

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE INGENIERÍA

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE
BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Título de la investigación

Propuesta de sistema de almacenamiento y control de inventario del laboratorio de calidad de la
empresa de dispositivos médicos

Nombre del estudiante:

Kevin Cortés García

Tutor:

Ing. Jorge Navarrete Picado

Sede Aranjuez

Julio, 2026

DEDICATORIA

A mi madre,

Por siempre confiar en mí y recordarme, incluso en los momentos más difíciles, que soy una persona capaz de alcanzar todo aquello que me proponga. Gracias por cada palabra de apoyo, por motivarme a seguir adelante y por enseñarme a creer en mis capacidades aun cuando yo mismo dudaba. Tu confianza en mí ha sido una de las mayores fuerzas para llegar hasta este momento.

A mi padre,

Por brindarme en más de una ocasión las herramientas necesarias para poder continuar con mis estudios y desarrollar cada uno de mis trabajos. Gracias por cada esfuerzo realizado para que nunca me faltara una computadora, materiales o cualquier recurso necesario para seguir creciendo profesional y académicamente.

A mis padres,

Por nunca faltarme de nada y por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo, la disciplina y la perseverancia. Gracias por cada sacrificio realizado, por cada consejo y por inculcarme que las metas no se alcanzan solas, sino con dedicación y trabajo constante. Todo lo que soy hoy es reflejo de los valores que me enseñaron desde pequeño.

Este logro también les pertenece a ustedes, porque detrás de cada meta alcanzada siempre estuvieron apoyándome, guiándome y motivándome a luchar por mis sueños.

Con todo mi amor y gratitud.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, por la guía, el apoyo y el conocimiento brindado durante el desarrollo de este proyecto. Gracias por compartir su experiencia, por las recomendaciones realizadas a lo largo del proceso y por el tiempo dedicado para orientar esta investigación de la mejor manera posible. Su acompañamiento fue fundamental para lograr culminar este trabajo de graduación.

Asimismo, agradezco profundamente a mi supervisor, quien me brindó la oportunidad de aplicar mis conocimientos en Ingeniería Industrial dentro del entorno laboral y confiar en mi criterio como profesional para desarrollar una propuesta de mejora. Gracias por la confianza depositada en mis capacidades y por permitirme crecer tanto profesional como personalmente a través de esta experiencia.

De igual manera, agradezco a mi director de carrera, quien siempre mostró la mejor disposición y apertura para brindar apoyo y solución ante cualquier situación presentada durante el proceso de desarrollo de la tesis. Su compromiso y acompañamiento fueron de gran ayuda para avanzar y concluir satisfactoriamente esta etapa académica.

Finalmente, agradezco a todos los profesores que formaron parte de mi proceso universitario y contribuyeron a mi formación profesional. Gracias por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas, las cuales me permitieron crecer académicamente y alcanzar el sueño de convertirme en ingeniero. Este logro representa el inicio de nuevas oportunidades y metas profesionales con las que siempre he soñado.

CONTENIDO

Dedicatoria	2
Agradecimiento	3
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	14
Generalidades De La Empresa	15
Planteamiento Del Problema	15
Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Justificación	17
Beneficios administrativos	17
Beneficios económicos	18
Beneficios legales	18
Beneficios operativos	19
Antecedentes	19
Artículos científicos	19
Tesis	21
Proyecciones	25
Capítulo II Marco Teórico	26
Conceptos Generales	26
Definiciones relacionadas al tema TFG	26
Conceptos propios de la industria	30
Indicadores relacionados con el tema TFG	31
Herramientas para la recolección de datos	33
Herramientas de estadística	34

Herramientas Para Describir El Problema.....	37
Mapa de procesos	37
Diagrama de flujo.....	39
SIPOC.....	41
FODA	42
Herramientas Para Medir Las Consecuencias	44
Diagrama de Pareto	44
Análisis de la demanda.....	46
Análisis de desperdicio.....	47
Herramientas Para Analizar Las Causas.....	48
Diagrama de Ishikawa	48
5W	49
AMFE.....	50
Herramientas Para La Propuesta	51
5S.....	52
Diseño de layout.....	53
Clasificación ABC.....	54
Herramientas Para El Control De La Propuesta.....	56
Diagrama de Gantt.....	56
Análisis económico	57
Capítulo III Marco Metodológico	62
Enfoque	62
Cuantitativo	62
Cualitativo	62

Mixto	63
Alcance	63
Exploratorio	63
Descriptivo	64
Correlacional	64
Explicativo.....	65
Diseño.....	65
Experimental	65
No experimental	66
Transaccional.....	67
Longitudinal	67
Variables	68
Muestra	70
Instrumentos	71
Recolección De Datos	72
Método De Análisis	75
Cronograma	76
Capítulo IV Análisis de la situación	79
Descripción Del Problema.....	79
Mapa de procesos	80
Diagrama de proceso	81
SIPOC.....	83
Análisis FODA	84
Medición De Las Consecuencias	85

Pareto	85
Análisis de demanda de materiales	88
Alcance de los materiales	88
Medición de costos logísticos.....	113
Medición de materiales vencidos y/o desechados por falta de uso	115
Medición de órdenes de compra.....	116
Medición de capacidad física de almacenamiento	118
Análisis De Las Causas	124
Diagrama de Ishikawa	125
5W	127
AMFE	128
Capítulo V Propuesta.....	131
Propuesta	131
Justificación de herramienta para reporte digital	140
Control De La Implementación	142
Análisis Económico.....	145
Costo de implementación de las 9S.....	145
Costo de implementación de gestión visual	146
Costo de reorganización de layout	146
Costo de implementación de control de inventario	146
Implementación de reporte de Power BI	147
Indicadores económicos	148
Capítulo VI Conclusiones y recomendaciones.....	152
Conclusiones	152

Recomendaciones	153
Apéndices	155
Apéndice 1. Cotización de acrílicos para racks	155
Apéndice 2. Cotización de etiquetas de material abierto	156
Apéndice 3. Evidencia número 1 del problema	157
Apéndice 4. Evidencia número 2 del problema	157
Apéndice 5. Evidencia número 3 del problema	158
Referencias	159
Artículos Científicos.....	159
Páginas Web	159
Libros.....	159
Tesis.....	161

TABLAS

Tabla 1 Variables	68
Tabla 2 Muestra	71
Tabla 3 Instrumentos	72
Tabla 4 Recolección de datos	72
Tabla 5 Método de análisis	76
Tabla 6 Tabla de frecuencias de Pareto	86
Tabla 7 Listado de materiales	88
Tabla 8 Demanda histórica de materiales	90
Tabla 9 Demanda de material M4	94
Tabla 10 Demanda histórica (M13).....	99

Tabla 11 Demanda histórica (M14).....	99
Tabla 12 Demanda histórica (M15).....	100
Tabla 13 Demanda histórica (M16).....	100
Tabla 14 Demanda histórica (M17).....	101
Tabla 15 Demanda histórica (M18).....	101
Tabla 16 Resumen de la demanda, stock mínimo, stock de seguridad y punto de pedido.....	104
Tabla 17 Determinación de stock máximo	106
Tabla 18 Clasificación ABC	108
Tabla 19 Fletes históricos	113
Tabla 20 Materiales vencidos y/o desechados.....	115
Tabla 21 Órdenes de compra	116
Tabla 22 Órdenes de compra cerradas.....	118
Tabla 23 Medidas cúbicas	118
Tabla 24 Categorías de cajas por material	119
Tabla 25 Capacidad de almacenamiento de racks	121
Tabla 26 Análisis de capacidad volumétrica	122
Tabla 27 Análisis 6M.....	125
Tabla 28 AMFE	128
Tabla 29 Implementación de 9s.....	131
Tabla 30 Módulo de base de datos de salidas de inventario.....	140
Tabla 31 Matriz de selección.....	141
Tabla 32 Costo de implementación de propuestas	148
Tabla 33 Detalle de flujos de efectivo	149

FIGURAS

Figura 1 Fórmula stock mínimo	28
Figura 2 Fórmula stock de seguridad	29
Figura 3 Fórmula punto de pedido	29
Figura 4 Ejemplo Poka Yoke	31
Figura 5 Costo de almacenamiento por unidad	31
Figura 6 Índice de obsolescencia.....	32
Figura 7 Índice de rotación.....	32
Figura 8 Índice de cobertura.....	33
Figura 9 Símbolos de media aritmética	35
Figura 10 Ejemplo de moda	35
Figura 11 Fórmula de mediana con número impar	36
Figura 12 Fórmula de mediana con número par.....	36
Figura 13 Fórmula de la varianza.....	36
Figura 14 Fórmula de la desviación típica	37
Figura 15 Ejemplo mapa de procesos.....	38
Figura 16 Ejemplo de diagrama de flujo lineal	40
Figura 17 Simbología diagrama de flujo	40
Figura 18 Ejemplo de SIPOC	42
Figura 19 Matriz FODA	43
Figura 20 Ejemplo diagrama de Pareto	45
Figura 21 Diagrama de Ishikawa.....	49
Figura 22 Ejemplo AMFE	51
Figura 23 Tabla ABC.....	55

Figura 24 Ejemplo diagrama de Gantt	57
Figura 25 Fórmula de Excel VNA.....	58
Figura 26 Cálculo de VAN dentro de Excel	59
Figura 27 Fórmula TIR.....	60
Figura 28 Fórmula PRI.....	60
Figura 29 Clasificación de investigación no experimental	66
Figura 30 Estructura del proyecto	77
Figura 31 Cronograma.....	78
Figura 32 Mapa de procesos.....	80
Figura 33 Diagrama de proceso de la compra de materiales.....	81
Figura 34 Diagrama de proceso de la recepción de materiales	82
Figura 35 Diagrama de proceso del almacenamiento de materiales	82
Figura 36 Diagrama SIPOC	83
Figura 37 Análisis FODA.....	84
Figura 38 Diagrama de Pareto.....	87
Figura 39 Demanda histórica (M1)	92
Figura 40 Demanda histórica (M1)	92
Figura 41 Demanda histórica (M2)	93
Figura 42 Demanda histórica (M3)	93
Figura 43 Demanda histórica (M5)	95
Figura 44 Demanda histórica (M6)	95
Figura 45 Demanda histórica (M7)	96
Figura 46 Demanda histórica (M8)	96
Figura 47 Demanda histórica (M9)	97

	12
Figura 48 Demanda histórica (M9)	97
Figura 49 Demanda histórica (M10)	98
Figura 50 Demanda histórica (M11)	98
Figura 51 Demanda histórica (M12)	99
Figura 52 Demanda histórica (M20)	102
Figura 53 Gráfico ABC	111
Figura 54 Porcentaje de clasificación ABC	112
Figura 55 Costo Anual / Clasificación ABC	112
Figura 56 Cantidad de fletes expeditados.....	113
Figura 57 Costo total de fletes expeditados.....	114
Figura 58 % de materiales afectados	116
Figura 59 Cantidad de POs colocadas	117
Figura 60 Cantidad de cajas	120
Figura 61 Espacio disponible de almacenamiento de racks	122
Figura 62 Volumen métrico depreciado	123
Figura 63 Análisis de espacio físico	124
Figura 64 Diagrama de Ishikawa.....	125
Figura 65 Análisis 5W	127
Figura 66 NPR de modos de fallo	130
Figura 67 Gestión visual 1.....	132
Figura 68 Gestión visual 2.....	133
Figura 69 Gestión visual 3.....	134
Figura 70 Layout actual.....	135
Figura 71 Layout propuesto	136

Figura 72 Excel de control de inventario	137
Figura 73 Módulo de inventario	138
Figura 74 Módulo de registro de salidas de inventario	139
Figura 75 Reporte de Power BI	142
Figura 76 Diagrama de Gantt de implementación de propuestas.....	144

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

En el creciente mundo de las industrias biomédicas y la fabricación de dispositivos médicos, la gestión de inventarios constituye un factor determinante para garantizar la eficiencia operativa de la empresa y la satisfacción del cliente. La compañía objeto de esta investigación enfrenta actualmente un desafío en la administración de los materiales del laboratorio de calidad. La ausencia de un sistema formal de almacenamiento y control de inventarios ha generado problemas recurrentes en el área, tales como insuficiencia de insumos, envíos extraordinarios de material, vencimiento de materiales y desorden en el área de trabajo. Estas dificultades impactan de manera negativa en el proceso productivo y en la capacidad de cumplir con los plazos de entrega del producto terminado.

El presente proyecto se enmarca en una línea de investigación orientada al diseño, desarrollo y mejoramiento de sistemas logísticos y de cadena de suministro. Su objetivo principal es proponer un sistema de almacenamiento y control de inventarios para el laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos, con el fin de minimizar costos logísticos, evitar la ausencia o el desperdicio de insumos y asegurar la continuidad de las operaciones diarias.

Para alcanzar este propósito, se analizará la situación actual del sistema de inventarios y los controles existentes, identificando las causas raíz de los problemas mediante herramientas de ingeniería como el diagrama de Ishikawa, la técnica de los cinco porqués y el diagrama de Pareto. Posteriormente, se establecerán estrategias de mejora basadas en sistemas y controles de inventario. La importancia de esta investigación radica en la necesidad de optimizar el sistema actual, mejorar el uso de los recursos materiales y económicos de la empresa, reducir los gastos derivados de compras urgentes o interrupciones en las actividades del laboratorio y fortalecer la capacidad de respuesta ante variaciones en la demanda de materiales.

Un sistema de control de inventarios permitiría gestionar con mayor precisión los niveles de stock y los tiempos de reposición. Desde un enfoque técnico, el diseño del sistema debe considerar metodologías de análisis de datos de consumo, demanda de materiales y optimización del espacio físico disponible, con el fin de lograr una mayor eficiencia en el almacén. Asimismo, se evaluará la viabilidad de implementar herramientas digitales, como registros en Excel u otros sistemas, que faciliten el control de materiales próximos a vencer, niveles bajos o altos de stock y la asignación de ubicaciones específicas dentro del almacén laboratorio de calidad.

El trabajo de investigación se estructura de la siguiente manera: en el capítulo I se presenta la introducción del proyecto, las generalidades de la empresa, el planteamiento del problema, el objetivo general y específicos, así como la justificación, antecedentes y proyecciones. El capítulo II corresponde al marco teórico, donde se desarrollan los conceptos y herramientas que sustentan la investigación. En el capítulo III se expone el marco metodológico, detallando las metodologías aplicadas y el enfoque cualitativo y cuantitativo del estudio, además del alcance y diseño.

El capítulo IV aborda el análisis de la situación, identificando la causa raíz de los problemas de inventario mediante las herramientas descritas en el marco teórico. Finalmente, en el capítulo V se presenta la propuesta del sistema de control de inventarios, que busca dar solución a las problemáticas actuales del almacén de la empresa de dispositivos médicos. En el capítulo VI el documento brinda las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis realizado en los capítulos anteriores.

Generalidades De La Empresa

En atención a las políticas de confidencialidad de la empresa, este documento no incluye información específica que permita identificarla, como su nombre, ubicación exacta o detalles particulares. Esta medida responde al compromiso de proteger la confidencialidad de los datos suministrados y evitar la exposición de información sensible.

De manera general, se trata de una organización dedicada a la manufactura de dispositivos médicos. Fundada en 1958, cuenta con una planta en Costa Rica que emplea aproximadamente a 2200 personas. La empresa tiene presencia en más de 100 países y se distingue por una cultura organizacional orientada a la calidad y a la seguridad del paciente.

Planteamiento Del Problema

En laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos se ha identificado una problemática relacionada por el deficiente control y sistema de inventario, la cual impacta negativamente en la productividad, los costos logísticos y la capacidad de respuesta ante la demanda en la empresa. Esta deficiencia se manifiesta en la falta de integración del inventario tanto a nivel físico como digital, limita la trazabilidad de los insumos, genera duplicidades en compra de materiales ya existentes, dificultando el proceso de comprar, generando sobre stock innecesario y pérdidas económicas por desperdicios de materiales perecederos y pago de envíos expeditados de materiales. La ausencia de herramientas adecuadas para los colaboradores encargados del manejo de inventarios restringe la

eficiencia operativa y aumenta el riesgo de errores humanos. La capacitación insuficiente del personal encargado del inventario limita la apropiación de buenas prácticas y el uso adecuado de herramientas tecnológicas.

Como resultado de estas causas interrelacionadas, se ha evidenciado un aumento de costos por envíos no programados, faltas de material, sobre stock de material, desperdicios de material y afectación de las actividades del laboratorio.

Se establece la pregunta de investigación la cual es la siguiente:

¿Cómo se puede proponer un rediseño del sistema de almacenamiento y control de inventario del laboratorio de calidad para una eficiente gestión de la disponibilidad y uso de los materiales e insumos requeridos en la operación, contribuyendo a la reducción de pérdidas y mejora de la precisión del stock?

Objetivos

A continuación, se mencionan los objetivos para desarrollar el proyecto.

Objetivo general

Proponer un rediseño del sistema de almacenamiento y control de inventario del laboratorio de calidad para una eficiente gestión de la disponibilidad y uso de los materiales e insumos requeridos en la operación, contribuyendo a la reducción de pérdidas y mejora de la precisión del stock.

Objetivos específicos

Describir las deficiencias del sistema de almacenamiento y control de inventario actual.

Medir la afectación ocasionada por el deficiente sistema de almacenamiento y control de inventario actual.

Analizar las causas del deficiente sistema de almacenamiento y control de inventario actual.

Desarrollar una propuesta de mejora en el sistema de almacenamiento y control de inventario.

Establecer mecanismos de control para la propuesta del sistema de almacenamiento y control de inventario.

Justificación

La presente investigación se justifica debido a la necesidad de mejorar el sistema de almacenamiento y control de inventarios del laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos, el cual presenta deficiencias que impactan directamente en la eficiencia operativa, los costos logísticos y la disponibilidad de materiales. La ausencia de un sistema estructurado ha generado problemas como sobre stock de materiales, vencimiento de insumos, faltantes críticos y compras urgentes, afectando la continuidad de las operaciones del laboratorio y el cumplimiento de los tiempos establecidos para la liberación de productos. En este contexto, resulta fundamental desarrollar una propuesta que permita optimizar la gestión del inventario, mejorar la trazabilidad de los materiales y garantizar un adecuado control de los recursos utilizados en los procesos de calidad.

La importancia de este proyecto radica en que el laboratorio de calidad cumple un rol crítico dentro del proceso productivo, ya que de este depende la liberación del producto final, el cual es requerido para pacientes de todo el mundo. Un control inadecuado del inventario no solo genera pérdidas económicas, sino que también puede provocar retrasos en la producción, incumplimientos en los tiempos de entrega y compromete la pronta respuesta a la cirugía de un paciente. Por esta razón, el desarrollo de un sistema de almacenamiento y control de inventarios permite asegurar la disponibilidad oportuna de insumos, reducir la variabilidad en los procesos y fortalecer la confiabilidad operativa del laboratorio, contribuyendo directamente a la estabilidad del sistema productivo y al cumplimiento con los clientes de la empresa de dispositivos médicos.

Un sistema eficiente de control de inventarios aporta múltiples beneficios administrativos, entre los cuales destacan los siguientes:

Beneficios administrativos

Un sistema de inventario eficiente permite aprovechar mejor los materiales perecederos, reduciendo la pérdida innecesaria de insumos. Asimismo, facilita un control más preciso del stock, evitando el sobre almacenamiento. También contribuye a disminuir el retrabajo, ya que previene compras de urgencia recurrentes y reduce el tiempo extraordinario dedicado a resolver problemas relacionados con materiales u órdenes de compra.

Beneficios económicos

Los beneficios económicos derivados de un buen sistema de inventario se reflejan en múltiples aspectos que fortalecen la estabilidad financiera de la empresa. En primer lugar, se logra un ahorro significativo al reducir la necesidad de envíos expeditados, los cuales suelen implicar costos adicionales de transporte y gestión. Asimismo, se disminuye el desperdicio de materiales perecederos mediante un control más preciso de las fechas de vencimiento y de los niveles de stock, evitando pérdidas innecesarias. Otro aspecto relevante es la optimización del tiempo invertido en horas hombre, ya que se reduce el esfuerzo destinado a solicitar, recibir y organizar materiales dentro del área de almacenamiento, lo que se traduce en una mayor productividad del personal.

Beneficios legales

Al contar con registros claros y actualizados de los materiales, se facilita el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales como la ISO 9001 u otras que forman parte del sistema de gestión de calidad de la empresa y que están relacionadas con la trazabilidad, la seguridad y la calidad de los productos. Esto permite responder de manera adecuada ante auditorías, inspecciones o requerimientos regulatorios, reduciendo el riesgo de sanciones o multas por incumplimiento. Asimismo, un inventario bien gestionado garantiza la transparencia en la administración de bienes, lo que fortalece la protección de los derechos de la organización y contribuye a la resolución de posibles conflictos legales.

