreso y la eficiencia en la ejecución del proyecto, permitiendo un seguimiento preciso de la implementación de las tareas y el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Mapa de flujo de valor futuro del proceso

El mapa de flujo de valor futuro del proceso operativo se presenta en la Figura 3.8. Se estima que las acciones de mejora generarán un ahorro del cuarenta por ciento en el tiempo de las actividades "Categorizar producto" y "Verificar producto". La actividad "Ingresar producto al sistema" no experimentará una mejora en el tiempo, ya que el objetivo es reducir las no conformidades en pesos y medidas. Esta actividad es crítica, ya que en ella se parametriza gran parte de la información del producto y debe tener acceso tanto el Departamento de Bodega como el Departamento de Compras.

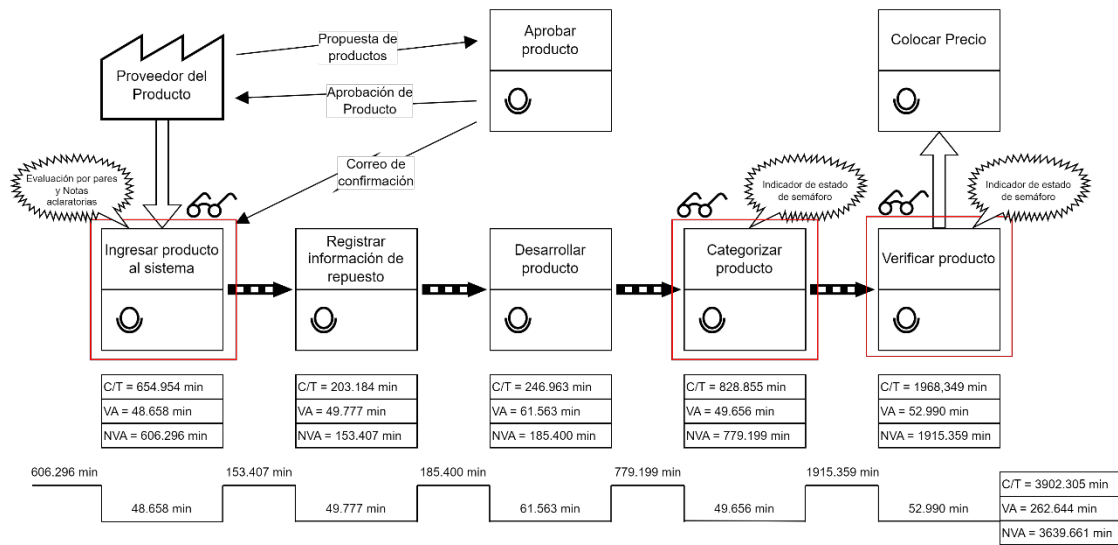


Figura 3.15. Mapa de flujo de valor futuro del proceso "Creación maestra de artículos" de abastecimiento "Terrestre L".

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones derivadas de este estudio. Estas conclusiones se respaldan en los datos y análisis presentados a lo largo del componente de investigación. Además, se incluyen recomendaciones fundamentales dirigidas tanto a la práctica como a futuras investigaciones en el mismo campo de estudio.

4.1 Conclusiones

Al finalizar este estudio, se establece que la investigación ha logrado de manera satisfactoria los objetivos planteados inicialmente para el desarrollo del proyecto. A continuación, se exponen las conclusiones obtenidas:

- El establecimiento de contacto con la empresa se materializó mediante la realización de pasantías, un medio idóneo que facilitó un acceso directo a los procesos internos de la organización y a la interacción con sus empleados. La búsqueda y selección de las pasantías se realizaron de manera exclusiva para el desarrollo del presente trabajo de investigación. Este enfoque no solo garantizó una inmersión efectiva en los procesos específicos relacionados con el objeto de estudio, sino que también aseguró que las actividades realizadas durante las pasantías estuvieran alineadas con los objetivos y metas de la investigación, contribuyendo así a la calidad y pertinencia de los resultados obtenidos.
- La evaluación y selección del proceso bajo estudio se guió por la estrategia de priorización, enfocándose en identificar aquellos problemas que tienen el mayor impacto en las operaciones de la organización. Se tomó en consideración el objetivo estratégico de construir un nuevo centro de reabastecimiento, donde la parametrización de pesos y medidas se destacó como un punto crítico. Dado que las instalaciones planeadas cuentan con un alto grado de automatización y dependen de estos criterios para la gestión del inventario, se seleccionó el proceso "Creación maestra de artículos", responsable de la creación de fichas técnicas de productos. Dentro de este proceso, se identificaron ocho categorías según el tipo de abastecimiento, siendo la categoría de "Terrestre L" la de mayor frecuencia. Este enfoque estratégico permitió dirigir los esfuerzos hacia áreas específicas que tienen un impacto significativo en la consecución de los objetivos organizacionales.