La correcta gestión del inventario influye directamente en la liberación de los lotes de producción terminados y, en consecuencia, en la satisfacción del cliente y el cumplimiento de contratos con plazos de entrega previamente establecidos. Un control eficiente del inventario repercute de manera indirecta en los compromisos legales de la empresa, ya que asegura el cumplimiento de las obligaciones pactadas y reduce el riesgo de sanciones o incumplimientos contractuales. Además, contar con registros claros y actualizados facilita la trazabilidad de los materiales, lo cual es esencial para responder ante auditorías internas y externas, inspecciones regulatorias o requerimientos de organismos como la FDA o la ISO. De esta forma, la empresa no solo protege su seguridad jurídica, sino que también fortalece su credibilidad frente a clientes, proveedores y entes reguladores, consolidando su posición en el mercado y evitando posibles litigios derivados de incumplimientos normativos o contractuales.

Beneficios operativos

Un sistema de control de inventarios eficiente aporta beneficios operativos significativos que impactan directamente en la productividad y en la continuidad de las actividades de la empresa. Al contar con registros precisos y actualizados, se agiliza la localización de materiales, reduciendo tiempos de búsqueda y evitando interrupciones en los procesos productivos. Asimismo, se garantiza la disponibilidad de insumos en el momento oportuno, lo que permite cumplir con los programas de producción y mantener un flujo constante de trabajo. La organización del almacén se optimiza, favoreciendo un uso más racional del espacio físico y facilitando la rotación adecuada de materiales. Además, la reducción de errores en la gestión de inventarios disminuye el retrabajo y mejora la coordinación entre áreas como compras, producción y calidad.

En conjunto, estos beneficios contribuyen directamente al incremento de la rentabilidad, optimización y mejora de la capacidad de respuesta del laboratorio de calidad.

Antecedentes

A continuación, se presentan los antecedentes del proyecto de investigación:

Artículos científicos

Asencio, González y Lozano (2017) en su artículo titulado El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas y publicado en la revista de ciencias de la administración y economía, analizan el control de inventarios en el sector de distribución farmacéutica de la provincia de Guayas con el objetivo de determinar su incidencia en los costos y la rentabilidad empresarial.

Utilizan técnicas como observación directa, entrevistas estructuradas y encuestas al personal de una empresa distribuidora farmacéutica. Posteriormente, realizan un diagnóstico contable basado en la evaluación de controles internos por departamento (finanzas, compras, bodega y ventas), estableciendo niveles de cumplimiento y análisis de rotación de inventarios.

Se concluye que la empresa presenta deficiencias en los mecanismos de control interno, falta de manuales de procedimientos, escasa coordinación departamental y debilidades en la rotación y control físico de inventarios, lo cual genera pérdidas económicas y afecta directamente la rentabilidad. Los autores proponen el diseño de un manual de organización y control de inventarios como estrategia para optimizar costos, mejorar la gestión y fortalecer la rentabilidad empresarial.

Veloz y Parada (2017) en su artículo titulado Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios, publicado en la revista Ciencia UNEMI, desarrollan un estudio aplicado en la empresa “Pan Van”, con el objetivo de contribuir a la eficiencia y fortalecer la toma de decisiones en la gestión de inventarios.

Utilizan una metodología de análisis FODA para el diagnóstico organizacional. Asimismo, aplican el método ABC para la clasificación de inventarios y la política de inventario Mini-Max (punto de pedido fijo – nivel máximo) para la determinación de niveles óptimos de inventario. El estudio también incluye el cálculo de inventarios mínimos, máximos, punto de pedido, inventario de seguridad e inventario medio.

Se concluye que la aplicación del método ABC y la política Mini-Max permitió mejorar el control selectivo de inventarios, reducir niveles excesivos en algunas materias primas, disminuir costos asociados. Los autores destacan que estos métodos contribuyen significativamente a la sostenibilidad económica y a la eficiencia operativa de las PYMES, fortaleciendo el proceso de toma de decisiones gerenciales.

Hernández, Gómez, Ibarra, Vargas y Máynez (2018) en su artículo titulado Implementación de Poka-Yoke como herramienta para disminución de PPMS en la estación de ensamble, publicado en la revista CULT CYT, analizan la implementación de la herramienta Poka-Yoke como mecanismo de prevención de errores en procesos de fabricación del área de calderería, con el objetivo de reducir defectos y mejorar la calidad del producto final.

Los autores desarrollan un estudio aplicado en un entorno industrial, utilizando herramientas de mejora continua como análisis de procesos, identificación de fallas, diagrama de Ishikawa, análisis de causas raíz y diseño de dispositivos Poka-Yoke orientados a evitar errores humanos durante operaciones de ensamblaje y soldadura. Asimismo, evalúan indicadores de calidad antes y después de la implementación de la mejora.

Se concluye que la aplicación del sistema Poka-Yoke permitió disminuir significativamente la incidencia de defectos, reducir reprocesos y optimizar los tiempos de producción, demostrando que la prevención de errores mediante soluciones simples y de bajo costo contribuye a mejorar la eficiencia operativa y la competitividad empresarial.

Corella y Olea (2023), en su artículo titulado Desarrollo de un sistema de control de inventario para una empresa comercializadora de sistemas de riego, publicado en la revista Ingeniería,

Investigación y Tecnología, desarrollan un sistema de control de inventario basado en elementos de gestión y control industrial. Utilizan herramientas como diagramas de flujo, clasificación ABCD, análisis de Pareto, etiquetado visual, código de barras y un software de inventario para el control digital. La metodología se estructura en fases: diagnóstico mediante modelado de procesos, clasificación del inventario, reorganización física por zonas según rotación, implementación de controles internos (revisiones periódicas y gestión visual) y finalmente la adopción de un sistema computarizado para el monitoreo de existencias, entradas y salidas. Los autores concluyen que la implementación del sistema incrementó la satisfacción del cliente de 81 % a 93 % y redujo significativamente los tiempos de preparación de pedidos, evidenciando que el uso integrado de herramientas físicas y digitales permite un control eficiente del inventario incluso en empresas con poca experiencia en la materia.

Espinoza et al. (2021), en su artículo titulado Metodología 5S aplicada a la gestión de inventarios publicado en la revista *Journal of Scientific and Technological Research Industrial*, analizan la aplicación de la metodología 5S como herramienta para mejorar la organización y control de inventarios. La investigación describe las cinco fases de la metodología: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplina), y explica cómo su implementación permite eliminar elementos innecesarios, optimizar la disposición de los productos, reducir tiempos de búsqueda y establecer hábitos de mejora continua en el almacén. Se destaca que las 5S no solo contribuyen a un entorno de trabajo ordenado y seguro, sino que también mejoran el desempeño organizacional, la productividad y el trabajo colaborativo. Entre los principales hallazgos se concluye que la aplicación de esta metodología reduce significativamente el tiempo dedicado a la localización de materiales, define responsabilidades y tareas claras para los colaboradores, y genera cambios relevantes en el flujo de trabajo. Asimismo, se enfatiza que el éxito de la implementación depende del compromiso del personal y de la capacidad de adaptar la metodología a las necesidades específicas de cada organización.

Tesis

Alfaro (2021) en su trabajo final de graduación titulado *Diseño de un sistema integrado de control de inventarios para los productos de repostería de la empresa Pana Vieja S. A.*, para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas,

desarrolla una propuesta orientada a mejorar la gestión y control de inventarios mediante la integración de herramientas de análisis y sistemas tecnológicos.

El estudio se realizó mediante el análisis de la situación actual del proceso productivo y logístico, utilizando herramientas como mapeo de procesos, diagramas de flujo, diagrama de Ishikawa, clasificación ABC, algoritmo de Klee y análisis FODA para identificar las principales causas relacionadas con el control manual de inventarios y las caídas en ventas. Asimismo, se propone la implementación de fichas técnicas, listas de materiales (BOM), planificación de requerimientos de materiales (MRP) y un sistema ERP para optimizar la gestión operativa y la toma de decisiones.

Se concluye que el diseño de un sistema integrado de control de inventarios en la empresa Pana Vieja S. A. permitiría mejorar significativamente la gestión de los productos de repostería, considerando una muestra de 23 productos analizados, lo que representa cerca del 96% de la población total evaluada, permitiendo mejorar la rotación de productos, reducir errores operativos, minimizar faltantes y excesos de inventario, así como aumentar la eficiencia en la producción y satisfacción del cliente.

Vega (2022) en su trabajo final de graduación titulado Diseño del sistema de inventario para la Tienda Pyme Roperio San Antonio, para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas, desarrolla una propuesta orientada a mejorar el control de inventarios y la organización del negocio mediante el diseño de un sistema adaptado a las necesidades de la empresa.

El estudio se realizó a partir del análisis de la situación actual del manejo de mercadería, utilizando herramientas como lluvia de ideas, diagramas de flujo, cursograma analítico, análisis AMFE, diagrama de Pareto y la técnica de los 5 porqué para identificar las causas de pérdidas y desorden dentro del establecimiento. Asimismo, se aplicaron metodologías de clasificación ABC, sistemas de inventario periódico y la metodología 5S para optimizar el orden, control y eficiencia operativa.

Se concluye que el diseño de un sistema de inventario para la Tienda Roperio San Antonio permitiría mejorar significativamente el control de la mercadería y reducir las pérdidas económicas generadas por la falta de registro. Actualmente, la empresa presenta pérdidas aproximadas de ¢15.000 diarios, lo que evidencia el impacto directo de la ausencia de un sistema estructurado de inventarios. Con la implementación de la propuesta, se estima una recuperación de estas pérdidas y una mejora en la eficiencia operativa mediante el control de entradas y salidas de productos. Además, el análisis

financiero determinó que la inversión del sistema se recuperaría en un periodo aproximado de 27 días, lo que demuestra la viabilidad económica del proyecto. En conjunto, estos resultados reflejan un impacto positivo en la reducción de pérdidas, optimización de recursos y mejora en la productividad del negocio.

Meda (2022) en su trabajo de graduación titulado Implementación de indicadores y mejora al sistema actual de operaciones del área de almacenamiento, optimizando espacio, minimizando tiempos y costos en el centro de distribución de producto terminado para una empresa de aceites y grasas, para optar por el grado de licenciatura Ingeniería Industrial en la Universidad de San Carlos de Guatemala, desarrolla una propuesta orientada a mejorar la gestión logística en el área de almacenamiento mediante la implementación de indicadores de desempeño y técnicas de optimización del espacio.

El estudio se realizó mediante el análisis de la situación actual de la bodega, evaluando aspectos como la distribución física, control de inventarios, procedimientos operativos y capacidad de almacenamiento. Se utilizaron herramientas como el método ABC para la clasificación de inventarios, el método PEPS para la rotación adecuada de productos y el diseño de indicadores logísticos que permiten medir la eficiencia de entrega, nivel de rotación, tiempos de ciclo y costos de almacenaje.

Se concluye que la implementación de indicadores de gestión y mejoras en el sistema de almacenamiento permite optimizar significativamente las operaciones en la bodega de producto terminado, al corregir deficiencias en la distribución del espacio, control de inventarios y tiempos operativos. Mediante la aplicación de herramientas como la clasificación ABC, el método PEPS y la redistribución física del almacén, junto con el uso de indicadores como nivel de rotación, eficiencia de entrega y costos de almacenamiento, se logra mejorar el control y la toma de decisiones. Asimismo, la incorporación de almacenamiento vertical y racks permite un mejor aprovechamiento del área disponible de aproximadamente 1.159,65 m², incrementando la capacidad operativa y reduciendo costos logísticos, lo que se traduce en una mayor eficiencia y productividad del sistema.

Bach (2022) en su trabajo de graduación titulado Diseño de un sistema de gestión de aprovisionamiento de jamón de pavo para una empresa distribuidora de embutidos, para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad de San Carlos de Guatemala,

desarrolla una propuesta orientada a mejorar el proceso logístico de aprovisionamiento basado en la demanda real de los supermercados.

El estudio se llevó a cabo mediante el análisis situacional del proceso actual, utilizando herramientas como el análisis de Pareto para identificar los principales puntos críticos asociados a la devolución de producto en mal estado, así como metodologías Lean Management, Just in Time (JIT) y sistemas Pull para optimizar la gestión de inventarios y distribución. Además, se analizaron datos históricos de demanda y devoluciones para diseñar un sistema que reduzca mermas y mejore la eficiencia del flujo logístico.

Se concluye que el diseño de un sistema de gestión de aprovisionamiento basado en la demanda permite reducir las mermas y optimizar la distribución del jamón de pavo. El análisis evidenció devoluciones de hasta 4.000 kg mensuales y costos anuales de Q 632.145, Q 591.995 y Q 482.134, con promedios de hasta Q 52.679 mensuales, reflejando el impacto del sobreabastecimiento. La aplicación de metodologías como JIT y sistemas Pull permite ajustar el inventario a la demanda real, reduciendo costos y mejorando la eficiencia logística.

Granados (2023) en su tesis titulada Diseño de un sistema de gestión y control del inventario de suministros escolares en el Colegio Lincoln, para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas, desarrolla un estudio orientado a optimizar el control y la planificación de inventarios dentro de la organización.

Utiliza herramientas como el análisis FODA, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, clasificación ABC, estudio de tiempos, diagramas de flujo y análisis de indicadores de desempeño para evaluar la situación actual del proceso. Posteriormente, diseña una propuesta de mejora que incluye políticas de reposición, control de inventarios, estandarización de procedimientos y establecimiento de KPI para el monitoreo continuo.

Se concluye que el diseño de un sistema de gestión y control de inventarios en el Colegio Lincoln permite mejorar la administración de los suministros escolares, considerando una población superior a 1.400 estudiantes y un catálogo de más de 600 artículos, lo que evidencia la complejidad operativa del sistema actual. La implementación de la propuesta permitiría reducir los niveles de sobre inventario y faltantes, mejorar la rotación de inventarios y fortalecer la toma de decisiones, generando mayor eficiencia operativa y reducción de costos.

Alfaro (2025) en su tesis titulada Diseño de un sistema de inventario en la empresa Concretos del Norte Grupo Comercial Alsira S.A., para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas, desarrolla una propuesta orientada a mejorar la gestión de inventarios de materia prima en una empresa dedicada a la fabricación de productos prefabricados de concreto.

Utiliza herramientas como el análisis FODA, AMFE, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, 5W-2H, diagrama SIPOC y diagramas de flujo para analizar la situación actual de la empresa. Posteriormente, propone un sistema integral de inventario que incorpora la clasificación ABC, planificación de requerimientos de materiales (MRP), indicadores de desempeño (KPI), control de stocks, diagrama de Gantt para la implementación y un análisis financiero mediante flujo de caja, VAN, TIR y ROI.

Se concluye que la implementación del sistema permitiría reducir en un 90% los faltantes y demoras de materia prima, ajustar el inventario al 98% según los requerimientos de producción y aumentar en un 10% la capacidad productiva, además de mejorar la toma de decisiones operativas, financieras y estratégicas de la empresa.

Proyecciones

A continuación, se presentan los resultados que se espera alcanzar mediante el desarrollo de la propuesta de sistema de almacenamiento y control de inventarios del laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos:

- Reducción del desperdicio de materiales perecederos.
- Reducción en tiempo de búsqueda de materiales.
- Mejor organización del área de almacenamiento.
- Creación de herramientas de control de inventario.
- Aumentar la capacidad de almacenamiento del área.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

A lo largo del presente capítulo se definen los conceptos teóricos fundamentales relacionados con la gestión de inventarios, el diseño y organización de almacenes, la cadena de abastecimiento y la mejora continua mediante herramientas Lean Manufacturing. Estos conceptos permiten comprender las bases metodológicas necesarias para analizar la problemática existente en el laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos, facilitando la identificación de oportunidades de mejora orientadas a optimizar el control de inventarios, reducir costos logísticos y mejorar la eficiencia operativa.

Conceptos Generales

A continuación, se presentan conceptos generales relacionados con el proyecto de investigación.

Definiciones relacionadas al tema TFG

Cruz (2017) define el concepto inventario en su libro de la siguiente manera:

Un inventario, sea cual sea la naturaleza de lo que contiene, consiste en un listado ordenado y valorado de productos de la empresa. El inventario, por tanto, ayuda a la empresa al aprovisionamiento de sus almacenes y bienes ayudando al proceso comercial o productivo, y favoreciendo con todo ello la puesta a disposición del producto al cliente. (p. 10)

El mismo autor, Cruz (2017) explica además 3 tipos de inventarios:

- Materias primas. Registran material que forma parte del proceso productivo y es suministrado por el proveedor.
- Productos semiterminados. Registran las fases por las que pasa el producto dentro de su proceso de fabricación o producción.
- Productos terminados. Recogen los productos que tienen como destino la venta al cliente. (p. 10)

Por otra parte, Flamarique (2018) define el inventario de la siguiente forma:

El inventario es el resultado del recuento físico, real, de las existencias en un almacén. Es una cantidad exacta, real en un momento dado. En otro momento, el inventario será diferente. La actividad diaria de las empresas y las organizaciones

conlleve movimientos de entrada y salida de mercancías que hacen variar la cantidad de existencias en los almacenes. (p. 82)

El concepto de inventario es fundamental para la presente investigación, ya que el laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos presenta deficiencias en el control de los materiales almacenados. Una adecuada gestión del inventario permite conocer la disponibilidad real de insumos, evitar faltantes y reducir el sobre stock de materiales perecederos. En este contexto, su correcta aplicación contribuye a mejorar la trazabilidad, optimizar los recursos y garantizar la continuidad de las operaciones del laboratorio.

El autor Arenal (2022) define el concepto de almacén como “Un almacén se define como una unidad logística en la que se llevan a cabo diversas funciones. Desde la recepción de la mercancía hasta la expedición de los pedidos.” (p. 10)

Asimismo “la gestión de almacén permite unitariamente los productos y ubicarlos correctamente para reducir al máximo las operaciones de manutención, los errores y el tiempo de dedicación.” (Flamarique, 2018, p. 17).

Flamarique (2018) también menciona también que los objetivos de la gestión del almacén son:

- Facilitar la rapidez de las entregas controlando las existencias.
- Conseguir fiabilidad, al permitir conocer qué mercancías hay en el almacén, en qué cantidad y dónde están ubicadas.
- Maximizar el espacio: ubicar la mayor cantidad de mercancía en el menor espacio posible, sin olvidar el resto de los principios del almacenamiento.
- Minimizar las operaciones de manutención de las mercancías. (p. 10)

El concepto de almacén es relevante para el desarrollo de este proyecto, ya que el problema identificado se relaciona directamente con la organización y control del área de almacenamiento del laboratorio. Una adecuada gestión del almacén permite optimizar el uso del espacio físico, mejorar la ubicación de los materiales y reducir los tiempos de búsqueda, lo que contribuye a incrementar la eficiencia operativa y minimizar errores en la manipulación de insumos.

Por otra parte, el stock correcto de los materiales es fundamental para el control del inventario. El autor Cruz (2017) explica el concepto de stock de la siguiente manera: “Los bienes o productos de

la empresa que necesitan ser almacenados para su posterior venta o incorporación al proceso de fabricación son los que se conoce como stock en la empresa.” (Cruz, 2017, p. 10).

Continuando con el autor Cruz (2017) explica el concepto de stock mínimo como: “El stock mínimo en la empresa es la cantidad mínima que permite atender la demanda de la mercancía sin que existan problemas de escasez en el almacén.” (p. 115)

En la Figura 1 se muestra la fórmula para el cálculo del stock mínimo.

Figura 1 Fórmula stock mínimo



El diagrama muestra la fórmula $SM = Q \times D$ en un recuadro superior derecho. Debajo, en un recuadro principal, se listan las definiciones de las variables:

- SM = stock mínimo
- Q = cantidad media consumida
- D = días de entrega del proveedor

Nota: Cruz (2017)

El stock mínimo es un concepto clave para esta investigación, ya que permite establecer el nivel mínimo de inventario necesario para evitar interrupciones en las operaciones del laboratorio. Su adecuada determinación contribuye a prevenir faltantes de materiales críticos, asegurando la continuidad de los procesos y reduciendo riesgos asociados a retrasos en la producción o análisis de muestras en pruebas de calidad.

El stock de seguridad es explicado a continuación:

La demanda del consumidor sobre el producto de la empresa no siempre es fácil de calcular y, en ocasiones, es muy inestable. Para poder cubrir estos desajustes y fluctuaciones de la demanda del producto, la empresa puede contar en el inventario con el stock de seguridad, cubriendo el mínimo de mercancía necesaria para que no se rompa el stock y la empresa se quede sin mercancía. (Cruz, 2017, p. 118)

A continuación, la Figura 2 muestra la fórmula del stock de seguridad.

Figura 2 Fórmula stock de seguridad

$$SS = (P_{me} - P_e) \times D_m$$

- SS = *stock* seguridad
- P_{me} = plazo máximo entrega
- P_e = plazo de entrega
- D_m = demanda media

Nota: Cruz (2017)

El stock de seguridad es fundamental en esta investigación, debido a la variabilidad en la demanda de materiales del laboratorio de calidad. Este tipo de inventario permite cubrir posibles fluctuaciones o retrasos en el abastecimiento, evitando la interrupción de las operaciones y garantizando la disponibilidad continua de insumos críticos para las pruebas de calidad.

El punto de pedido o también comúnmente conocido como punto de reorden es explicado como “El punto de pedido de la mercancía tiene como objetivo el equilibrio entre el coste de la inversión en la mercancía y el riesgo de la rotura” (Cruz, 2017, p. 107).

En la Figura 3 se muestra la fórmula para el cálculo del punto de pedido.

Figura 3 Fórmula punto de pedido

$$\text{Punto de pedido} = \text{Stock de seguridad} + (\text{Consumo medio} \times \text{Plazo de entrega})$$

Nota: Cruz (2017)

El punto de pedido es un elemento clave en esta investigación, ya que permite determinar el momento exacto en que se debe realizar un nuevo pedido de materiales dentro del laboratorio de calidad. Este indicador considera tanto la demanda durante el tiempo de reposición como las posibles variaciones en el suministro, asegurando que el inventario se mantenga en niveles óptimos. De esta manera, se evitan quiebres de stock, sobre stock, pérdidas por materiales perecederos y se mejora la planificación de compras.

Conceptos propios de la industria

Algunos de los conceptos propios de la industria son descritos por los siguientes autores.

Socconini (2019), explica los conceptos Lean de la siguiente manera:

Se han desarrollado diversas aplicaciones, no solo en la manufactura, sino en los servicios. Actualmente se desarrollan casos de éxito en las siguientes aplicaciones de todos estos conceptos y herramientas:

- Lean Manufacturing (manufactura ágil).
- Lean Government (administraciones públicas ágiles).
- Lean Office (oficinas ágiles).
- Lean Healthcare (hospitales ágiles).
- Lean Hotel (hoteles ágiles).
- Lean Design (diseño ágil).
- Lean Logistics (logística ágil).
- Lean Accounting (contabilidad ágil).

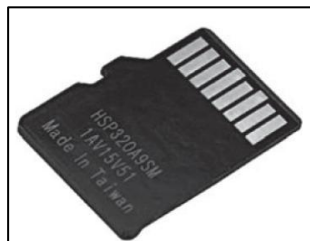
Las aplicaciones específicas van en el sentido de mejorar procesos, cualquiera que estos sean, y de eliminar prácticas desperdiciadoras que existen casi en cualquier proceso. (p. 26)

El enfoque Lean Manufacturing es importante en esta investigación, ya que busca la eliminación de desperdicios y la mejora continua de los procesos. En el contexto del laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos, su aplicación permite optimizar el uso de recursos, reducir tiempos innecesarios y mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios y almacenamiento buscando así la mejora continua del proceso existente.

Un concepto también muy utilizado es Poka Yoke es cual se define como: “Los dispositivos Poka Yoke son métodos que evitan los errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos, y permiten que los operadores se concentren en sus actividades.” (Socconini, 2019, p. 208)

A continuación, en la Figura 4 se muestra un ejemplo del uso de este concepto.

Figura 4 Ejemplo Poka Yoke



Nota: Socconini (2019)

Socconini (2019) que “Un ejemplo de Poka Yoke en la vida cotidiana es la tarjeta de memoria SD, la cual tiene una forma estandarizada que impide colocarla de forma errónea.” (p. 211)

El concepto de Poka Yoke es relevante para el presente proyecto, ya que permite prevenir errores humanos en los procesos relacionados con el manejo de inventarios. En el laboratorio de calidad, su aplicación puede contribuir a evitar consumir materiales con una fecha de expira mayor a la de otro material, llevar un orden en el consumo de materiales consumiendo así una caja antes de abrir otra, identificar rápidamente la ubicación de materiales y detectar a tiempo materiales próximos a vencer.

Indicadores relacionados con el tema TFG

En esta sección se detallan algunos de los indicadores que están relacionados con la problemática del sistema y control de inventarios.

El autor Cruz, (2017) menciona el indicador de costo de almacenamiento por unidad, “Este indicador sirve para comparar el coste por una unidad almacenada de producto o materia prima, para así poder decidir si es más rentable subcontractar el servicio de almacenamiento o tenerlo en propiedad.” (p. 157)

En la siguiente Figura 5 se puede observar el cálculo que se debe realizar para obtener el costo de almacenamiento por unidad.

Figura 5 Costo de almacenamiento por unidad

$$\text{COSTE DE ALMACENAMIENTO POR UNIDAD} = \frac{\text{COSTE DE ALMACENAMIENTO}}{\text{NÚMERO DE UNIDADES ALMACENADAS}}$$

Nota: Cruz (2017)

El autor anterior menciona el índice de obsolescencia “Cabe la posibilidad de que determinados productos o materias primas se encuentren en los almacenes durante mucho tiempo, tanto que pueda provocar en dichos elementos una obsolescencia.” (Cruz, 2017, p. 150).

En la Figura 6 se calcula el indicador de obsolescencia mediante la división entre el número de veces que entra un producto o materia prima en el almacén por su índice de rotación.

Figura 6 Índice de obsolescencia

$$\text{ÍNDICE DE OBSOLESCENCIA} = \text{N.º VECES ENTRADA ALMACÉN} / \text{ÍNDICE ROTACIÓN}$$

Nota: Cruz (2017)

El mismo autor señala que: “El resultado ideal de este índice se debe encontrar entre 0.5 y 1.5. considerándose un resultado de 1 como un valor de una situación deseable.” (Cruz, 2017, p. 150).

Continuando con el mismo autor, Cruz (2017) explica el índice de rotación:

El índice de rotación es uno de los indicadores más utilizados para el control de la gestión relativo al proceso logístico. Este es un dato muy importante, ya que va a reflejar el número de veces que las existencias se han renovado en el almacén durante un periodo determinado que normalmente será de un año. (p. 147)

A continuación, en la Figura 7 se calcula el índice de rotación.

Figura 7 Índice de rotación

$$\text{Ratio de rotación de inventario} = \frac{\text{Aprovisionamientos}}{\text{Existencias}}$$

Nota: Cruz (2017)

Asimismo, el índice de cobertura se explica de la siguiente manera:

El índice de cobertura va a expresar para cuánto tiempo dispone la empresa de existencias, teniendo en cuenta el consumo medio registrado de las mismas. Este se

obtiene dividiendo el stock entre el consumo medio (ventas, expediciones, entre otros) en un periodo determinado. (Cruz, 2017, p. 149)

A continuación, en la Figura 8 se calcula el índice de cobertura.

Figura 8 Índice de cobertura

$$\text{ÍNDICE DE COBERTURA} = \text{VOLUMEN DE STOCK} / \text{CONSUMO MEDIO}$$

Nota: Cruz (2017)

Herramientas para la recolección de datos

Los autores Hernández y Mendoza (2018) mencionan la observación como herramienta para recolección de datos, explicándolo de la siguiente manera:

Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías. Útil, por ejemplo, para analizar conflictos familiares, eventos masivos (como la violencia en los estadios de fútbol), la aceptación-rechazo de un producto en un supermercado, el comportamiento de personas con capacidades mentales distintas, la adaptación de operarios a una nueva maquinaria, entre otros. (p. 290)

La herramienta de observación es mencionada también por Candela y Cerezuela (2017) explica que “El método directo de observación permite obtener información de los usuarios sin manipulación e implica una vigilancia directa y el registro de las dimensiones del fenómeno que se estudia.” (pp. 111-112)

Asimismo, y de la mano con la metodología de observación el autor Socconini (2019) menciona la herramienta de gembu siendo esta una manera de visitar el lugar donde se dan los hechos:

Para detectar los desperdicios generados, es necesario que la empresa haga un análisis exhaustivo de cada uno de ellos, utilizando la guía de detección de desperdicios para determinar las áreas de oportunidad de manera general. Esto debe hacerse visitando directamente el sitio real donde se hace el trabajo (los japoneses lo llaman gembu, que significa «lugar de los hechos»). La guía servirá para

documentar los desperdicios encontrados a simple vista y en colaboración con el personal que trabaja en cada área. Por ello, es muy importante que se explique a todos el análisis que se llevará a cabo. (p. 46)

Continuando con el mismo autor, menciona técnicas para recolección de datos. Entre ellas destacan los métodos indirectos, definidos como: “Métodos indirectos. Otros métodos que se pueden usar para recoger datos están relacionados con el análisis de los registros del sistema o los documentos producidos.” (Candela y Cerezuela, 2017, p. 112)

A continuación, se presenta un análisis de datos a partir de métodos indirectos. Uno de ellos es el análisis de contenido, definido como: “Analiza las características que están presentes en unos determinados documentos con el fin de determinar si aparecen o no unos elementos específicos y de qué forma son tratados.” (Candela y Cerezuela, 2017, p. 113).

Herramientas de estadística

Las herramientas estadísticas son fundamentales para el desarrollo de la presente investigación, ya que permiten analizar de manera cuantitativa el comportamiento de la demanda de materiales dentro del laboratorio de calidad. En este estudio se emplearán medidas de tendencia central como la media aritmética, mediana y moda las cuales facilitan la identificación de patrones de consumo de los insumos. Asimismo, se incorporan medidas de variabilidad como la desviación estándar y la varianza, que permiten evaluar la dispersión de los datos y comprender la variabilidad en el uso de los materiales, información clave para la adecuada planificación de inventarios.

La aplicación de estas herramientas es importante para el proyecto, ya que permite tomar decisiones basadas en datos reales y no en estimaciones. A través del análisis estadístico, se pueden determinar niveles óptimos de inventario, identificar materiales de alta y baja rotación, y reducir la incertidumbre en la gestión de insumos. En el contexto del laboratorio de calidad, esto contribuye a evitar faltantes o excesos de materiales, mejorar la precisión del control de inventarios y optimizar los recursos disponibles, fortaleciendo la eficiencia operativa del sistema propuesto.

Promedio.

El promedio también conocido como media aritmética o media es definido autor Ramos et al. (2019) lo define de la siguiente manera:

La media aritmética, o simplemente media, es quizá la medida de tendencia central más importante, básicamente, en ella se soporta la inferencia estadística paramétrica, tanto para la población como para la muestra el proceso de cálculo es el mismo, sin embargo, se representan usando distintos símbolos. (p. 14)

A continuación, en la Figura 9 se presentan los símbolos de la media aritmética.

Figura 9 Símbolos de media aritmética

Descripción	Símbolo
Media de la población	μ
Media de la muestra	$\bar{x}$

Nota: Ramos et al. (2019)

En síntesis, la media aritmética se calcula sumando el conjunto de datos y posteriormente dividiéndolo entre el número de datos. La media aritmética es muy utilizada para calcular demanda promedio de un material de un inventario. Se debe tener en cuenta que el promedio puede verse afectado cuando datos muy altos o bajos.

Moda.

Ramos et al. (2019) menciona la herramienta de moda, explicándola de la siguiente manera:

En un grupo de datos, la moda (M_0) es el dato que más se repite; si en el grupo ningún dato se repite, entonces no tiene moda, si dos datos se repiten con igual frecuencia, el grupo se llama bimodal, y si más de dos datos se repiten con igual frecuencia, se llama multimodal. (p. 24)

En la siguiente Figura 10 se muestra un ejemplo de moda en un conjunto de datos.

Figura 10 Ejemplo de moda

1	2	3	4	5	6
22,	13,	21,	30,	45,	45

Entonces, la $M_0 = 45$.

Nota: Ramos et al. (2019)

Mediana.

Menciona Martínez (2020) que “la mediana para una serie de datos ordenados de forma ascendente o descendente es el dato central.” (p. 141)

A continuación, en la Figura 11 se presentan la fórmula de la mediana cuando el número de datos es impar.

Figura 11 Fórmula de mediana con número impar

$$X_{med} = X_{n/2+0.5}$$

Nota: Martínez (2020)

A continuación, en la Figura 12 se presentan la fórmula de la mediana cuando el número de datos es par.

Figura 12 Fórmula de mediana con número par

$$X_{med} = (X_{n/2} + X_{n/2+1})/2$$

Nota: Martínez (2020)

Varianza.

Menciona Martínez (2020) que la varianza de un conjunto de datos “es el promedio de los cuadrados de las diferencias entre los datos y su media aritmética.” (p. 194)

A continuación, en la Figura 13 se presentan la fórmula de la varianza.

Figura 13 Fórmula de la varianza

$$\text{Var} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

Nota: Martínez (2020)

Desviación típica.

La desviación típica o conocida normalmente como desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza y es considerada una medida de dispersión, es decir, describen el grado en que los valores de un conjunto de datos se distribuyen en torno a un promedio o valor central. (Martínez, 2020, p. 212)

A continuación, en la Figura 14 se presentan la fórmula de la desviación típica.

Figura 14 Fórmula de la desviación típica

$$D_t = \sqrt{\text{Var}}$$

Nota: Martínez (2020)

Herramientas Para Describir El Problema

En esta sección se presentan las herramientas que serán utilizadas para describir y analizar el problema del sistema de almacenamiento y control de inventarios en el laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos, entre las cuales destacan el mapa de procesos, el diagrama de flujo, el diagrama SIPOC y el análisis FODA. Su aplicación facilita la detección de ineficiencias, errores operativos y oportunidades de mejora, contribuyendo a un diagnóstico claro y detallado de la situación actual del laboratorio.

Mapa de procesos

Lira (2021) explica el mapa de procesos como “la representación gráfica de los procesos de una empresa y su relación con el exterior, concretamente, con las partes interesadas” (p. 18)

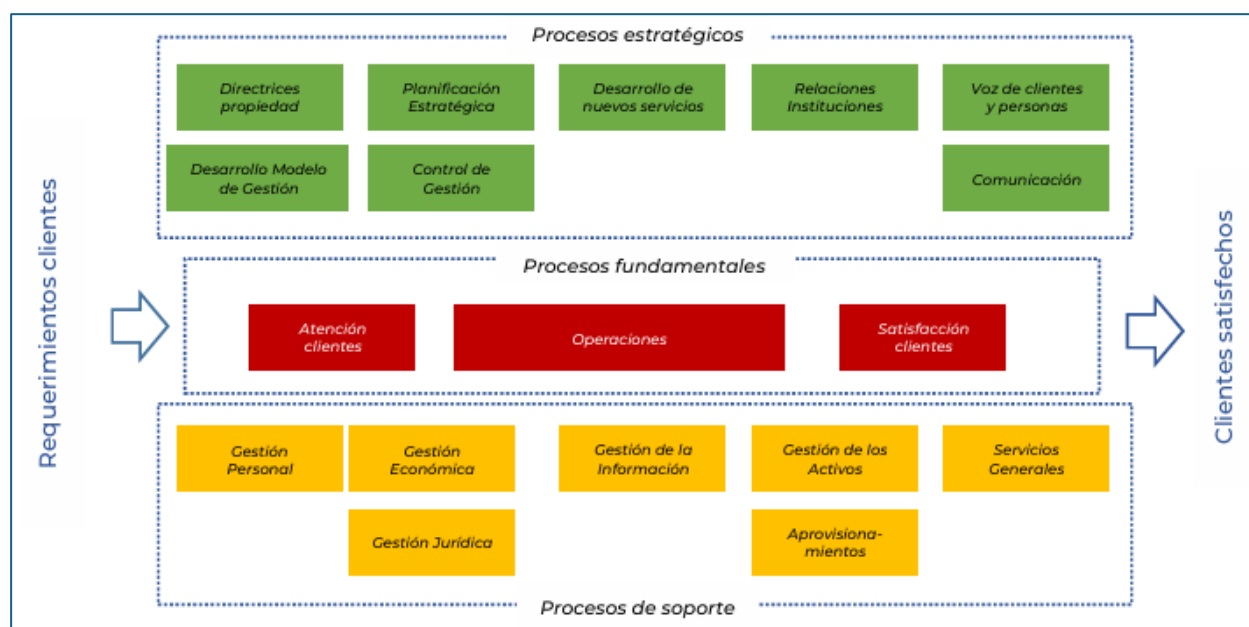
Continuando con el autor Lira (2021) enumera los siguientes pasos para realizar el mapa de procesos:

- **Identificar las partes interesadas:** Es necesario reconocer a todos los actores involucrados en los procesos. Aunque los clientes son los principales, también deben considerarse proveedores, accionistas y otros agentes externos, como organizaciones relacionadas con la responsabilidad social. En general, a mayor complejidad y uso de recursos en la empresa, mayor será la cantidad de partes interesadas.

- Reconocer los diferentes procesos: Se deben identificar los distintos procesos que existen dentro de la organización, con el fin de obtener una visión global de su funcionamiento.
- Definir los procesos que integran la organización: Es importante determinar cuáles procesos forman parte de la empresa, considerando que pueden variar según el tipo de organización y el producto o servicio que se ofrezca.
- Elaborar el mapa de procesos: Una vez recopilada la información, se procede a construir el mapa de procesos. Se recomienda organizarlo de izquierda a derecha, ubicando primero a los actores involucrados, luego los procesos en la parte central y, finalmente, los resultados obtenidos en relación con dichos actores. (pp. 18-19)

A continuación, en la Figura 15 se muestra un ejemplo de un mapa de procesos

Figura 15 Ejemplo mapa de procesos



Nota: Lira (2021)

El mapa de procesos es una herramienta que permite representar de manera general las actividades principales, estratégicas y de apoyo dentro de una organización, mostrando la relación entre ellas. En el contexto del laboratorio de calidad, esta herramienta permite identificar cómo se integran los procesos de recepción de materiales, almacenamiento, control de inventario y consumo de insumos dentro del flujo operativo. Su aplicación facilita la comprensión global del sistema, permitiendo

detectar cuellos de botella, redundancias o fallas en la gestión de inventarios que afectan la eficiencia del laboratorio.

Diagrama de flujo

Morales (2022) explica que “Estos diagramas son herramientas gráficas muy útiles para mostrar la secuencia de actividades en un proceso.” (p. 60)

El autor Morales (2022) también menciona pasos y funciones de los diagramas.

- Identificar y concretar las entradas/salidas del proceso.
- Identificar las tareas del proceso y su secuencia.
- Descubrir el valor añadido de las tareas.
- Identificar posibles mejoras obvias.
- Disponer de una representación gráfica del proceso. (p. 60)

Continuando con el autor mencionado, se señala la existencia de diversos diagramas de flujo, entre los cuales destaca el diagrama de flujo lineal. A continuación, se expone su explicación:

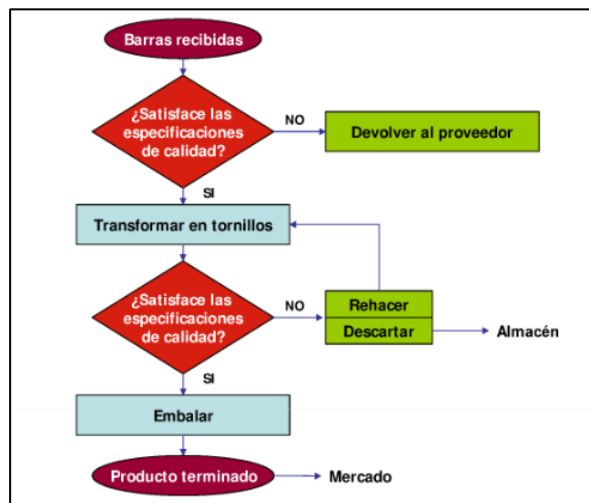
El diagrama lineal es la representación más simple y esquemática de un proceso. Consiste en dibujar la secuencia de actividades o tareas en una línea continua, sin más información que la propia secuencia de actividades. En general se suele representar en vertical. (Morales, 2022, p. 60)

Los autores Miranda et al. (2016) detallan los pasos para realizar el diagrama de flujo a continuación:

El procedimiento de elaboración de un diagrama de flujo comienza definiendo de forma clara el proceso a analizar y el resultado que se espera conseguir con la utilización de esta herramienta. En este ejemplo se trata de analizar el proceso de inspección de calidad de una empresa fabricante de tornillos. En segundo lugar, se definen los límites del proceso a analizar, estableciendo la primera y última etapa del diagrama. En el ejemplo del proceso comienza con la recepción de las barras y finaliza con el embalaje de los tornillos. (p.117)

A continuación, en la Figura 16 más adelante se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo lineal.