- La aplicación de la metodología Lean - Six Sigma (LSS) en una empresa de servicios se enfrentó a diversas dificultades, especialmente en el componente de Six Sigma. La principal complicación radicó en la dificultad para encontrar métricas claras de los procesos. Como alternativa, se optó por utilizar el control estadístico del tiempo de las diferentes actividades. Este enfoque reveló que las actividades "Categorización de producto" y "Verificación del producto no cumplen con los estándares de tiempo de la empresa. Por otro lado, el componente de Lean se centró en la identificación de desperdicios, los cuales se vincularon con los problemas de no conformidad del proceso bajo estudio. El objetivo fue definir las posibles causas subyacentes, lo cual sirvió como punto de partida para el diseño del plan de acción de mejora. Esta integración de ambas metodologías proporciona una visión integral para abordar las deficiencias identificadas y mejorar la eficiencia y efectividad del proceso.
- Durante el estudio, la empresa Pintulac se encontraba en pleno proceso de transición hacia la implementación del sistema ERP JD Edwards. Esta situación influyó de manera significativa en el diseño del plan de mejora, evidenciándose particularmente en tres acciones específicas: Carga masiva de artículos, Verificación de pesos y medidas, y Notas aclaratorias. Estas acciones de mejora aprovechan las funcionalidades de la interfaz de JD Edwards para optimizar el procesamiento de fichas técnicas, reduciendo considerablemente el tiempo de ejecución y disminuyendo las no conformidades relacionadas con pesos y medidas. Este enfoque se traduce en un ahorro del cuarenta por ciento en el tiempo de realización de las actividades más lentas, como "Categorización de producto" y "Verificación de producto". Además, se estableció la meta de no superar las cinco no conformidades mensuales en cuanto a la parametrización de pesos y medidas, lo que refleja el compromiso de la empresa con la mejora continua y la búsqueda de estándares más eficientes en su nuevo sistema ERP.
- La supervisión de los altos cargos directivos representa un desafío en el contexto de empresas familiares, ya que con frecuencia estos roles son ocupados por miembros de la familia, sin contar con sanciones claras en caso de incumplimiento de plazos para el desarrollo de actividades. Además, la responsabilidad inherente a estos puestos en el liderazgo de la organización añade una capa adicional de complejidad. En respuesta a esta situación, se optó por una estrategia de autosupervisión mediante la implementación de indicadores de estado de actividad.

Estos indicadores, visibles para los diferentes responsables del proceso "Creación maestra de artículos" en el abastecimiento "Terrestre L", buscan fomentar la comparación de rendimiento entre pares. Esta medida no solo busca mejorar la rendición de cuentas en la alta dirección, sino que también promueve un entorno de competencia positiva entre los responsables del proceso, contribuyendo así a la eficiencia y eficacia del mismo.

- Las empresas de servicios dependen en gran medida del talento humano para llevar a cabo las operaciones funcionales de la organización. Sin embargo, al carecer de una guía clara, se recurre al conocimiento empírico de cada individuo, lo que resulta en una diversidad considerable en la forma en que se realizan las actividades. Esta variabilidad afecta a los clientes internos y externos al generar resultados inconsistentes. Además, la transferencia de conocimiento sobre las actividades depende exclusivamente de los empleados, lo que dificulta su traspaso a nuevos miembros del personal. En vista de este panorama, se sugirió la estandarización de procesos como medida para promover buenas prácticas en las diferentes actividades. La elaboración de un manual de procesos y el análisis de carga de trabajo son herramientas que permitirán a la organización establecer pautas claras, mejorar la consistencia en la ejecución de tareas y facilitar la integración de nuevos empleados al proporcionar una guía estructurada.
- La acción de mejora más significativa identificada en el estudio es la propuesta de la creación de un Departamento de Calidad. Este paso estratégico implica la contratación de personal altamente cualificado, destacando dos perfiles fundamentales: el Coordinador de Calidad y el Analista de Procesos. En caso de llevarse a cabo esta implementación, estos roles se convertirían en piezas clave para ejecutar y supervisar el plan de mejora propuesto en el presente estudio. El Coordinador de Calidad asumiría un papel crucial en la supervisión y gestión de todas las actividades relacionadas con la calidad, asegurando el cumplimiento de los estándares y la efectividad de las medidas implementadas. Por otro lado, el Analista de Procesos desempeñaría un papel estratégico en la identificación de oportunidades de mejora continua, contribuyendo así a la optimización constante de los procesos de la organización. La implementación de este departamento representa un compromiso sólido con la calidad y la eficiencia operativa, colocando a la organización en una posición favorable para enfrentar los desafíos y lograr una mejora continua en sus operaciones.