Figura 16 Ejemplo de diagrama de flujo lineal

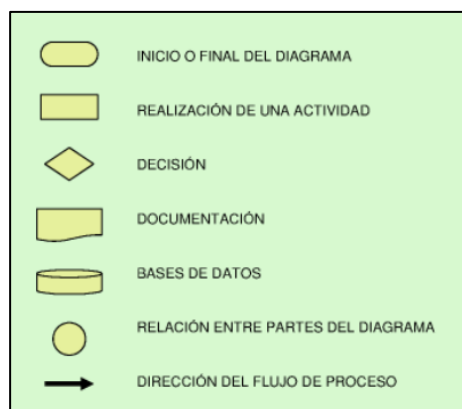


Nota: Miranda et al. (2016)

En la Figura 16 se presenta el diagrama de flujo de un proceso en disposición vertical. En él se distinguen diferentes formas que representan el inicio, el final, las operaciones, las decisiones y las flechas que indican la secuencia del flujo del proceso.

A continuación, en la Figura 17 se muestra la simbología del diagrama de flujo.

Figura 17 Simbología diagrama de flujo



Nota: Miranda et al. (2016)

En esta investigación la aplicación de un diagrama de flujo permite analizar detalladamente el proceso actual de manejo de inventarios en el laboratorio de calidad, desde la compra, recepción y almacenamiento de materiales. Esto facilita la identificación puntos de mejora dentro del proceso.

SIPOC

El autor Lira (2021) explica el SIPOC a continuación:

El SIPOC es una herramienta que nos permite analizar el proceso de una manera más detallada reconociendo al respectivo abastecedor, así como también identificando todas las entradas y salidas del proceso, además nos permite determinar los clientes vinculados a cada paso del proceso. (p.19)

El mismo autor Lira (2021) menciona los siguientes pasos para realizar el SIPOC:

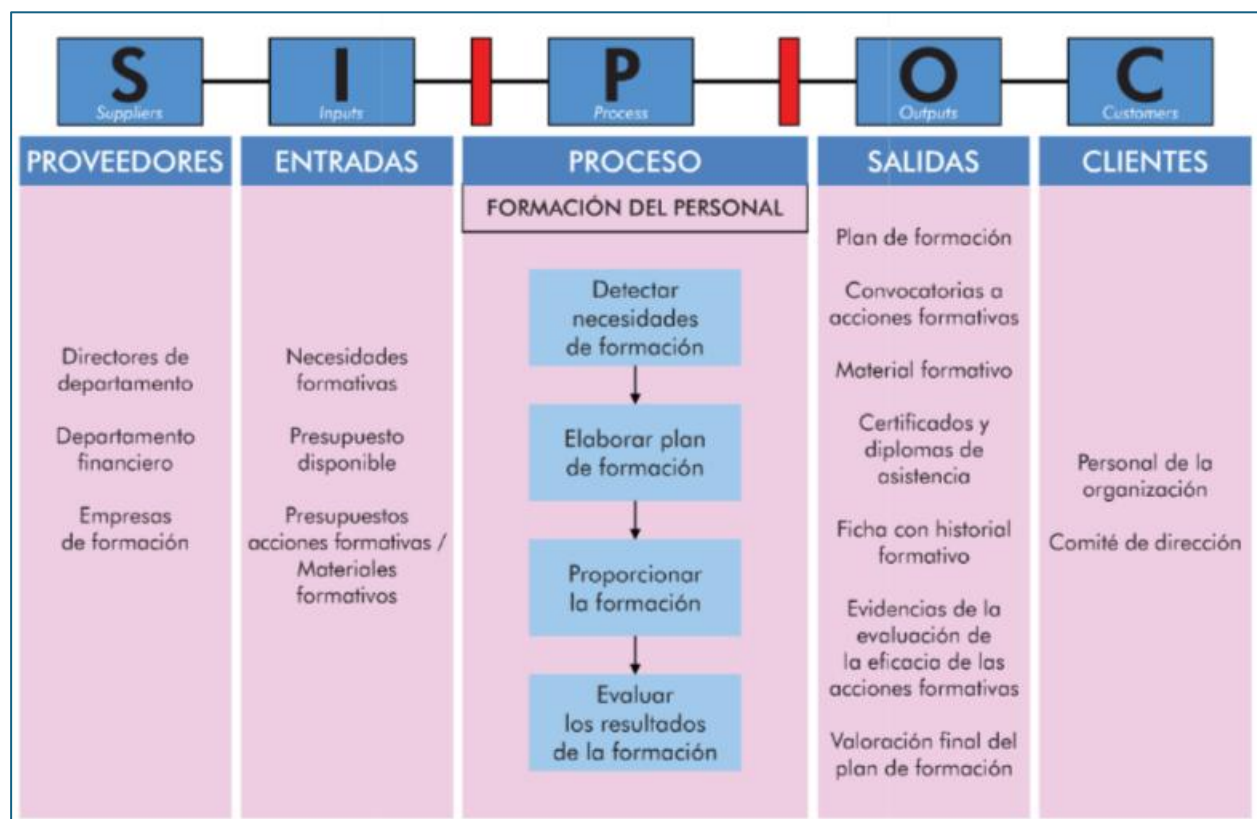
- Elaborar el mapa de procesos de alto nivel: pasos del proceso sin ser muy detallado. Ejemplo: pág. 19 Jorge Lira Camargo Implementación de la Gestión por Procesos
- Laborar el SIPOC: Con el mapa del proceso anteriormente elaborada, cada actividad se coloca en la columna de Procesos como puede verse en la siguiente gráfica.
- Identificar las salidas (Outputs) del proceso.
- Identificar a los ciudadanos y/o usuarios que van a recibir estas salidas del proceso.
- Identificar las entradas (Inputs) que se necesitan para realizar el proceso correctamente.
- Identificar a los proveedores (Suppliers) de las entradas necesarias. (pp.19-20)

Por otra parte, el autor Pardo (2017) detalla el significado de las siglas SIPOC de la siguiente manera:

- Suppliers: (proveedores).
- Input: (entradas).
- Process: (proceso).
- Output: (salidas).
- Customer: (clientes). (p. 78)

A continuación, en la Figura 18 se muestra un ejemplo de SIPOC.

Figura 18 Ejemplo de SIPOC



Nota: Pardo (2017)

En el contexto de la presente investigación, el uso del SIPOC es fundamental para analizar el proceso de gestión de inventarios del laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos, ya que permite identificar claramente los insumos requeridos, los responsables de cada actividad y las salidas generadas en el sistema de almacenamiento. A través de esta herramienta, es posible evidenciar deficiencias en la trazabilidad de materiales, problemas en el flujo de información y debilidades en la relación entre proveedores internos y externos.

FODA

El análisis FODA explica el autor Sánchez (2020) es “una herramienta clave para hacer una evaluación pormenorizada de la situación actual de una organización o persona sobre la base de sus debilidades y fortalezas, y en las oportunidades y amenazas que ofrece su entorno.” (p. 15)

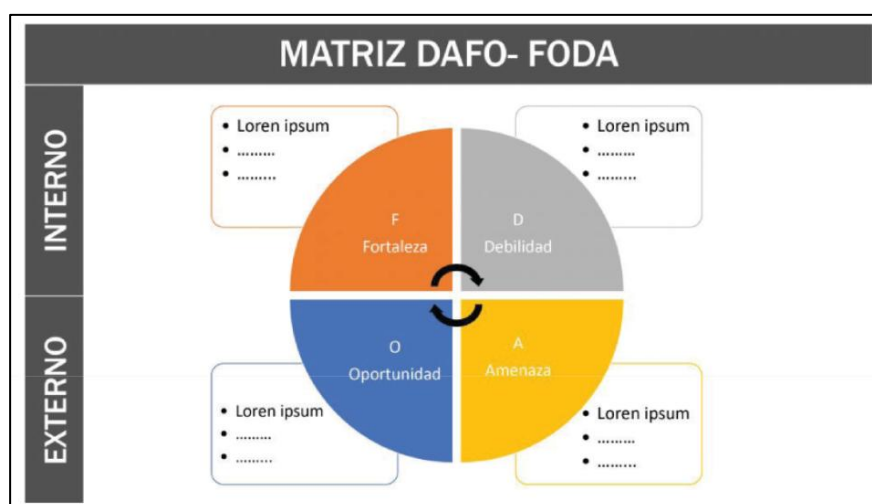
El autor anterior menciona que el FODA se comprende 4 siglas “Cada sigla de un análisis FODA o DAFO representa uno de los 4 atributos o variables que se estudian: F de fortalezas, D de debilidades, O de oportunidades y A de amenazas.” (Sánchez, 2020, p. 15)

Continuando con el mismo autor explica los pasos para realizar el FODA a continuación:

En primer lugar, hay que identificar las oportunidades y amenazas, así como las fortalezas y debilidades a través del estudio del micro y macroentorno y de un concienzudo análisis interno. Justo después hay que cumplimentar la matriz FODA o DAFO. En tercer lugar, se realizaría el análisis CAME, herramienta para corregir las debilidades, afrontar las amenazas, mantener las fortalezas y explotar las oportunidades anteriormente identificadas. Luego se seleccionaría la estrategia de la compañía. Por último, se definen y planifican las acciones a implementar. (Sánchez, 2020, p. 15)

A continuación, en la Figura 19 se muestra un ejemplo de matriz FODA.

Figura 19 Matriz FODA



Nota: Sánchez (2020)

En el contexto de la presente investigación, el análisis FODA resulta fundamental para diagnosticar la situación actual del sistema de almacenamiento y control de inventarios del laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos. A través de esta herramienta, es posible identificar debilidades como la falta de control estructurado del inventario, desorden en el almacenamiento y deficiencias en la trazabilidad de los materiales. Asimismo, se pueden reconocer fortalezas como

la experiencia del personal y la disponibilidad de recursos tecnológicos, así como oportunidades relacionadas con la implementación de herramientas de mejora continua y sistemas digitales de control. Por otro lado, se identifican amenazas como la variabilidad en la demanda, el riesgo de vencimiento de materiales y posibles incumplimientos en tiempos de entrega. Este análisis permite establecer una base para la formulación de estrategias orientadas a mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y fortalecer el control del inventario en el laboratorio.

Herramientas Para Medir Las Consecuencias

La medición de las consecuencias es una etapa fundamental dentro del desarrollo de la investigación, ya que permite cuantificar el impacto real que genera el deficiente sistema de almacenamiento y control de inventarios en el laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos. A través de esta medición, es posible evidenciar de manera objetiva problemáticas como el desperdicio de materiales, la variabilidad en la demanda, los faltantes de insumos y los costos asociados a una gestión ineficiente del inventario. Para ello, en esta etapa se utilizarán herramientas como el diagrama de Pareto, análisis de la demanda y el análisis de desperdicio, las cuales permiten evaluar el comportamiento del consumo de materiales y determinar las pérdidas generadas por vencimiento o mala gestión. De esta manera, se obtiene información cuantitativa que respalda la magnitud del problema y justifica la necesidad de implementar mejoras en el sistema de inventarios del laboratorio.

A continuación, se presentan herramientas para medir las consecuencias del problema investigado en el proyecto.

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es explicado de la siguiente manera:

Un diagrama de Pareto es una herramienta gráfica para organizar la información y mostrar los factores principales que influyen en el tema de mejora o situación problemática, aquellos sobre los que tenemos que centrar nuestra atención. Permite distinguir lo poco e importante de lo mucho e irrelevante. Se basa en la regla del 80-20: el 80% del problema es resultado directo del 20% de los factores considerados. (Pardo, 2017, p. 183)

Los autores Cervantes y Morales (2025) explica también el diagrama de Pareto a continuación:

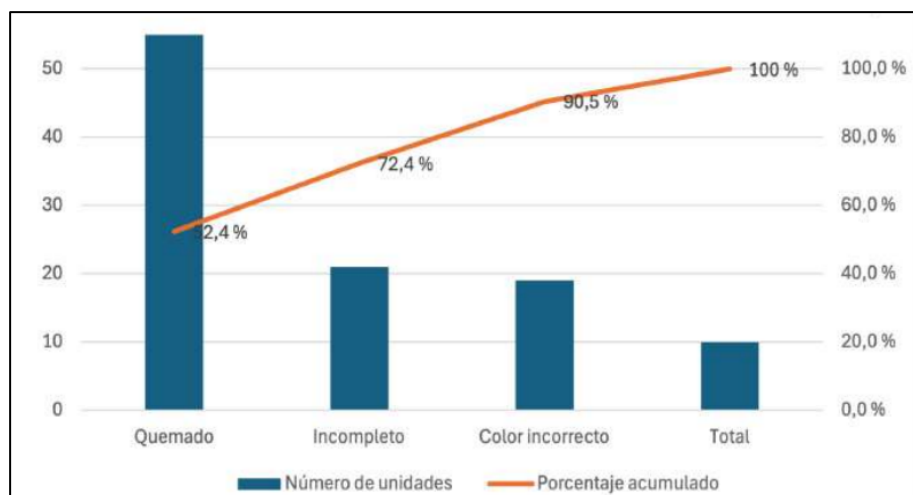
Es un instrumento que permite el orden de importancia de las causas de un resultado en específico; de una problemática dada. Es un gráfico de barras combinado con un tipo de curva ascendente que representa el porcentaje de los datos obtenidos. Su pionero fue Vilfredo Pareto y se le conoce como la distribución ABC, gráfico de Pareto o curva 80-20. Se utilizan para priorizar ciertas actividades que contribuyen al control de calidad. Su finalidad es mostrar la frecuencia relativa del proceso. (p. 15)

Continuando con Cervantes y Morales (2025) mencionan los siguientes pasos para su construcción:

- Elegir la problemática que se quiere solucionar y detectar sus causas más relevantes.
- Considerar las causas de mayor impacto sobre los defectos localizados en los procesos de fabricación.
- Calcular las frecuencias de mayor a menor y sus porcentajes acumulados.
- Graficar en barras verticales, puede iniciarse con el eje horizontal las causas más comunes de mayor a menor frecuencia. Después, graficar los porcentajes que cada una de las causas representa según su frecuencia acumulada.
- Analizar las posibles soluciones que se deben destacar. (pp. 15-16)

A continuación, en la Figura 20 se muestra un ejemplo de diagrama de Pareto.

Figura 20 Ejemplo diagrama de Pareto



Nota: Cervantes y Morales (2025)

El diagrama de Pareto es fundamental para analizar las principales causas que afectan el sistema de almacenamiento y control de inventarios del laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos. A través de su aplicación, es posible identificar cuáles son los problemas más frecuentes o costosos, como faltantes de materiales, vencimiento de insumos, sobre stock o retrasos en la reposición. Esto permite priorizar las acciones de mejora en aquellos factores que generan mayor impacto en la eficiencia operativa y en los costos logísticos del laboratorio.

Análisis de la demanda

El análisis de la demanda resulta fundamental, ya que una gestión inadecuada puede derivar en consecuencias legales por incumplimiento de contratos, ya sea por la omisión de pedidos o por una capacidad de producción insuficiente. En este sentido, Cruz (2017) señala diversas herramientas útiles para dicho análisis, entre las cuales destaca la planificación del stock, tanto para escenarios de demanda uniforme como no uniforme.

A la hora de planificar la gestión del stock de la empresa, habrá que tener en cuenta una variable muy importante para la compañía como es la demanda que, junto con los costes y los plazos, son los factores más relevantes de la gestión de los inventarios. (p. 47)

Asimismo, Cruz (2017) menciona las características más importantes a analizar de la demanda, las cuales son las siguientes:

- Las unidades de medida de la demanda podrán variar en función del entorno y de la presentación del producto (unidades, docenas, litros, entre otras.).
- La homogeneidad o heterogeneidad de la demanda, la cual dependerá de la constancia de esta en el tiempo.
- El tamaño y frecuencia de los pedidos.
- La uniformidad de la demanda. Al existir fluctuaciones estacionales conocidas de la demanda, pueden ser corregidas con facilidad las deficiencias en los stocks de los productos. Estas fluctuaciones pueden ser provocadas por promociones, subidas repentinas de las ventas, etc.
- La independencia o dependencia de la demanda; se dice que la demanda de un producto es independiente cuando dicho producto no es parte o componente de otro

más próximo al producto terminado, cuya demanda determina la del primero. En el caso contrario, se tratará de una demanda dependiente.

- La demanda diferida o pérdida; es lo que sucede en el caso de roturas de stock, donde en muchos casos la atención de la demanda podrá ser satisfecha, pero en otros, se considerará perdida y, por tanto, con unos elevados costes para la empresa. (p. 48)

Continuando el autor anterior resumen lo siguiente:

Por lo tanto, a la hora de realizar una planificación de los stocks en función de la demanda, ya sea esta uniforme o no, es necesario tener en cuenta todos los costes en los que incurre la empresa para la realización de los pedidos, así como del almacenamiento y del mantenimiento de los productos y materias primas. (Cruz, 2017, p.48)

Análisis de desperdicio

Otra de las herramientas para medir las consecuencias del problema investigado en este proyecto, es la detección del desperdicio por materiales perecederos. El desperdicio de materiales representa consecuencias económicas negativas para la empresa. El autor Cruz (2017) define estos desperdicios como pérdidas en la siguiente cita:

Todos aquellos productos que tienen un índice de rotación mínimo van a suponer un coste de almacenamiento para las empresas. Si este índice de rotación es muy bajo, indica a la empresa que ese producto no tiene salida en el mercado, lo que puede dar lugar a obsolescencia de este o a una pérdida de sus cualidades o características que hagan imposible su venta (por ejemplo, productos alimenticios). (p. 163)

En consecuencia, estos productos deberán retirarse del almacén tarde o temprano con el fin de reducir los costos para la empresa. Dichos artículos se clasificarán como merma o deterioro, por lo que serán eliminados, generando pérdidas que impactan directamente en la cuenta de resultados de la organización. (Cruz, 2017, p. 163)

Para determinar las consecuencias económicas negativas debido a pérdidas menciona que Cruz (2017) el índice de rotación normalmente tiene los siguientes valores:

- Para las industrias, suelen tener índices de rotación entre 4 y 5.
- Para las grandes superficies comerciales, los índices suelen ser de 8.

- Para los supermercados e hipermercados, los índices de rotación suelen llegar a 25, sobre todo en áreas como la de alimentación. (p. 147)

Herramientas Para Analizar Las Causas

En esta sección se presentan las herramientas que serán utilizadas para analizar las causas que originan las deficiencias en el sistema de almacenamiento y control de inventarios en el laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos, entre las cuales destacan el diagrama de Ishikawa, la técnica de los cinco porqués (5W), AMFE y el diagrama de Pareto. La aplicación de estas herramientas permite identificar, clasificar y profundizar en las causas raíz del problema, así como priorizar aquellos factores que generan mayor impacto en la operación.

A continuación, se presentan herramientas para analizar las causas del problema investigado.

Diagrama de Ishikawa

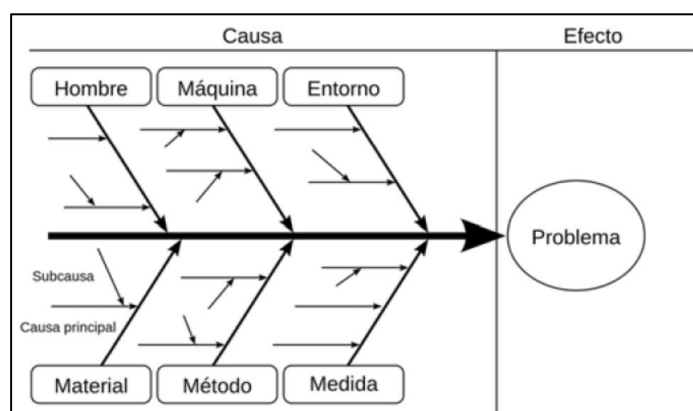
Para analizar las causas del problema es muy utilizado el diagrama de Ishikawa. El cual se define de la siguiente manera:

Se trata de una representación gráfica para visualizar de forma intuitiva las causas y subcausas que potencialmente explican un problema. Se conoce como «espina de pescado» por su forma de visualizar las causas asociadas a problemas agrupadas en categorías. Es una herramienta muy útil para determinar acciones correctivas o que brinden respuesta a un determinado problema, ya que permite una visualización rápida y clara de la relación entre estas causas. (Candela y Cerezuela, 2017, p. 95)

Candela y Cerezuela (2017) explica los siguientes pasos para realizar el diagrama de Ishikawa.

1. Se identifica el problema en la espina central.
2. Se identifican las causas posibles del problema es las espinas secundarias.
3. Las subcausas se catalogan en material, medida, método, hombre, máquina y entorno.
4. Se puede hacer una lluvia de ideas para identificar posibles causas del problema. (p. 95)

A continuación, en la Figura 21 se presenta un ejemplo de Ishikawa.

Figura 21 Diagrama de Ishikawa

Nota: Candela y Cerezuela (2017)

En la Figura 21 se presenta un diagrama de pescado, en el cual el problema principal se ubica en la espina central, mientras que las posibles causas se distribuyen en las espinas laterales. Además, dichas causas se evalúan a través del enfoque de las seis M.

En el contexto de la problemática investigada, esta herramienta permite detectar factores relacionados con procesos, personal, materiales o métodos que afectan el desempeño operativo. Mediante su enfoque sistemático, el diagrama de Ishikawa contribuye a una mejor toma de decisiones, permitiendo proponer soluciones más precisas y efectivas orientadas a la mejora continua del sistema al descartar las causas menos probables.

5W

Una de las herramientas para definir el problema es 5W, explica el autor Morales (2022) su forma de uso de la siguiente manera:

Esta técnica consiste en partir de la pregunta “¿Por qué se produce el fallo?” y formular hasta un total de 5 preguntas que añadan el “por qué” a cada una de las respuestas consecutivas proporcionadas. Ejemplo: ¿Por qué se averió la máquina? Porque falló una pieza de rodaje. ¿Por qué falló la pieza? Porque hacía mucho que se había revisado. ¿Por qué hacía mucho que se había revisado? (p. 160)

Con base en la explicación y el ejemplo anterior se determinó que la causa de que fallara la máquina se debió a que hacía mucho que no se revisaba nuevamente.

En el contexto del laboratorio, donde existen situaciones como faltantes de materiales, sobre stock o compras urgentes, esta herramienta permite ir más allá de los síntomas y encontrar el origen real de las fallas, ya sea en procesos, capacitación del personal o uso inadecuado de herramientas. Esto evita aplicar soluciones superficiales que no resuelven el problema de fondo.

AMFE

Pardo (2017) explica el AMFE a continuación:

El análisis de modos de fallo y efectos (AMFE), es una técnica de carácter preventivo empleada para anticipar y corregir deficiencias en un producto, servicio o proceso mediante un examen sistemático del mismo, efectuado por un equipo multidisciplinar, con la finalidad de garantizar que han sido tenidos en cuenta todos los fallos potenciales posibles. (p. 110)

Continuando con el autor Pardo (2017) menciona los pasos para realizar el AMFE.

- Identificación de modos de fallo: Reconocer los posibles errores o riesgos asociados a cada actividad del proceso, analizando las consecuencias o impactos que podrían generar en la organización, así como las causas que los originan.
- Análisis de los modos de fallo: Evaluar cada riesgo identificado utilizando tres criterios principales:
 - Gravedad: impacto o pérdida que el fallo puede ocasionar, generalmente reflejado en costos económicos o insatisfacción del cliente.
 - Ocurrencia: frecuencia o probabilidad con la que puede presentarse el fallo o sus causas.
 - Detectabilidad: capacidad de identificar el fallo antes de que afecte al cliente final.
- Valoración de los criterios: Asignar valores a cada uno de los criterios (gravedad, ocurrencia y detectabilidad) mediante escalas cualitativas, cuantitativas o semicuantitativas.
- Cálculo del Índice de Prioridad de Riesgo (IPR): Determinar el nivel de riesgo multiplicando los valores de los tres criterios ($IPR = G \times O \times D$). Este cálculo debe realizarse para cada una de las causas de fallo.

- Determinación de riesgos prioritarios: Establecer un valor límite del IPR que sirva como referencia para identificar los riesgos más críticos. Aquellos modos de fallo cuyo IPR sea igual o superior a este límite serán considerados prioritarios y requerirán atención.
- Propuesta e implementación de acciones: Definir e implementar medidas para eliminar o reducir las causas de los riesgos prioritarios. La eficacia de estas acciones permitirá mejorar la gestión del riesgo operacional. (pp. 111-112)

A continuación en la Figura 22 se muestra un ejemplo de un AMFE.

Figura 22 Ejemplo AMFE

Gestión del riesgo operacional (AMFE)										
Proceso: venta de vehículos nuevos					IPR máximo según la escala utilizada = 125			IPR límite = 27		
Actividades del proceso	Fallo n.º	Modos de fallo (riesgo)	Efectos	Gravedad Escala 1-5	Causas del modo de fallo	Ocurrencia Escala 1-5	Controles actuales	Detectabilidad Escala 1-5	IPR G x O x D	Acciones de mejora
1. Recibir al cliente y saludarlo cordialmente	1.1	Al recibir al cliente el comercial ya está con otro cliente	El cliente tiene que esperar (posible insatisfacción)	2	Concentración de visitas en determinados días y horas	3	Suena el timbre de la puerta al llegar un nuevo cliente	1	6	NADA, al no superar el IPR límite
2. Preguntar por el tipo de vehículo que desea adquirir	2.1	No se pregunta por la necesidad del cliente	Dificultades para vender el vehículo	3	No se sigue el procedimiento establecido	2	Ninguno	5	30	• Introducir mensaje recordatorio en aplicación para emitir presupuesto
4. Aportar información comercial sobre modelos más interesantes para el cliente	4.1	La información ofrecida es demasiado técnica	El cliente no se entera	4	Falta de empatía	2	Lenguaje no verbal que muestra cliente	3	24	NADA, al no superar el IPR límite
	4.2	La información que se le ofrece es demasiado básica	El cliente tiene la sensación de que no ha sido bien informado	4	Falta de empatía	1	Preguntas del cliente	4	16	NADA, al no superar el IPR límite
	4.3	Recomendar al cliente modelos no acordes con su necesidad	Dificultades para vender el vehículo	4	El comercial no conoce el producto que vende	1	Ninguno	5	20	NADA, al no superar el IPR límite

Nota: Pardo (2017)

El AMFE es clave porque permite analizar de manera estructurada los posibles modos de fallo dentro del sistema de inventarios. Esta herramienta evalúa cada falla según su gravedad, frecuencia de ocurrencia y capacidad de detección, lo que permite priorizar los riesgos más críticos, esto es especialmente relevante debido a que el laboratorio maneja materiales sensibles y perecederos, donde un error puede generar pérdidas económicas, retrasos en la producción o incumplimientos en la entrega de resultados.

Herramientas Para La Propuesta

Las herramientas para la propuesta no solo contribuyen a la mejora continua de los procesos, sino que también promueven la estandarización de actividades y el fortalecimiento de la gestión operativa. En este contexto, se incorporan metodologías como la herramienta 5S, el diseño de layout y la clasificación ABC, las cuales permiten mejorar el orden, la distribución del espacio y la

gestión de inventarios, respectivamente. De esta manera, la aplicación integrada de estas herramientas proporciona una base sólida para el desarrollo de soluciones efectivas dentro del proyecto.

5S

El orden y limpieza de un almacén es necesario para su buena operación por lo tanto se considera la herramienta de 5S como propuesta para desarrollar el trabajo de investigación. El autor Socconini (2019), define la herramienta 5S a continuación:

Las 5 S constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios a largo plazo. (p. 131)

Socconini (2019) describe cada una de las 5S de la siguiente manera:

- Seiri (seleccionar) Consiste en retirar de nuestro lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios.
- Seiton (organizar) Consiste en ordenar los artículos que se necesitan para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y vuelta al mismo lugar después de usarla.
- Seiso (limpiar) Consiste básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar, siempre con la idea en mente de que, al limpiar, también ese esta inspeccionando lo que se limpia.
- Seiketsu (estandarizar) Consiste en lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo.
- Shitsuke (seguimiento) Consiste en convertir en un hábito las actividades de las 5 S, manteniendo correctamente los procesos generados mediante el compromiso de todos, así como participando en los eventos Kaizen que resultan de las necesidades de mejora surgidas en el lugar de trabajo. (pp. 132-133)

A nivel ingenieril, la metodología de las 5S puede ampliarse mediante la incorporación de cuatro principios adicionales, dando origen al enfoque de las 9S, el cual fortalece no solo el orden y la limpieza, sino también la cultura organizacional y la disciplina en el entorno laboral. Estas “S” complementarias se describen a continuación:

- Seguridad: Busca prevenir accidentes y riesgos dentro del área de trabajo mediante condiciones adecuadas de almacenamiento, señalización y manipulación de materiales.
- Salud: Promueve un ambiente laboral que garantice el bienestar físico y mental de los colaboradores, reduciendo la fatiga y mejorando la ergonomía en las actividades.
- Sostenibilidad: Fomenta el uso eficiente de los recursos, la reducción de desperdicios y el adecuado manejo de materiales, contribuyendo a la mejora continua del sistema.
- Espíritu de equipo: Impulsa la participación, el compromiso y la disciplina del personal en la aplicación de las mejoras, fortaleciendo la cultura organizacional.

La integración de estas 4S adicionales permite complementar la aplicación de las 5S en el laboratorio de calidad, asegurando no solo un espacio ordenado y limpio, sino también un entorno seguro y eficiente. Su aplicación dentro del bodega del laboratorio facilita la eliminación de elementos innecesarios y la correcta disposición de los materiales, lo que contribuye a reducir tiempos de búsqueda, minimizar errores operativos y optimizar el uso del espacio disponible.

Diseño de layout

Un diseño del layout es crucial para aprovechar al máximo el espacio disponible del almacén y por ende tener una correcta gestión de este. El autor Flamarique (2018) menciona que “La gestión del almacén permite controlar unitariamente los productos y ubicarlos correctamente para reducir al máximo las operaciones de manutención, los errores y el tiempo de dedicación.” (p. 17)

Por lo tanto, Flamarique (2018) señala que se debe cumplir con los siguientes objetivos cuando se gestiona el almacén y su diseño correctamente:

- Facilitar la rapidez de las entregas controlando las existencias.
- Conseguir fiabilidad, al permitir conocer que mercancías hay en el almacén, en que cantidad y dónde están ubicadas.
- Maximizar el espacio: ubicar la mayor cantidad de mercancía en el menor espacio posible, sin olvidar el resto de los principios del almacenamiento.

- Minimizar las operaciones de manutención de las mercancías. (p. 18)

Por otra parte, el autor Arenal (2022) define los siguientes objetivos que deben ser considerados al momento de realizar el diseño.

- Optimización de la superficie del almacén para lograr una operativa eficiente que incurrirá como consecuencia en una inversión mínima para un rendimiento potencial máximo.
- Eliminar todos los procesos que no añadan valor al producto o mercancía.
- Favorecer una gestión de stock adecuada a las características del almacén y de los propios productos.
- Alcanzar un índice de rotación de las mercancías no sólo asumible, sino rentable para la empresa.
- Facilitar el acceso y control de las unidades almacenadas.
- Mejorar el flujo de la información de materiales y personas para una optimización de los recursos materiales y humanos.
- Dotar de flexibilidad ante posibles cambios estructurales de tipo espacial u organizacional. (pp. 24-25)

En el contexto de la problemática del laboratorio un layout adecuado contribuye a reducir tiempos de desplazamiento, minimizar operaciones innecesarias y mejorar la accesibilidad a los productos, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa y un mejor control de inventarios. Asimismo, facilita la identificación de áreas de almacenamiento, zonas de trabajo y rutas de circulación, disminuyendo errores y riesgos asociados a la manipulación de materiales.

Clasificación ABC

La clasificación ABC, es explicada por el autor Cruz (2017) de la siguiente manera:

El método ABC o del inventario, también llamado método o regla del 80/20, es una herramienta que va a permitir a la empresa visualizar y determinar, de una manera simple, cuáles son los productos de mayor valor de su almacén, optimizando así los recursos necesarios de su inventario y permitiendo tomar decisiones más eficientes. (p. 42)

Cruz (2017) menciona que los artículos serán clasificados en los siguientes grupos:

- A: se refiere a los más importantes, los más usados, los más vendidos o más urgentes. Suelen corresponderse con los que más ingresos generan.
- B: se refiere a los de menor importancia o importancia secundaria.
- C: son aquellos que carecen de importancia. Muchas veces el tenerlos en el almacén va a costar más dinero en vez de resultar rentables. (p. 42)

Continuando con el Cruz (2017) explica que para llevar a cabo este procedimiento, primero es necesario organizar los productos y luego calcular qué porcentaje del costo total representa cada uno. Posteriormente, se determinan los porcentajes acumulados y, con base en estos resultados, se clasifican los artículos en tres categorías: A, que agrupa aproximadamente el 80 % del valor total; B, que comprende entre el 10 % y el 15 %; y C, que incluye el porcentaje restante. (p. 45)

A continuación, en la Figura 23 se muestra un ejemplo de un análisis ABC.

Figura 23 Tabla ABC

PROVEEDORES	IMPORTE	%	ACUMULADO	% ACUMULADO	ABC
PRODUCTO 1	95.060,00 €	58,82 €	95.060,00 €	58,82 €	A
PRODUCTO 2	21.600,00 €	13,37 €	116.660,00 €	72,18 €	A
PRODUCTO 3	17.900,00 €	11,08 €	134.560,00 €	83,26 €	A
PRODUCTO 4	15.876,00 €	9,82 €	150.436,00 €	93,08 €	B
PRODUCTO 5	4.589,00 €	2,84 €	155.025,00 €	95,92 €	B
PRODUCTO 6	4.010,00 €	2,48 €	159.035,00 €	98,40 €	C
PRODUCTO 7	1.600,00 €	0,99 €	160.635,00 €	99,39 €	C
PRODUCTO 8	980,00 €	0,61 €	161.615,00 €	100,00 €	C
	161.615,00 €	100,00 €			

Nota: Cruz (2017)

En la Figura 23 se observan tres productos considerados críticos (clasificación A). En este escenario, los productos 1, 2 y 3 representan los de mayor valor para la empresa; por lo tanto, resulta indispensable enfocar los esfuerzos en su adecuada gestión y almacenamiento.c

La clasificación ABC se implementará en el proyecto como una herramienta clave para optimizar la gestión de inventarios del almacén, permitiendo priorizar los materiales según su nivel de importancia y valor. En primer lugar, se realizará un levantamiento de información de todos los productos almacenados, considerando variables como frecuencia de uso, consumo anual y costo. Posteriormente, se calculará el valor total de consumo de cada artículo y se determinarán los

porcentajes acumulados, lo que permitirá clasificarlos en tres categorías: A, que corresponde a los productos más críticos y de mayor impacto; B, que agrupa los de importancia intermedia; y C, que incluye los de menor relevancia. Con base en esta clasificación, se asigna mayor supervisión y ubicaciones más accesibles a los productos tipo A, mientras que los tipos B y C tendrán controles menos estrictos y ubicaciones secundarias.

Herramientas Para El Control De La Propuesta

Las herramientas para el control de la propuesta permiten asegurar la adecuada ejecución y seguimiento del sistema de almacenamiento y control de inventarios en el laboratorio de calidad. Estas facilitan la planificación de actividades, la asignación de responsabilidades y el monitoreo del avance del proyecto, permitiendo identificar desviaciones de forma oportuna. En este sentido, el uso del diagrama de Gantt permite organizar y visualizar las actividades en función del tiempo, favoreciendo una mejor coordinación y cumplimiento de los objetivos planteados.

A continuación, se presentan las herramientas que se utilizarán para el control de la propuesta.

Diagrama de Gantt

Una de las herramientas más utilizadas es el diagrama de Gantt el cual se define como “un diagrama de barras que muestra la relación entre las actividades del proyecto y el marco temporal del proyecto.” (Candela y Cerezuela, 2017, p. 105)

Candela y Cerezuela (2017) detallan los pasos para realizarlo:

- Cada actividad se representa con un bloque rectangular, cuyo tamaño indica la duración de esta.
- La posición del bloque rectangular está determinada por las fechas de inicio y finalización.
- Las líneas con flechas entre bloques indican las relaciones entre las tareas.
- Se pueden usar programas específicos de gestión de proyectos o generarlo desde una aplicación de hoja de cálculo tipo Excel. (p. 105)

A continuación, en la Figura 24 se presenta un ejemplo de un diagrama de Gantt.

Figura 24 Ejemplo diagrama de Gantt

Actividad \ Meses	1	2	3	4	5	6
A	Y					
B			Z			
C					W	
D						Y
E						Z

Nota: Pereña (2021)

En la Figura 24 se observa la distribución de actividades representadas en bloques rectangulares. Cada actividad cuenta con un periodo de tiempo definido, el cual debe cumplirse exitosamente para dar inicio a la siguiente. El seguimiento adecuado de estas actividades constituye un factor clave para garantizar el éxito del proyecto.

Análisis económico

El análisis económico constituye una etapa fundamental en la evaluación de proyectos, ya que permite determinar la viabilidad financiera y la conveniencia de realizar una inversión a partir de la comparación entre costos y beneficios esperados. Mediante el uso de indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y la relación Beneficio/Costo (B/C), es posible analizar la rentabilidad del proyecto para la toma de decisiones.

Valor actual neto.

La rentabilidad del proyecto de investigación se puede calcular mediante el indicador VAN (Valor actual neto) o también conocido como VPN (Valor presente neto).

Meza (2017) menciona como introducción al análisis de este indicador de rentabilidad, supóngase una inversión inicial de \$100 que al cabo de un año genera un ingreso de \$120. Al comparar los ingresos y los egresos en términos de valor presente se obtiene una diferencia de \$1.69, resultado de restar \$101.69 menos \$100. Debido a que esta cantidad es positiva, se concluye que el inversionista obtuvo una ganancia de \$1.69. Esta utilidad que surge de contrastar los flujos de

dinero en el periodo cero da origen al indicador financiero denominado Valor Presente Neto, VPN. (pp. 133-134).

El autor anterior explica el uso de Excel para el cálculo del indicador.

El Excel tiene la función VNA para realizar el cálculo del VPN. Para la correcta utilización de la función se recomienda construir el flujo de caja libre y escribir en las celdas los valores, teniendo en cuenta que el Excel es consistente con la convención de los signos: ingresos con signo positivo y egresos (inversión) con signo negativo. (p. 136)

A continuación, en la Figura 25 se muestra la fórmula de Excel.

Figura 25 Fórmula de Excel VNA

$$= \text{VNA} (\text{tasa}; \text{rango}) - P$$

Nota: Meza (2017)

Continuando con el mismo autor explica lo siguiente:

El rango de valores debe iniciarse en la celda correspondiente al período 1 y terminar en el período n y si en el flujo de caja analizado se encuentra un período con valor cero, debe escribirse como tal, ya que Excel no considera una celda en blanco como cero. El valor calculado con VNA es la suma de los valores presentes de todos los flujos futuros, de tal forma que para encontrar el valor del VPN se debe restar el valor de la inversión. (Meza, 2017, p. 137)

A continuación, en la Figura 26 se presenta un ejemplo del cálculo de VAN dentro de Excel.

Figura 26 Cálculo de VAN dentro de Excel

	A	B	C	D
1	PERIODO	VALORES		
2	0	1000		
3	1	350	BARRA DE FORMULAS	
4	2	380		
5	3	400		
6	4	500		
7				
8	TASA DE OPORTUNIDAD	20%		
9	VPN 1	28,16		
10	TASA DE OPORTUNIDAD	30%		
11	VPN 2	- 148,79		

Nota: Meza (2017)

Posterior a la obtención del indicador se debe interpretar su resultado. Meza (2017) menciona los siguientes criterios para rechazar o aceptar un proyecto.

- Cuando el VPN es mayor que cero, el proyecto se debe aceptar.
- Cuando el VPN es igual a cero, es indiferente aceptar o no el proyecto.
- Cuando el VPN es menor que cero, el proyecto se debe rechazar. (p. 138)

TIR.

La tasa interna de retorno o también conocida como tasa de rentabilidad es “el porcentaje de ganancia o pérdida que tendrá una inversión, es decir, su rentabilidad. Su cálculo indica cuál sería el rendimiento anual de una inversión si se compusiera continuamente a una tasa específica.” (Brunetta y Fontana, 2023, pp. 178-179)

Los autores Brunetta y Fontana (2023) explica cómo se calcula el TIR a continuación:

Respecto del cálculo podemos decir que el resultado de este KPI, viene expresado en forma porcentual (%). Para calcular la TIR, se debe restar el valor inicial (costo) del valor final (venta o retorno de la inversión) de la operación, dividirlo entre el valor inicial y multiplicar el resultado por 100. (p. 179)

A continuación, en la Figura 27 se presenta la fórmula del TIR.

Figura 27 Fórmula TIR

$$\text{Tasa de rentabilidad} = \frac{\text{Valor final} - \text{valor inicial}}{\text{Valor inicial}} \times 100$$

Nota: Brunetta y Fontana (2023)

PRI.