4.2 Recomendaciones

Después de llevar a cabo el presente trabajo de integración curricular y considerando la metodología utilizada junto con los resultados alcanzados, se formulan las siguientes sugerencias:

- La evaluación y selección del proceso crítico se limitó a una muestra de cuatro procesos debido a las necesidades específicas de la organización al implementar el nuevo sistema ERP JD Edwards. Sin embargo, durante la investigación, se identificaron deficiencias en otros procesos de la organización. Por lo tanto, se recomienda ampliar la muestra de procesos evaluados y no limitarse únicamente a la aplicación de mejoras en uno de ellos. Se destaca la importancia de implementar mejoras en cada uno de los procesos de la organización. Para abordar de manera integral estos aspectos, se sugirió en el plan de mejora la creación de un Departamento de Calidad, que asumiría la responsabilidad de supervisar y mejorar todos los procesos de la empresa. Este enfoque garantizaría una gestión más eficiente y eficaz de los recursos y contribuiría a la mejora continua de la organización.
- La obtención de información cualitativa se logró a través de entrevistas informales con los responsables del proceso bajo estudio. Durante estos encuentros, se recopiló información de manera espontánea, registrando notas detalladas de cada uno de ellos. Se sugiere adoptar un formato y preguntas preestablecidas antes de llevar a cabo la entrevista para garantizar la cobertura de todos los puntos necesarios. Además, se recomienda el uso de plataformas para grabar las reuniones, como Team, Webex o Zoom, lo que facilitará el análisis detallado de la entrevista.
- La base de datos obtenida del sistema ERP Dynasift incluye información correspondiente a los años 2021 y 2022. Sin embargo, la información del año 2023 fue omitida debido a las políticas de confidencialidad de la organización. Como resultado, los datos actuales del proceso no se reflejan en su totalidad, aunque proporcionan una estimación válida. Se recomienda negociar un acuerdo de reserva de información que permita el acceso a la totalidad de los datos, estableciendo una garantía legal que asegure a la empresa que la información será utilizada exclusivamente con fines académicos.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antony, J., Snee, R., & Hoerl, R. (2017). Lean - Six Sigma: yesterday, today and tomorrow. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(7), 1073–1093. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2016-0035>
- Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, M., Baca, G., Gutiérrez, J. C., Pacheco, A., Rivera, Á., Rivera, I., & Obregón, M. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Larousse - Grupo Editorial Patria.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (O. Fernández, Ed.; 3ª ed.). Pearson.
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. (2020). Mejora continua de los procesos: herramientas y técnicas. In *Universidad de Lima, Fondo Editorial*.
- Brewer, P., & Eighme, J. (2005). *Uso de Six Sigma para mejorar la función financiera, finanzas estratégicas*. 6(7), 27–33.
- Cadena, J. (2015). Guía para el Diseño y Documentación de Procesos. *Yura: Relaciones Internacionales*, 1.
- Chakrabarty, A., & Tan, K. C. (2007). The current state of six sigma application in services. *Managing Service Quality*, 17(2). <https://doi.org/10.1108/09604520710735191>
- Chen, M., & Lyu, J. (2009). A Lean - Six Sigma approach to touch panel quality improvement. *Production Planning and Control*, 20(5). <https://doi.org/10.1080/09537280902946343>
- Chiavenato, I. (2019). Introducción a la Teoría General de la Administración. In *Mc Graw Hill Interamericana*.
- Da Silva, I. B., Filho, M. G., Agostinho, O. L., & Lima Junior, O. F. (2019). A new Lean - Six Sigma framework for improving competitiveness. *Acta Scientiarum - Technology*, 41(1). <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v41i1.37327>
- Davenport, T., & Short, J. (1990). *The New Industrial Engineering: Information*.
- De la Guerra, J. P. (2015). Las siete herramientas de la calidad. In *Universidad para el Desarrollo Andino*.
- Delgado, C., Ferreira, M., & Branco, M. C. (2010). The implementation of Lean - Six Sigma in financial services organizations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(4). <https://doi.org/10.1108/17410381011046616>