El periodo de recuperación se define como “el tiempo que se tarda en amortizar una inversión. Esta métrica financiera suele utilizarse a la hora de tomar decisiones acerca de proyectos de expansión de capital o de acondicionamiento con un equipo más eficiente.” (Brunetta y Fontana, 2023, p. 178)

A continuación, en la Figura 28 se presenta la fórmula del PRI.

Figura 28 Fórmula PRI

$$\text{Período de recuperación} = \frac{\text{Costo del capital inicial para el proyecto}}{\text{Ahorro anual o ganancias derivadas del proyecto}}$$

Nota: Brunetta y Fontana (2023)

Beneficio/Costo.

Vahos y Boada (2021) mencionan que para evaluar si una inversión resulta rentable, se puede emplear una herramienta financiera que permite comparar el costo con los beneficios esperados. Este análisis, conocido como relación costo-beneficio, es utilizado por compradores, inversionistas y consumidores que buscan asegurarse de que el valor recibido justifique el dinero que deben pagar. En términos simples, este indicador permite determinar si los beneficios superan a los costos. (pp. 128-129)

Continuando con el mismo autor explica que la relación beneficio/costo (B/C) se determina al llevar tanto los beneficios como los costos a valor presente y luego dividir los beneficios entre los costos, ambos expresados en el mismo momento del tiempo. Tomando como punto de referencia el valor 1, se interpreta de la siguiente manera: si B/C es mayor que 1, los beneficios superan a los costos, por lo que el proyecto se acepta; si B/C es igual a 1, los beneficios y los costos son equivalentes,

lo que implica que no hay ganancias ni pérdidas, siendo una situación indiferente; y si B/C es menor que 1, los costos exceden los beneficios, por lo que el proyecto debe rechazarse. (Vahos y Boada, 2021, p. 129)

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo expone la metodología aplicada en la investigación, describiendo el enfoque, el alcance y el diseño del estudio, junto con los procedimientos utilizados para la recopilación y el análisis de la información. Se definen las variables, la muestra y los instrumentos empleados con el fin de asegurar la validez y confiabilidad de los resultados. Asimismo, se presenta el cronograma, ofreciendo una guía organizada para la ejecución del proyecto de investigación.

Enfoque

En esta sección se definen los tres tipos de enfoques que se pueden utilizar y se detalla en cuál se va a trabajar a lo largo del proyecto.

Cuantitativo

Hernández y Mendoza (2018) explican el enfoque cuantitativo de la siguiente forma:

La ruta cuantitativa es apropiada cuando se quiere estimar las magnitudes u ocurrencia de los fenómenos y probar hipótesis. Por ejemplo, determinar la prevalencia de una enfermedad (número de individuos que la padecen en un periodo y zona geográfica) y sus causas; predecir quién de los candidatos va a triunfar en la próxima elección para presidente del país; comprobar cuál de dos métodos de enseñanza incrementa en mayor medida el aprendizaje de algo (por ejemplo, robótica elemental) en cierta población, entre otras. (p. 6)

Cualitativo

Los autores anteriores explican el enfoque cuantitativo como:

Con el enfoque cualitativo también se estudian fenómenos de manera sistemática. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego “voltear” al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisado los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando que ocurre. (Hernández y Mendoza, 2018, p. 7)

El autor anterior continúa explicando lo siguiente:

De igual forma, se plantea un problema de investigación, pero normalmente no es tan específico como en la indagación cuantitativa. Va enfocándose paulatinamente. La ruta se va descubriendo o construyendo de acuerdo con el contexto y los eventos que ocurren conforme se desarrolla el estudio. (Hernández y Mendoza, 2018, p. 7)

Mixto

Hernández-Sampieri y Mendoza (2008) citados por Hernández y Mendoza (2018) explican el enfoque mixto a continuación:

Los métodos mixtos o híbridos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p. 10)

En esta investigación se adoptará un enfoque cuantitativo, ya que permite analizar las deficiencias del sistema y el control de inventario en el laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos mediante la recopilación de datos numéricos y verificables. Este método facilita la identificación de patrones en el consumo de materiales, así como el reconocimiento de tendencias en distintas variables. Además, posibilita la recolección y el análisis de información que respaldan la toma de decisiones fundamentadas en evidencia. Finalmente, el estudio se desarrolla de manera ordenada y progresiva, lo que asegura resultados precisos y confiables.

Alcance

En la siguiente sección se define el alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo y se indicará cuál será el tipo que se trabajará a lo largo del proyecto.

Exploratorio

Hernández y Mendoza (2018) explican el alcance exploratorio de la siguiente forma:

Los estudios exploratorios se llevan a cabo cuando el propósito es examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado, sobre el cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente

relacionadas con el problema de estudio, o bien, se desea indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. (p. 107)

Descriptivo

Los autores anteriores describen el alcance descriptivo como:

Los estudios descriptivos pretenden especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o problema a investigar. En un estudio descriptivo el investigador selecciona una serie de cuestiones (que, recordemos, denominamos variables) y después recaba información sobre cada una de ellas, para así representar lo que se investiga (describirlo o caracterizarlo). (Hernández y Mendoza, 2018, p. 108)

Correlacional

Los alcances correlacionales son descriptivos como: “Investigaciones que pretenden asociar conceptos, fenómenos, hechos o variables. Miden las variables y su relación en términos estadísticos.” (Hernández y Mendoza, 2018, p. 109)

Continuando con Hernández y Mendoza (2018) explica lo siguiente:

Los estudios correlacionales pretenden responder a preguntas de investigación como las siguientes: ¿la obesidad en adultos mayores de 60 años está vinculada a un mayor riesgo de padecer diabetes?, ¿los niños que dedican cotidianamente más tiempo a ver la televisión tienen un vocabulario más amplio que los niños que ven diariamente menos televisión?, ¿las dimensiones de la personalidad se relacionan con la presencia de enfermedades cardíacas?, ¿tales correlaciones reflejan una mayor vulnerabilidad hacia las enfermedades?, ¿los agricultores que adoptan más rápidamente una innovación poseen mayor nivel educativo que los que la adoptan después?, ¿las pequeñas empresas que generan mayor innovación tienen tasas de supervivencia más elevadas?, entre otros. (p. 109)

Explicativo

Hernández y Mendoza (2018) mencionan que un estudio explicativo es “Investigaciones en las que se tiene como propósito establecer las causas de los sucesos, problemas o fenómenos que se estudian.” (p. 111)

Los autores continúan explicando este estudio a continuación:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de fenómenos, conceptos o variables o del establecimiento de relaciones entre estas; están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole (naturales, sociales, psicológicos, de salud, entre otros). Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández y Mendoza, 2018, pp. 111-112)

En este proyecto, el alcance que se desarrollará será de tipo explicativo, ya que es el que mejor se ajusta a la naturaleza de la investigación. Su finalidad consiste en analizar y esclarecer las razones por las que surge el problema, así como sus causas, con el propósito de encontrar respuestas y cumplir con los objetivos planteados.

Diseño

En esta sección se definen los tipos de diseño que pueden ser utilizados y se detalla en cuál se va a trabajar a lo largo del proyecto.

Experimental

Privitera (2017), Fleiss (2013) y O'Brien (2009) citados por Hernández y Mendoza (2018) explican el diseño experimental a continuación.

Investigación en la que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes) para analizar las consecuencias que tal manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes) dentro de una situación de control para el investigador. (p. 151)

En resumen, un diseño experimental es una “Situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias

de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos).” (Hernández y Mendoza, 2018, p. 151)

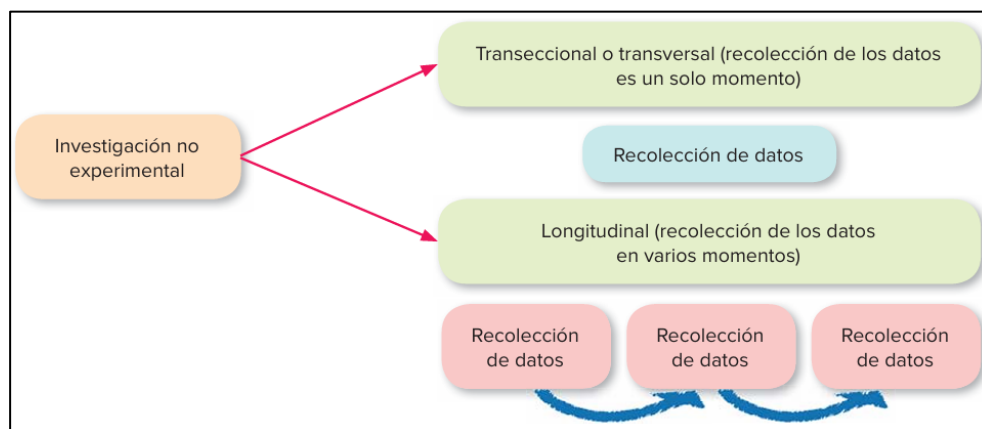
No experimental

En un estudio no experimental no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la indagación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos. Y la investigación no experimental puede o no poseer un alcance explicativo: más bien se trata de un parteaguas de varios estudios cuantitativos, como las encuestas de opinión, los estudios ex post facto retrospectivos y prospectivos, entre otros. (Hernández y Mendoza, 2018, p. 174)

En síntesis, un diseño no experimental menciona Hernández y Mendoza (2018) son “Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.” (p. 175)

Los diseños no experimentales se pueden clasificar en transaccional y longitudinal de acuerdo con la Figura 29.

Figura 29 Clasificación de investigación no experimental



Nota: Hernández y Mendoza (2018)

Transaccional

Hernández y Mendoza (2018) explican este diseño de la siguiente forma:

Estos diseños pueden tener un alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo; y abarcar uno o más grupos o subgrupos de personas, objetos o indicadores; así como diferentes comunidades, situaciones o eventos. Por ejemplo, analizar el efecto de un impuesto introducido por el gobierno federal sobre la liquidez de empresas de servicio de distintos giros (restaurantes, hoteles, entre otros.) en una provincia de un país. Pero siempre, la recolección de los datos ocurre en un momento o periodo único. (p. 177)

Longitudinal

Los estudios longitudinales son “Estudios que recaban datos en diferentes puntos del tiempo para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos.” (Hernández y Mendoza, 2018, p. 180)

Hernández y Mendoza (2018) continua explicando lo siguiente:

En ciertas ocasiones, el interés del investigador es analizar cambios al paso del tiempo en determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos o comunidades, o bien, las relaciones en tre estas; aún más, a veces ambos tipos de cambios. Entonces puedes disponer de los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos regularmente se especifican de antemano. Por ejemplo, un investigador que buscara analizar cómo evolucionan los niveles de empleo durante cinco años en una ciudad (comparaciones anuales); otro que pretendiera estudiar cómo ha cambiado el contenido sexual en las telenovelas de cierto país en los últimos 10 años, y uno más que buscará observar cómo se comporta la incidencia y prevalencia de una enfermedad en una población durante un lustro, pero con evaluaciones periódicas. (p. 180)

A través del proyecto de investigación se llevará a cabo un diseño de estudio no experimental de tipo transversal, dado que su propósito es examinar y analizar variables que no serán modificadas ni alteradas, y la recolección de datos se realizará en un único momento temporal.

Variables

Las variables consideradas en este estudio constituyen elementos esenciales para el análisis y la evaluación del sistema de gestión de inventarios de la empresa. A través de ellas se obtiene información objetiva que contribuye a la toma de decisiones y a la mejora del proceso.

En la Tabla 1 se presentan las variables utilizadas en el desarrollo del proyecto de investigación.

Tabla 1 Variables

Objetivos	Variables	Conceptual	Operacional	Instrumental
Describir las deficiencias del sistema de almacenamiento y control de inventario actual.	Sistema de almacenamiento y control de inventario.	Un inventario se fundamenta y está muy relacionado con dos funciones básicas en la empresa y su logística, como son la función de aprovisionamiento y distribución, ya que la empresa debe tener un gran control de sus inventarios para realizar los aprovisionamientos adecuados y a tiempo y lograr atender a la demanda de su producto. (Cruz, 2017, p.8)	% de materiales con sobre stock y bajo stock.	Reporte con herramienta digital.
Medir la afectación ocasionada por las deficiencias del sistema de almacenamiento y control de inventario actual.	Pérdidas generadas de materiales.	Menciona Cruz (2017) el concepto de pérdidas: Todos aquellos productos que tienen un índice de rotación mínimo van a suponer un coste de almacenamiento para las empresas.	Sumatoria de pérdidas asociadas a materiales vencidos, desechados o por fletes.	Programa de Excel para el análisis de datos.

Objetivos	Variables	Conceptual	Operacional	Instrumental
		Si este índice de rotación es muy bajo, indica a la empresa que ese producto no tiene salida en el mercado, lo que puede dar lugar a obsolescencia de este o a una pérdida de sus cualidades o características que hagan imposible su venta (por ejemplo, productos alimenticios). (p. 163)		
Analizar las causas del deficiente sistema de almacenamiento y control de inventario actual.	Causas de sobre stock y bajo stock.	“Un exceso y un deceso de stock pueden ser contraproducentes para la empresa, ya que, por un lado, no hace frente a la demanda, pero, por otro, puede soportar un sobre coste innecesario.” (Cruz, 2017, p. 119)	Índice de cobertura.	Reporte con herramienta digital.
Desarrollar una propuesta de sistema de almacenamiento y control de inventario.	Cumplimientos de objetivos planteados.	Objetivos de investigación: “Especifican lo que se pretende conocer como resultado de la investigación y deben expresarse con claridad, pues son las guías del estudio.	% de cumplimiento de objetivos.	Informe de entregables.

Objetivos	Variables	Conceptual	Operacional	Instrumental
		Comienzan con un verbo que conduzca a la acción.” (Hernández y Mendoza, 2018, p. 43)		
Establecer mecanismos de control para la propuesta de sistema de almacenamiento y control de inventario.	Indicadores de control.	“Los indicadores clave de rendimiento, también conocidos como KPI (siglas de key performance indicator) permiten medir y evaluar las consecuencias de las decisiones tomadas y sientan las bases para ajustar y regular las acciones presentes y futuras.” (Flamarique, 2018, p. 63)	% de indicadores de control implementados.	Cronograma de actividades.

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 1 contiene las variables que se utilizarán a lo largo del proyecto de investigación. Se detalla cada uno de los objetivos planteados al lado izquierdo de la tabla y para cada objetivo, se plantea la variable relacionada, asimismo se menciona el concepto o definición, el operacional y el instrumental a utilizar, esto permite una mayor comprensión del tema.

Muestra

La muestra empleada en este estudio corresponde a una selección de datos que facilita el análisis de la situación de la empresa. Su uso resulta esencial para la investigación, ya que asegura la validez de los resultados y permite implementar acciones concretas. Con la información obtenida será posible tomar decisiones de manera más sencilla y precisa.

En la Tabla 2 se presenta el detalle de las muestras asociadas a cada indicador, lo cual servirá como base para la recolección de datos a lo largo del proyecto de investigación.

Tabla 2 Muestra

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
% de materiales con sobre stock y bajo stock.	Poblacional.	Material.	(Total de materiales con sobre stock y bajo stock/total de materiales) x100 Periodo de recolección de datos: 01 mayo 2026 al 31 mayo 2026
Pérdidas registradas	Poblacional.	Material.	Sumatoria de pérdidas por materiales vencidos, desechados o fletes Periodo de recolección de datos: 01 enero 2024 al 31 marzo 2026
Índice de cobertura.	Poblacional.	Material.	Volumen de stock / promedio de la demanda diaria. Periodo de recolección de datos: 01 marzo 2026 al 31 marzo 2026
% de cumplimiento de objetivos.	Poblacional.	Entregables.	% Cumplimiento = (Objetivos cumplidos / Objetivos totales) x 100 Periodo: semana 1 a semana 25 de cronograma de Figura 31.
% de indicadores de control implementados.	Poblacional.	Indicadores.	% Indicadores implementados = (Indicadores implementados / indicadores propuestos) x 100 Periodo: semana 10 a semana 25 de cronograma de Figura 31.

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 2 contiene las muestras que se utilizarán en el proyecto de investigación. Se puede notar el indicador al lado izquierdo de la tabla y para cada uno se plantea el tipo de muestra, la unidad de muestreo y la fórmula.

Instrumentos

Las herramientas empleadas en el presente proyecto de investigación constituyen recursos fundamentales para la obtención de datos precisos y confiables, orientados a la medición de variables dentro del sistema de inventarios. La adecuada selección de estas herramientas asegura

la validez de los resultados y contribuye significativamente al proceso de análisis, favoreciendo la solidez de las conclusiones y la pertinencia de las decisiones derivadas del estudio.

En la Tabla 3 se puede ver los instrumentos que se utilizarán para cada indicador a lo largo del proyecto de investigación y el recurso requerido para poder aplicarlo.

Tabla 3 Instrumentos

Indicador	Instrumentos	Recursos requeridos
% de materiales con sobre stock y bajo stock.	Herramienta digital.	Informáticos.
Total de pérdidas registradas	Hoja de cálculo de Excel.	Informáticos.
Índice de cobertura.	Herramienta digital.	Informáticos.
% de cumplimiento de objetivos.	Hoja de cálculo de Excel.	Informáticos.
% de indicadores de control implementados.	Hoja de cálculo de Excel.	Informáticos.

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 3 contiene los instrumentos que se utilizarán en el proyecto de investigación. Se puede observar el indicador planteado al lado izquierdo de la tabla y para cada uno se plantea el instrumento y el recurso requerido para poder llevar a cabo su estudio.

Recolección De Datos

En esta sección se describe de forma detallada la manera en la que se planea recolectar la información y cuáles son las expectativas por lograr con la obtención de esa información.

La Tabla 4 muestra el método de recolección de datos.

Tabla 4 Recolección de datos

Indicador	Fuente de datos	Método de recolección de datos	Beneficios esperados
% de materiales con sobre stock y bajo stock.	Inventario de materiales.	1. Realizar un inventario de la cantidad de materiales. 2. Identificar los materiales que se encuentran por encima del	Identificar desequilibrios en los niveles de inventario para mejorar el control y la planificación del abastecimiento de materiales.

Indicador	Fuente de datos	Método de recolección de datos	Beneficios esperados
		stock máximo o por debajo del stock mínimo. 3. Contabilizar la cantidad de materiales con sobre stock y bajo stock. 4. Calcular el porcentaje respecto al total de materiales registrados. 5. Graficar los resultados mediante una herramienta digital. 6. Periodo de recolección de datos: 01 mayo 2026 al 31 mayo 2026	
Total de pérdidas registradas	Cálculo generado a partir de base de datos de Excel	1. Solicitar al proveedor registro de entregas de órdenes de compra. 2. Identificar órdenes de compra cerradas por vencimiento, desecho de material o pago de fletes. 3. Calcular el sumatoria de total de los costos. 4. Periodo de recolección de	Determinar la existencia de pérdidas de los materiales

Indicador	Fuente de datos	Método de recolección de datos	Beneficios esperados
		datos: 01 enero 2024 al 31 marzo 2026	
Índice de cobertura	Cálculo generado a partir de base de datos de Excel.	1. Determinar la demanda de materiales a partir de registro manual y/o procedimientos internos. 2. Ingresar los datos de demanda a una hoja de Excel. 3. Analizar los datos de la demanda de materiales mediante el promedio, 4. Determinar la demanda promedio de materiales 5. Determinar el índice de cobertura a partir de la demanda promedio y el stock fisco. 6. Graficar los resultados mediante una herramienta digital 7. Periodo de recolección de datos: 01 marzo 2026 al 31 marzo 2026	Determinar la durabilidad del stock actual para tomar acciones previas a su vencimiento o escasez
% de cumplimiento de objetivos.	Proyecto de investigación y	1. Ingresar el total de objetivos y	Determinar el cumplimiento del

Indicador	Fuente de datos	Método de recolección de datos	Beneficios esperados
	cálculo realizado en hoja de Excel.	el total de objetivos alcanzados a una hoja de Excel. 2. Calcular el % de cumplimiento de objetivos. 3. Periodo: semana 10 a semana 25 de cronograma de la Figura 31	100% de los objetivos.
% de indicadores de control implementados.	Proyecto de investigación y cálculo realizado en hoja de Excel.	1. Ingresar el total de indicadores propuestos y el total de indicadores implementados a una hoja de Excel. 2. Calcular el % de indicadores 3. Periodo: semana 10 a semana 25 de cronograma de la Figura 31 de control implementados.	Determinar la implementación de >80% de los indicadores propuestos.

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 4 contiene la información de los indicadores, las fuentes de donde se tomaron los datos, el método de la recolección y los beneficios que son esperados.

Método De Análisis

Los métodos de análisis aplicados en esta investigación constituyen herramientas esenciales para examinar e interpretar los datos obtenidos de manera rigurosa, objetiva y sistemática. Su implementación garantiza que las decisiones se fundamenten en evidencias verificables, favoreciendo así la solidez de los resultados y la pertinencia de las conclusiones.

En el apartado siguiente se presenta la Tabla 5, denominada Método de análisis.

Tabla 5 Método de análisis

Indicador	Análisis a realizar	Programa	Uso
% de materiales con sobre stock y bajo stock.	Identificar los materiales que se encuentran por encima del stock máximo o por debajo del stock mínimo y calcular el porcentaje respecto al total de materiales.	Excel.	Determinar desequilibrios en los niveles de inventario y mejorar el control del abastecimiento de materiales.
Total de pérdidas registradas	Calcular el impacto total de material vencidos, desechados y pago de fletes.	Excel.	Identificar las pérdidas generadas por el sistema actual.
Índice de cobertura.	Medir cuántos días o semanas puede cubrir el inventario actual según la demanda promedio.	Excel.	Evitar faltantes y planificar reposiciones.
% de cumplimiento de objetivos.	Determinar el % de objetivos logrados.	Excel.	Evaluar el avance del proyecto.
% de indicadores de control implementados.	Determinar el % de indicadores implantados.	Excel.	Medir nivel de implementación del sistema de control.

Nota: Cortés García Kevin

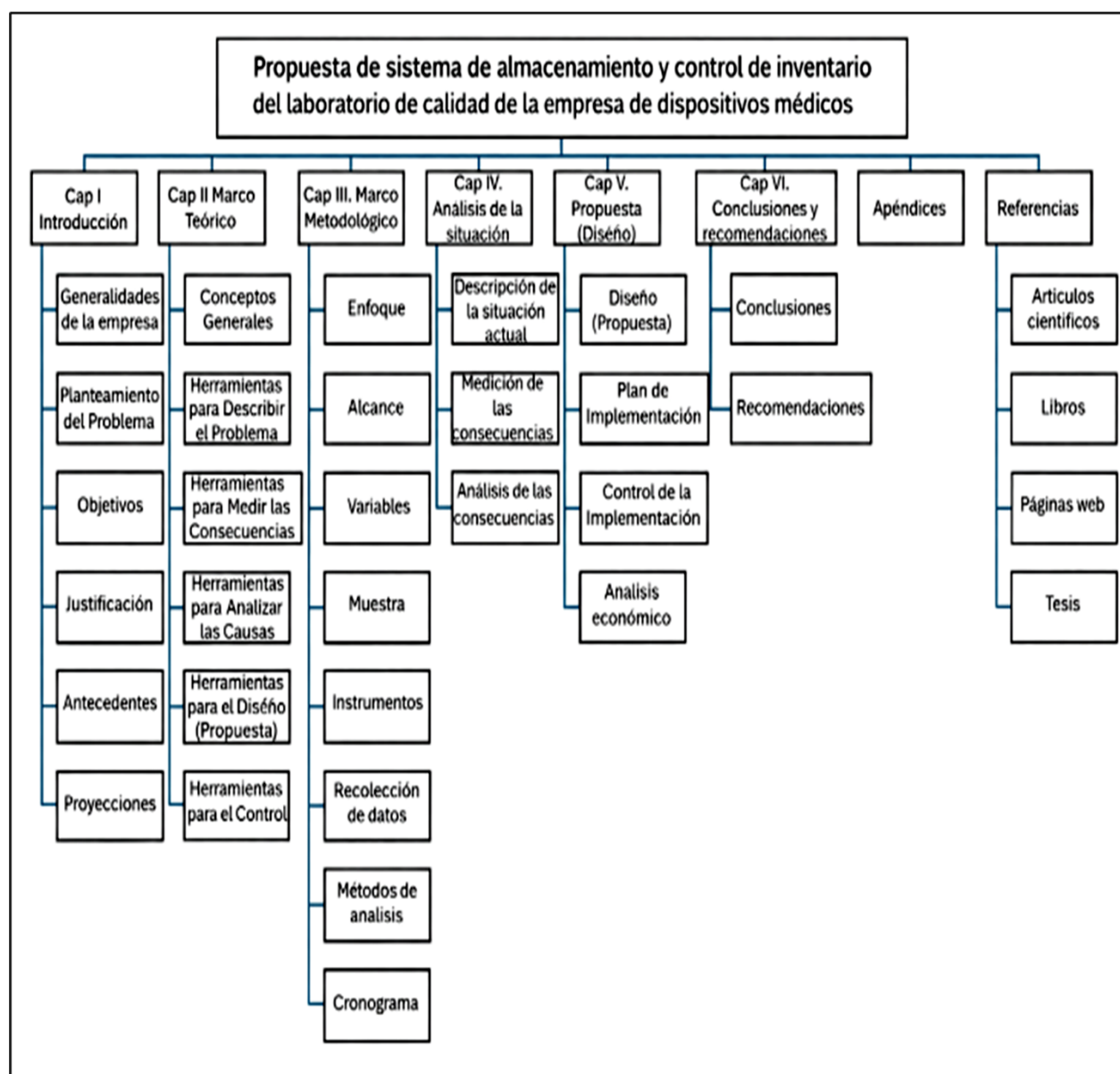
La Tabla 5 contiene el método de análisis que se utilizarán en el proyecto de investigación. Se puede observar que para cada uno de los objetivos planteados se encuentra el indicador, el análisis a realizar. Asimismo, se menciona el tipo de programa que se utiliza y el uso que se hará con la información recuperada.

Cronograma

El cronograma facilita el seguimiento de los plazos durante el desarrollo del proyecto, ya que permite visualizar de manera clara y ordenada su avance y evolución. La descomposición de las actividades contribuye a una mejor planificación del tiempo y garantiza el cumplimiento oportuno de las entregas.

La Figura 30 muestra la estructura completa del trabajo final de graduación.

Figura 30 Estructura del proyecto



Nota: Cortés García Kevin

La Figura 30 se muestra el desglose de la estructura completa del proyecto final de graduación. Detallado los 6 capítulos que son: la introducción, el marco teórico, el marco metodológico, el análisis de la situación actual, el diseño y por último las conclusiones y recomendaciones. Cada capítulo contiene subpartes.

La Figura 31 muestra la organización en la cual se llevará a cabo las actividades y que conforman el proyecto de investigación y los tiempos para realizar cada actividad

Figura 31 Cronograma

Actividad	Enero			Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Introducción del TFG y práctica de formato																											
Referencias																											
Estructura y formato																											
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN																											
Introducción																											
Generalidades de la Empresa																											
Planteamiento del Problema																											
Objetivo general y Objetivos específicos																											
Justificación																											
Antecedentes																											
Proyecciones																											
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO																											
Conceptos Generales																											
Definiciones relacionadas al tema TFG																											
Conceptos propios de la Industria																											
Indicadores relacionados con el tema TFG																											
Herramientas para la recolección de datos																											
Estadística																											
Herramientas para Describir el Problema																											
Herramientas para Medir las Consecuencias																											
Herramientas para Analizar las Causas																											
Herramientas para el Diseño																											
Herramientas para el Control de la Implementación del Diseño																											
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO																											
Enfoque																											
Alcance																											
Diseño																											
Variables																											
Muestra																											
Instrumentos																											
Recolección de Datos																											
Método de Análisis																											
Cronograma																											
Correcciones																											
Matrícula TFG																											
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL																											
Descripción del Problema																											
Medición de las Consecuencias																											
Análisis de las Causas																											
CAPÍTULO V PROPUESTA																											
Diseño																											
Análisis Económico																											
Plan de Implementación																											
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																											
Conclusiones																											
Recomendaciones																											
Entrega del documento																											

Nota: Cortés García Kevin

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

En el capítulo IV se presentará la descripción del problema. En este apartado se analizará la situación relacionada con el deficiente sistema de almacenamiento y control de inventario del laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos. Asimismo, se evaluarán las consecuencias derivadas de esta situación y las causas que la originan, con el fin de comprender con mayor claridad la realidad actual del almacén. Para ello, se realizará un análisis de la información y los datos suministrados por la empresa, utilizando diversas herramientas a lo largo del proceso de investigación que permitirán obtener una comprensión más detallada del problema.

Descripción Del Problema

El almacén del laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos presenta deficiencias significativas en el control de inventarios, el cual es prácticamente inexistente. Esta situación provoca la necesidad de realizar envíos expeditados debido a la falta de materiales, generando costos adicionales para la empresa. Asimismo, se registran pérdidas económicas asociadas al vencimiento de materiales perecederos, consecuencia del sobre stock ocasionado por la ausencia de una adecuada gestión del inventario.

Adicionalmente, el sistema de almacenamiento del almacén se considera ineficiente, debido a la falta de ayudas visuales, racks numerados y ubicaciones debidamente señalizadas. A esto se suma la presencia de pasillos utilizados como áreas de almacenamiento improvisadas, los cuales se convierten en espacios de difícil tránsito y limitan la visibilidad y el control de las existencias de materiales. Esta situación dificulta la organización, el acceso y la correcta administración de los insumos almacenados.

La falta de control en los materiales afecta directamente las actividades del laboratorio, ya que muchos de estos insumos se utilizan en las pruebas rutinarias de control de calidad de los lotes de manufactura de dispositivos médicos. En consecuencia, la ausencia o escasez de materiales puede provocar retrasos en la liberación de los lotes de producción, lo que a su vez genera incumplimientos en los plazos de entrega establecidos. Esta situación puede derivar en incumplimiento de contratos, pérdidas económicas y afectaciones a la reputación y prestigio de la empresa.

Mapa de procesos

Se elaboró un mapa de procesos con el fin de identificar los procesos estratégicos, operativos y de apoyo, así como la interacción existente entre ellos. Este análisis se realizó considerando las necesidades tanto de los clientes internos como externos, permitiendo visualizar cómo cada proceso contribuye de manera integrada al logro de un objetivo común: la satisfacción del cliente.

A continuación, en la Figura 32 se observa el mapa de procesos.

Figura 32 Mapa de procesos



Nota: Cortés García Kevin

El mapa de procesos presentado se estructura en tres niveles principales: procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de apoyo. En la parte superior se ubican los procesos estratégicos, los cuales están orientados a la planificación, control y mejora continua del sistema de inventarios, incluyendo la gestión de calidad y la gestión de inventarios. En el nivel central se encuentran los procesos operativos, que representan la cadena de valor del sistema, abarcando actividades clave como la compra de materiales, la recepción de insumos y el control de inventarios dentro del laboratorio. En la parte inferior se sitúan los procesos de apoyo, los cuales brindan soporte al sistema mediante la gestión de compras, la gestión financiera y la gestión de proveedores. Asimismo, el mapa evidencia que todo el sistema se origina a partir de las necesidades y

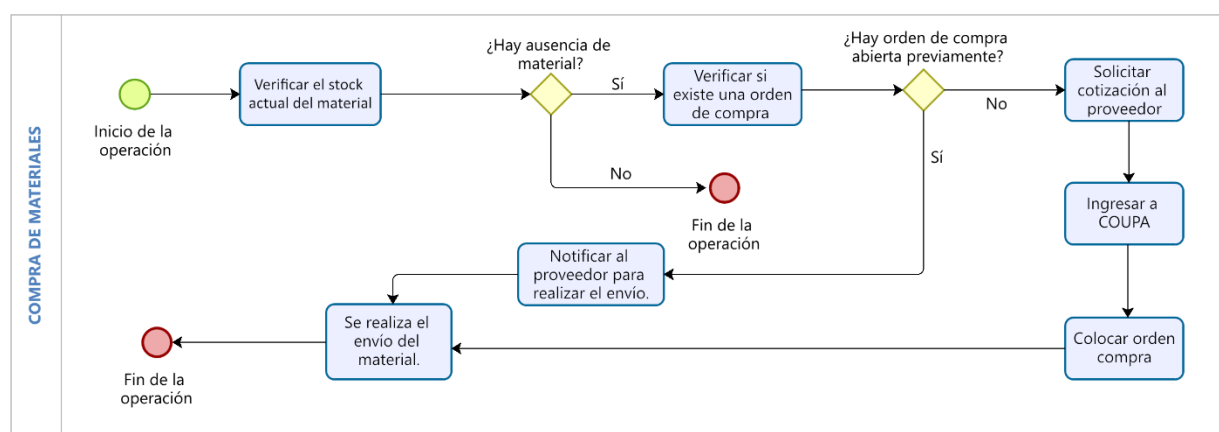
expectativas del cliente, y tiene como resultado final su satisfacción, lo que refleja un enfoque orientado a la mejora continua y a la eficiencia del servicio.

Diagrama de proceso

Se elaboró un diagrama del proceso de compra, recepción y almacenamiento de los materiales utilizados por el laboratorio de calidad, con el fin de identificar y analizar las actividades involucradas.

A continuación, en la Figura 33 se muestra el diagrama del proceso de compra de materiales.

Figura 33 Diagrama de proceso de la compra de materiales

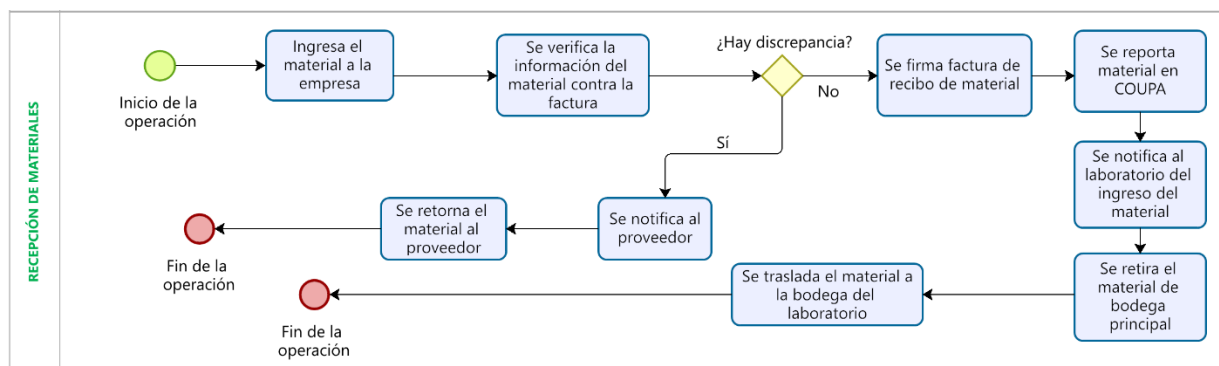


Nota: Cortés García Kevin

En el proceso de compra de materiales se evidencia una alta dependencia de decisiones manuales en actividades clave como la verificación de stock y la validación de órdenes de compra, lo que incrementa el riesgo de errores y retrasa la toma de decisiones. Además, se identifica una falta de integración entre los sistemas utilizados, ya que el control de inventarios, el sistema COUPA y la comunicación con proveedores operan de manera independiente, generando duplicidad de información y descontrol en los niveles de inventario.

A continuación, en la Figura 34 se muestra el diagrama del proceso de compra de recepción de materiales.

Figura 34 Diagrama de proceso de la recepción de materiales

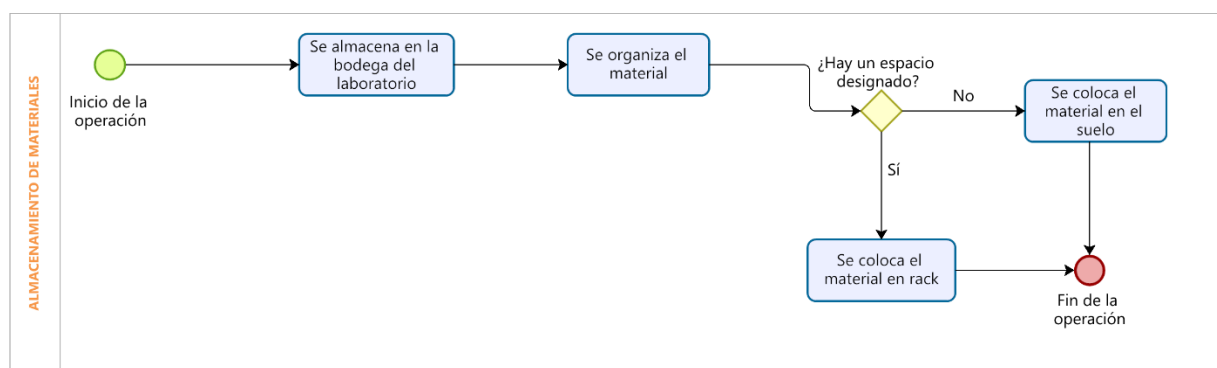


Nota: Cortés García Kevin

En la etapa de recepción de materiales se pueden llegar a presentar discrepancias y devoluciones, lo que refleja debilidades en la gestión de proveedores y en la validación previa de pedidos. Asimismo, se identifican movimientos innecesarios de materiales entre bodegas, lo cual incrementa los tiempos de operación y el riesgo de pérdidas o daños, afectando la eficiencia del proceso.

A continuación, en la Figura 35 se muestra el diagrama del proceso de almacenamiento de materiales.

Figura 35 Diagrama de proceso del almacenamiento de materiales



Nota: Cortés García Kevin

En el proceso de almacenamiento de materiales se observa la ausencia de espacios designados, lo que provoca que los materiales sean colocados en el suelo. Esto evidencia una falta de organización, estandarización y un diseño inadecuado del layout. En conjunto, estas condiciones limitan el

control y la trazabilidad de los materiales, reflejando un sistema poco estructurado que requiere mejoras para optimizar la gestión de inventarios.

SIPOC

Se elaboró un diagrama SIPOC para identificar los proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes relacionados al proceso investigado.

A continuación, en la Figura 36 se muestra el diagrama del proceso de compra de materiales.

Figura 36 Diagrama SIPOC

Proveedores (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salidas (O)	Clientes (C)
 Proveedores de materiales	 Materiales e insumos	 Recepción de materiales	 Materiales e insumos	 Laboratorio de calidad
 Departamento o de Recibo (Warehouse)	 Información de pedidos	 Verificación de materiales y registro en Sistema de COUPA	 Material disponible para su uso	 Laboratorio de calidad
 Personal interno	 Solicitudes y compra de materiales	 Almacenamiento o de materiales y su control de inventarios	 Información de stock	 Área de producción

Nota: Cortés García Kevin

Con base en el diagrama SIPOC realizado, se observa una alta dependencia de los proveedores de materiales, lo cual representa un factor crítico que puede afectar la disponibilidad de insumos en caso de retrasos o incumplimientos. Asimismo, el área de recepción (warehouse) se posiciona como un punto clave dentro del proceso, ya que interviene en la verificación y registro de los materiales, lo que la convierte en un posible foco de errores o retrasos operativos. Por otra parte, aunque se identifica el uso del sistema COUPA para el registro de información, su aplicación no abarca la totalidad del proceso, lo que sugiere una limitada integración tecnológica en el control de inventarios debido a que este sistema es utilizado únicamente para facturar y cantidades recibidas. En cuanto a las salidas, se destacan la disponibilidad de materiales y la información de stock, las

cuales son fundamentales para garantizar la continuidad de las operaciones del laboratorio de calidad y del área de producción.

Análisis FODA

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) es una herramienta fundamental en las organizaciones, ya que permite reconocer y analizar tanto los factores internos como externos que inciden en su desempeño y en el cumplimiento de sus objetivos. Dentro de este análisis, las amenazas adquieren especial relevancia, debido a que permite identificar los riesgos y retos potenciales que podrían impactar negativamente a la empresa.

A continuación, la Figura 37 muestra el análisis FODA.

Figura 37 Análisis FODA



Nota: Cortés García Kevin

El análisis FODA presentado en la Figura 37 evidencia que el laboratorio de calidad cuenta con fortalezas importantes, entre las que destacan la facilidad para la adquisición de materiales, una cultura organizacional orientada a la calidad y la existencia del sistema COUPA para la gestión de órdenes de compra y la recepción de materiales, lo que favorece el abastecimiento y el registro de los insumos requeridos para la operación. No obstante, presenta debilidades significativas, entre ellas la ausencia de un sistema formal de control de inventarios, la falta de integración entre los registros físicos y digitales, la baja trazabilidad de los materiales, los errores derivados de procesos manuales y el desorden en el área de almacenamiento, lo que genera duplicidad de compras y sobre inventario. En cuanto a las oportunidades, se identifican factores externos favorables, como la disponibilidad de tecnologías para la gestión digital de inventarios y la tendencia de la industria hacia la transformación digital y la automatización, las cuales pueden ser aprovechadas por la organización para fortalecer sus procesos de almacenamiento y control de inventarios. Finalmente, se identifican amenazas relevantes como los retrasos de los proveedores, el incremento en los costos logísticos, el riesgo de vencimiento de materiales, la afectación en los tiempos de entrega y la dependencia de insumos críticos, factores que podrían impactar negativamente la continuidad operativa del laboratorio.