- George, M. L. (2003). *Lean - Six Sigma for service: how to use Lean Speed and Six Sigma Quality to improve services and transactions*. McGraw-Hill.
- George, M. L., Rowlands, D., Price, M., & Maxey, J. (2005). *The Lean - Six Sigma pocket toolbox: A quick reference guide to nearly 100 tools for improving process quality, speed, and complexity* (P. Jaminet, K. Watson, & C. Cox, Eds.). McGraw-Hill.
- Gómez, R., & Barrera, S. (2012). Six sigma: un enfoque teórico y aplicado en el ámbito empresarial basándose en información científica. In *Serie Lasallista de Investigación y Ciencia*.
- González Correa, F. (2007). Manufactura Esbelta. Principales Herramientas. *Revista Panorama Administrativo*, 1(2).
- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. McGraw Hill.
- Harrington, J. (1994). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*.
- Harry, M., & Schroeder, R. (2000). Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations. *Soundview Executive Book Summaries*, 22(11).
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hoerl, R. W. (2001). Six sigma black belts: ¿What do they need to know? *Journal of Quality Technology*, 33(4). <https://doi.org/10.1080/00224065.2001.11980094>
- Hurtado de Barrera, J. (2010). Metodología de la Investigación: Guía para una comprensión holística de la ciencia. In *Caracas* (4ª ed.). Quirón Ediciones.
- Indra, S., Tumanggor, O., & Hardi, H. (2021). Value Stream Mapping: Literature Review and Implications for Service Industry. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 23(2). <https://doi.org/10.32734/jsti.v23i2.6038>
- Jáuregui, A. (2007). *Los principios de la administración científica de Taylor e introducción al fordismo*. 7(7).
- Krafcik, J. F. (1988). Triumph Of The Lean Production System. *Sloan Management Review*, 30(1).
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). Administración de operaciones. Procesos y cadenas de valor. In *Información tecnológica*.

- Kumar, P., Maiti, J., & Gunasekaran, A. (2018). Impact of quality management systems on firm performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 35(5).
- Laureani, A. (2012). Lean - Six Sigma in the Service Industry. In *Advanced Topics in Applied Operations Management*. <https://doi.org/10.5772/31961>
- Lee, K. L., & Wei, C. C. (2010). Reducing mold changing time by implementing Lean - Six Sigma. *Quality and Reliability Engineering International*, 26(4). <https://doi.org/10.1002/qre.1069>
- Lodgaard, E., Ingvaldsen, J. A., Aschehoug, S., & Gamme, I. (2016). Barriers to Continuous Improvement: Perceptions of Top Managers, Middle Managers and Workers. *Procedia CIRP*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.012>
- López Gómez, L. (2020). Reingeniería. *Revista Colombiana de Ciencias Administrativas*, 2(2), 78–93. <https://doi.org/10.52948/rcca.v2i2.171>
- Mathew, J. J., Kurudkar, A. P., Singh, S., Prasad, K. K., Hatnapure, C. B., Mahajan, A. S., Mandavgade, N. K., & Sakhale, C. N. (2017). Quality & Productivity Improvement using Six Sigma. A literature Review. *International Journal of Innovations in Engineering and Science*, 2(1).
- Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández Nariño, A., & Díaz Navarro, Y. (2012). Consideraciones y criterios para la selección de procesos para la mejora: Procesos Diana. *Ingeniería Industrial*, 33(3).
- Montgomery, D. C. (2019). Introduction to Statistical Quality Control. In *Wiley Online Library* (8^a ed.). Wiley Online Library.
- Navarro Albert, E., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2017). Metodología e implementación de Six Sigma. *Investigación y Pensamiento Crítico*, 6(5).
- Niebel, W., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo. In *metodos, estandares y diseño del trabajo* (12^a ed.). McGraw Hill.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1).
- Pande, P., Neuman, R., & Cavanagh, R. (2000). The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and other Top Companies are honing their performance. *The TQM Magazine*, 14(4). <https://doi.org/10.1108/tqmm.2002.14.4.263.1>

- Pava, C., Ramirez, J., & Marin Lopez, W. (2019). Metodologías de mejora continua integrables al sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9001. *Universidad Santiago de Cali*, 2, 1–12.
- Pimienta, J., & De la Orden, A. (2017). *Metodología de la investigación* (3ª ed.). Pearson.
- PMI. (2013). Dirección de Proyectos. In *Guía del PMBOK* (Vol. 87, Issue 11).
- Rincón, R. (2002). Modelo para la implementación de un sistema de gestión de la calidad basado en la Norma ISO 9001. *Universidad EATFIT*, 126.
- Serrano Gómez, L., & Ortiz Pimiento, N. R. (2012). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. *Estudios Gerenciales*, 28(125). [https://doi.org/10.1016/s0123-5923\(12\)70003-7](https://doi.org/10.1016/s0123-5923(12)70003-7)
- Snee, R. D. (2010). Lean - Six Sigma – getting better all the time. *International Journal of Lean - Six Sigma*, 1(1). <https://doi.org/10.1108/20401461011033130>
- Socconini, L. (2019). Lean manufacturing. El sistema de gestión empresarial japonés que revolucionó la manufactura y los servicios. *Norma*.
- Sunder, V. M., Ganesh, L. S., & Marathe, R. R. (2018). A morphological analysis of research literature on Lean - Six Sigma for services. *International Journal of Operations and Production Management*, 38(1), 149–182. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-05-2016-0273>
- Timans, W., Ahaus, K., van Solingen, R., Kumar, M., & Antony, J. (2016). Implementation of continuous improvement based on Lean - Six Sigma in small- and medium-sized enterprises. *Total Quality Management and Business Excellence*, 27(3). <https://doi.org/10.1080/14783363.2014.980140>
- Villa Buitrago, H. J. (2015). Un método para la definición de indicadores clave de rendimiento con base en objetivos de mejoramiento. *Universidad Nacional de Colombia*.
- Womack, J., & Jones, D. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11). <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>
- Womack, J., & Jones, D. (2005). Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa. *Grupo Planeta*, 246(5).
- Zamora M., J. C., & Eguía A., A. (2015). Modelo de gestión empresarial balanced scorecard. *Tectzapic*, 1.

6 ANEXOS

ANEXO I

Formato de Matriz para selección de procesos “Diana”.

Procesos	IP	RI	D	V	RP	RF	TP
	0,31	0,27	0,08	0,07	0,04	0,22	
Reabastecimiento							
Compras							
Creación maestra de artículos							
Planificación							

ANEXO II

Formato de la Acta de constitución del proyecto.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	
Información General del Proyecto	
Nombre del Proyecto	
Responsables del Proyecto	
Dirección de Correo Electrónico	-
Unidad Organizacional	
Fecha de Inicio	
Descripción del Proyecto	
Identificación de la Problemática	
Propósito del Proyecto	
Recursos del Proyecto	
Interesados Clave	
Alcance del Proyecto	
Dentro del Alcance	
Fuera del Alcance	
Entregables Esperados	
Consideraciones	
Suposiciones	
Responsabilidad	
Elaborado por:	
Revisado por:	

ANEXO III

Formato de estudio de tiempos.

N°	Actividad	Tiempo observado (min)	Valoración	Tiempo básico (min)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ANEXO IV

Estudio de tiempos que agregan valor en el proceso "Creación maestra de artículos" de abastecimiento "Terrestre L".

N°	Actividad	Tiempo observado (min)	Valoración	Tiempo básico (min)	Suplemento (%)	Tiempo estándar (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ingresar producto al sistema	46,21	0,90	41,59	0,17	48,66	45,87	46,23	46,04	45,61	45,54	46,70	46,45	46,54	46,41	46,69
2	Registrar información de repuesto	47,27	0,90	42,55	0,17	49,78	47,47	47,15	47,78	47,06	47,97	47,21	46,94	47,40	46,53	47,23
3	Desarrollar producto	58,46	0,90	52,62	0,17	61,56	58,22	58,53	58,79	58,51	58,58	58,06	58,63	58,71	57,89	58,72
4	Categorizar producto	47,16	0,90	42,44	0,17	49,66	46,83	46,09	47,63	46,57	47,66	47,52	47,27	47,49	47,41	47,10
5	Verificar producto	50,32	0,90	45,29	0,17	52,99	50,39	50,63	50,10	51,00	49,47	50,27	50,15	50,52	50,41	50,31

ANEXO V

Formato de hoja de control de desperdicios.

Desperdicio	Código	Descripción	Impacto
Sobreproducción	SP01		
	SP02		
Movimientos innecesarios	MI01		
	MI02		
Esperas	E01		
	E02		
Reprocesos	RP01		
	RP02		
Exceso de inventario	EI01		
	EI02		
Transportes innecesarios	TI01		
	TI02		
Defectos	D01		
	D02		

ANEXO VI

Formato de plan de mejora.

Objetivo	Acción	Responsable	Recursos	Implementación	KPI	Meta