Medición De Las Consecuencias

En esta sección se emplean diversas herramientas de análisis, tales como el diagrama de Pareto, el análisis de la demanda, la clasificación ABC, el análisis de costos logísticos, el análisis de costos asociados a materiales vencidos, la evaluación de duplicidad en órdenes de compra y el análisis de la capacidad física de almacenamiento, entre otras. Estas herramientas permiten identificar, analizar y priorizar aquellas situaciones que generan mayores efectos negativos en la operación del laboratorio de calidad y su bodega. A partir de la evaluación de variables como el sobre stock, los faltantes de materiales, los vencimientos y las compras innecesarias, se establece una base objetiva para la toma de decisiones, orientando los esfuerzos de mejora hacia las áreas de mayor impacto.

Pareto

El diagrama de Pareto se elaboró a partir del análisis de la recurrencia de los eventos registrados durante los meses de marzo, abril y mayo de 2026, relacionados con las deficiencias del sistema de almacenamiento y control de inventario del laboratorio de calidad. Las recurrencias de cada evento se obtuvieron mediante la recopilación y análisis de información proveniente de diferentes fuentes,

entre ellas el conteo físico del inventario, los registros de órdenes de compra, los reportes de fletes expeditados, el registro de materiales vencidos y la observación directa del área de almacenamiento para identificar materiales ubicados en el suelo. Posteriormente, se consolidó la información en una tabla de frecuencias, donde el número de ocurrencias de cada evento permitió establecer su nivel de recurrencia. Esta información cuantitativa sirvió de base para elaborar el diagrama de Pareto y priorizar las problemáticas que generan el mayor impacto en la operación, orientando los esfuerzos de mejora hacia aquellas causas con mayor incidencia.

A continuación, en la Tabla 6 se muestra las frecuencias de los efectos del problema del deficiente sistema de control y almacenamiento.

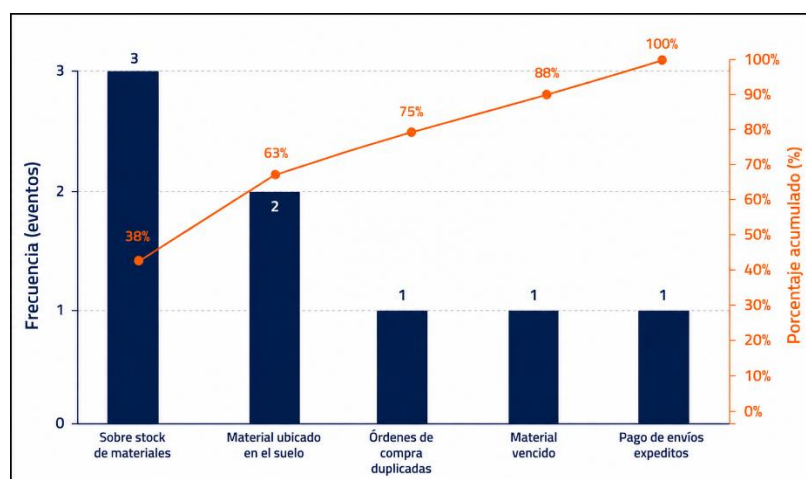
Tabla 6 Tabla de frecuencias de Pareto

Efectos asociados al problema investigado	Recurrencia de evento	% de Recurrencia	% Acumulado
Sobre stock de materiales	3	38%	38%
Material ubicado en el suelo	2	25%	63%
Órdenes de compra duplicadas	1	13%	75%
Material vencido	1	13%	88%
Pago de envíos expeditos	1	13%	100%

Nota: Cortés García Kevin

De acuerdo con el análisis de las recurrencias registradas durante el período comprendido entre marzo y mayo de 2026, se identificó que las principales incidencias corresponden al sobre stock de los materiales puntas despirogenizadas de 200 μ L, reservorios y jeringas de 60 cc, con un total de tres eventos. Asimismo, se registró la presencia de puntas despirogenizadas de 200 μ L y reservorios ubicados en el suelo, con dos eventos, situación atribuida a la insuficiencia de espacio disponible en el área de almacenamiento. Adicionalmente, se evidenció un evento relacionado con el vencimiento de puntas despirogenizadas de 20 μ L y un evento correspondiente al pago de un flete expedito, ocasionado por la ausencia de este mismo material.

A continuación, en la Figura 38 se muestra el diagrama de Pareto.

Figura 38 Diagrama de Pareto**Nota: Tabla 6 Tabla de frecuencias de Pareto**

El análisis del diagrama de Pareto evidencia que la mayor parte de las deficiencias identificadas en el sistema de almacenamiento y control de inventarios se concentra en un número reducido de causas. Como se observa en la Figura 38, las tres principales causas: sobre stock de materiales, material ubicado en el suelo y órdenes de compra duplicadas, representan de forma acumulada el 75% de las incidencias registradas. Este resultado confirma el principio de Pareto, el cual establece que una proporción relativamente pequeña de las causas es responsable de la mayor parte de los problemas presentes en un proceso.

Asimismo, se identifica que el sobre stock de materiales constituye la causa de mayor recurrencia, con una participación del 38% del total de los eventos analizados. En segundo lugar, el material ubicado en el suelo representa el 25% de las incidencias, lo que evidencia oportunidades de mejora relacionadas con la organización física del almacén y el aprovechamiento del espacio disponible. Por su parte, las órdenes de compra duplicadas, con un 13% de recurrencia, reflejan debilidades en la planificación de compras y en los mecanismos de control del inventario. Finalmente, las causas correspondientes a material vencido y pago de envíos expeditados presentan una participación individual del 13%.

En consecuencia, los resultados obtenidos permiten determinar que los esfuerzos de mejora deben enfocarse prioritariamente en las causas de mayor impacto, ya que su corrección permitiría reducir significativamente las deficiencias presentes en el sistema de almacenamiento y control de inventarios.

Análisis de demanda de materiales

El análisis de la demanda de materiales constituye una herramienta fundamental para comprender el comportamiento de consumo dentro del laboratorio de calidad, permitiendo identificar patrones, tendencias y variaciones en el uso de los insumos. A través del estudio de datos históricos y la aplicación de herramientas estadísticas, se busca determinar niveles adecuados de inventario que garanticen la disponibilidad oportuna de materiales, evitando tanto faltantes como excesos, sin embargo, este análisis no será aplicado a la totalidad de materiales del laboratorio. A continuación, se justifica el alcance de los materiales para este análisis de demanda.

Alcance de los materiales

Aunque en el almacén se utilizan diversos materiales, algunos no presentan un uso recurrente ni una demanda fácilmente estimable, ya que se adquieren únicamente según la necesidad. Un ejemplo claro es la cristalería y otros insumos que se compran conforme se dañan, se quiebran o cuando se percibe una disminución en su disponibilidad.

Por esta razón, el presente trabajo de investigación se centra en aquellos materiales que presentan rotación y un consumo mensual dentro de la bodega. Asimismo, se excluyen del análisis los materiales almacenados fuera de la bodega, como los ubicados en gavetas dentro del laboratorio.

En cumplimiento de las políticas de confidencialidad de la empresa y con base en la información suministrada, no se detallarán los números de referencia reales de los materiales adquiridos. No obstante, para efectos del proyecto, a cada material se le asignará un código identificador compuesto por la letra “M” seguida de un número, con el fin de garantizar su trazabilidad dentro del documento.

A continuación, la Tabla 7 detalla el alcance de los materiales del proyecto de investigación.

Tabla 7 Listado de materiales

Código	Descripción
M1	Filtros
M2	Frascos de muestreo (Tapa naranja)
M3	Frascos de tiosulfato
M4	Contenedores estériles (Falcon)
M5	Jeringas 60 CC
M6	Placas Petri de 100 mm de diámetro
M7	Blue wrap

Código	Descripción
M8	Toallas absorbentes
M9	Mangas estériles
M10	Gabachas desechables (Talla S)
M11	Gabachas desechables (Talla M)
M12	Gabachas desechables (Talla XL)
M13	Micro plates
M14	Reservorios
M15	Puntas despirogenizadas de 1 mL
M16	Puntas despirogenizadas de 200 μ L
M17	Puntas despirogenizadas de 20 μ L
M18	Puntas de repetidora 1 mL
M19	Puntas de repetidora de 2.5 mL
M20	Papel aluminio

Nota: Cortés García Kevin

Demanda histórica de materiales

La demanda histórica de al menos 12 materiales enlistados en el alcance de la investigación forma parte de los materiales enviados por uno de los proveedores principales por lo cual a partir del reporte de envíos del proveedor dentro del periodo 01 enero 2024 a 31 marzo 2026 se logra generar la siguiente tabla.

A continuación, la Tabla 8 muestra la demanda histórica de envíos realizados por el proveedor para 12 materiales.

Tabla 8 Demanda histórica de materiales

Año	Material	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
2024	Papel aluminio	0	10	10	0	9	0	0	10	20	5	15	0	79
2024	Blue Wrap	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	4
2024	Filtros	23	25	32	33	41	30	28	29	32	26	34	21	354
2024	Frascos de muestreo (Tapa naranja)	0	2	0	1	1	2	1	0	2	0	2	1	12
2024	Frascos de tiosulfato	200	0	200	200	200	0	200	200	0	0	200	0	1400
2024	Gabachas desechables (Talla M)	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	4
2024	Gabachas desechables (Talla S)	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	4
2024	Gabachas desechables (Talla XL)	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3
2024	Jeringa 60 CC	0	0	0	0	120	30	90	0	120	0	120	60	540
2024	Mangas estériles	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	9
2024	Placas Petri de 100 mm de diámetro	0	1	2	0	2	1	5	3	2	0	1	2	19
2024	Toallas absorbentes	2	4	3	5	5	4	2	5	4	3	5	3	45
2025	Papel aluminio	10	10	2	6	2	6	6	5	4	6	7	4	68
2025	Blue Wrap	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
2025	Filtros	28	35	29	20	38	32	13	23	29	18	0	3	268
2025	Frascos de muestreo (Tapa naranja)	1	1	2	0	2	1	2	1	1	1	1	1	14
2025	Frascos de tiosulfato	0	0	200	200	0	200	200	0	0	200	200	0	1200
2025	Gabachas desechables (Talla M)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3
2025	Gabachas desechables (Talla S)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
2025	Gabachas desechables (Talla XL)	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	4

Año	Material	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
2025	Jeringa 60 CC	120	240	0	0	60	150	0	60	0	90	91	0	811
2025	Mangas estériles	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	3	1	20
2025	Placas Petri de 100 mm de diámetro	2	0	0	0	3	0	1	1	1	0	1	0	9
2025	Toallas absorbentes	3	4	4	3	5	3	5	3	3	4	5	3	44
2026	Papel aluminio	12	6	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22
2026	Blue Wrap	0	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0
2026	Filtros	10	3	5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18
2026	Frascos de muestreo (Tapa naranja)	1	3	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4
2026	Frascos de tiosulfato	0	200	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	200
2026	Gabachas desechables (Talla M)	1	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1
2026	Gabachas desechables (Talla S)	0	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0
2026	Gabachas desechables (Talla XL)	1	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1
2026	Jeringa 60 CC	0	150	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	150
2026	Mangas estériles	1	1	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5
2026	Placas Petri de 100 mm de diámetro	1	2	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6
2026	Toallas absorbentes	6	3	3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12

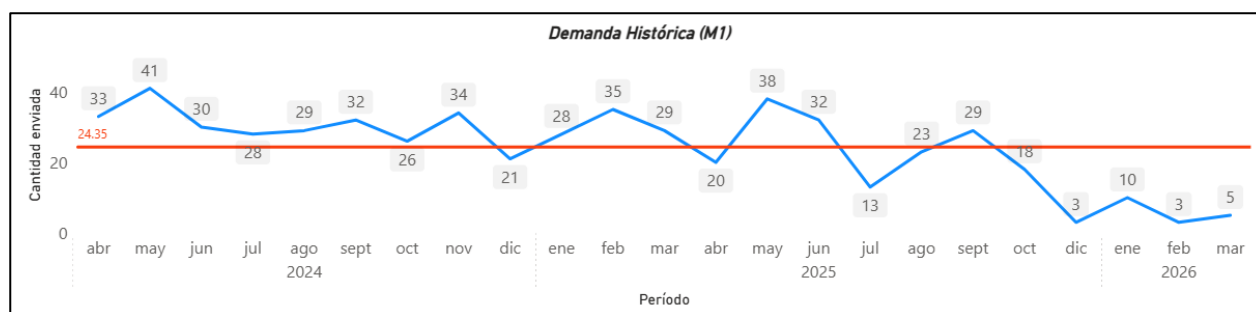
Nota: Cortés García Kevin

Filtros (Número de parte: M1)

La demanda histórica del material número de parte M1 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 abril 2024 al 31 marzo 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 39 se presenta la demanda histórica del material M1.

Figura 39 Demanda histórica (M1)

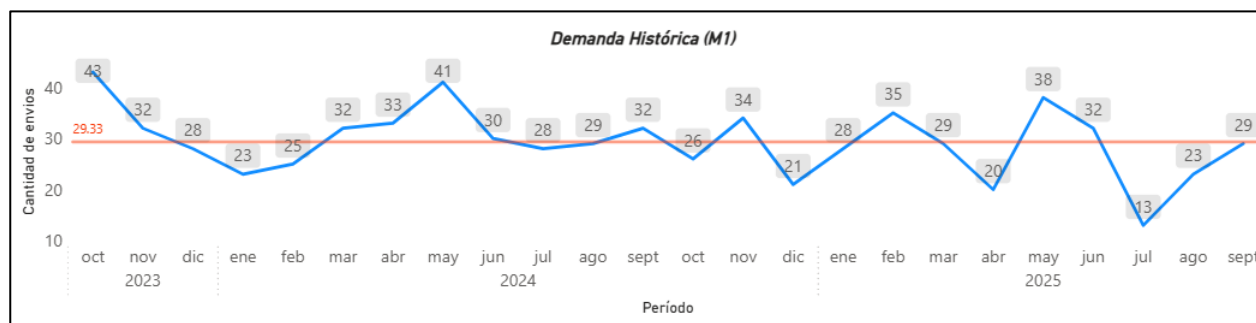


Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

La Figura 39 evidencia una demanda promedio mensual de 24.35 (línea roja). Sin embargo, debido a que a partir del octubre 2025 el consumo del material baja por un proyecto de ahorro en el cual un porcentaje del material representa otro número de parte suplido por otro proveedor, por lo tanto, la demanda del material M1 será calculada dentro del periodo del 01 octubre 2024 al 30 setiembre 2025 (24 meses) con el fin de no variar el promedio mensual ya que este cambio de suplidor no afecta la demanda del material en cuestión sin distinguir proveedores.

A continuación, en la Figura 40 se presenta la demanda histórica del material M1.

Figura 40 Demanda histórica (M1)



Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

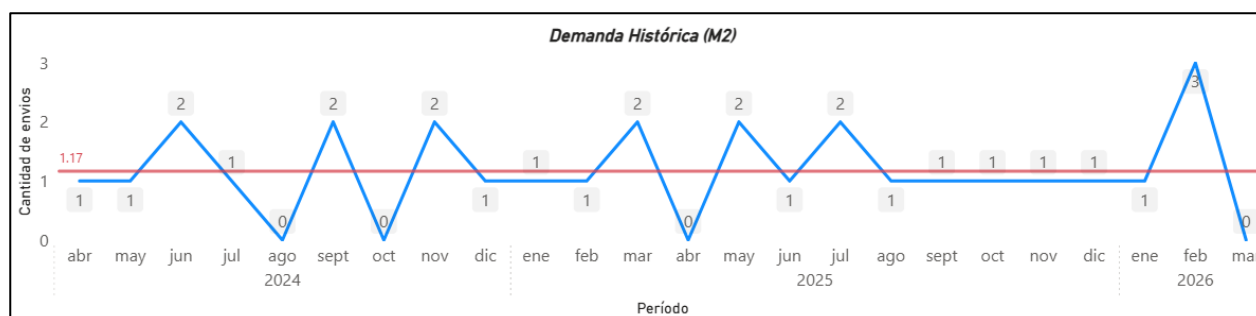
La Figura 40 evidencia una demanda promedio mensual de 29.33 (línea roja).

Frascos de muestreo (Tapa naranja) (Número de parte: M2)

La demanda histórica del material número de parte M2 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 abril 2024 al 31 marzo 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 41 se presenta la demanda histórica del material M2.

Figura 41 Demanda histórica (M2)



Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

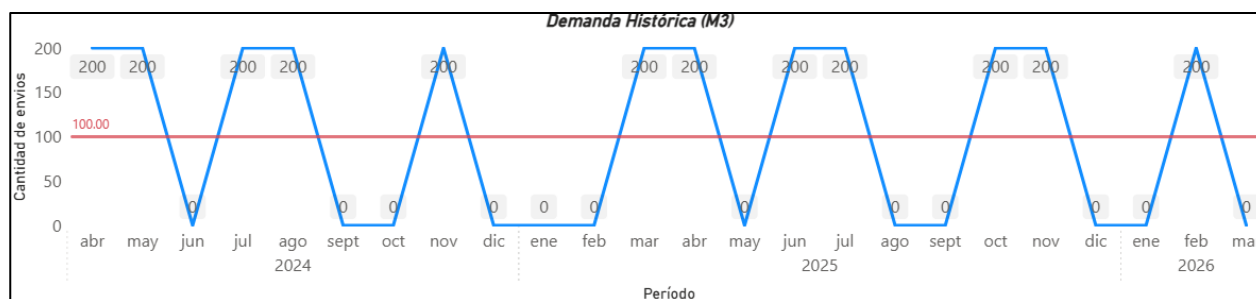
La Figura 41 evidencia una demanda promedio mensual de 1.17 cajas (línea roja).

Frascos de tiosulfato (Número de parte M3)

La demanda histórica del material número de parte M3 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 abril 2024 al 31 marzo 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 42 se presenta la demanda histórica del material M3.

Figura 42 Demanda histórica (M3)



Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

La Figura 42 evidencia una demanda promedio mensual de 100.00 unidades (línea roja). Por lo tanto, ya que la presentación de venta del material son 200 Unidades / Caja, la demanda promedio mensual de compra de cajas es 0,50 cajas. (100.00 unidades mensuales/200 unidades por caja).

Contenedores estériles (Falcon) (Número de parte: M4)

La demanda del material M4 se calculó mediante los procedimientos internos establecidos, debido a que el uso de este material está asociado una prueba de calidad que se ejecuta mensual y trimestralmente a un número determinado de muestras. Por lo tanto, no se requiere un histórico de registros de envíos para determinar la demanda.

A continuación, la Tabla 9 muestra la cantidad de material requerida por mes.

Tabla 9 Demanda de material M4

Nº de mes del trimestre	Meses	Demanda mensual de material
1	Enero Abril Julio Octubre	184
2	Febrero Mayo Agosto Noviembre	109
3	Marzo Junio Setiembre Diciembre	109
Demanda por trimestre		402
Demanda promedio mensual		134

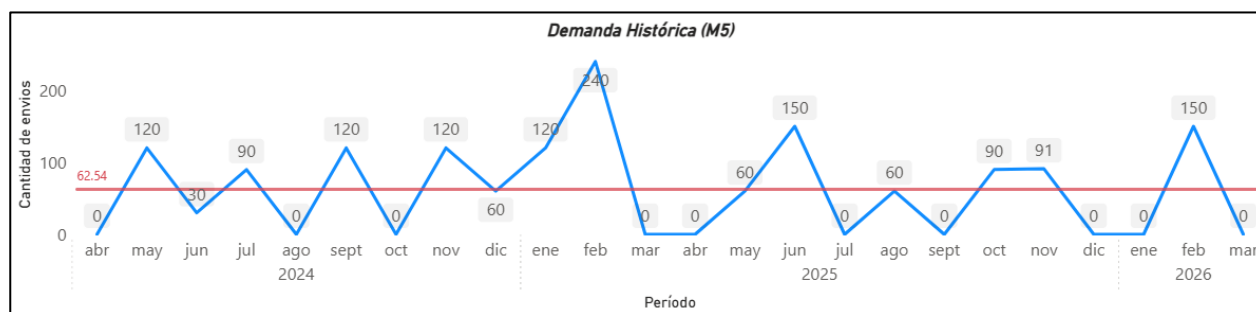
Nota: Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 9 evidencia una demanda promedio mensual de 134 unidades sin embargo ya que, al existir una demanda trimestral, es decir que hay muestras que se analizan 1 vez durante el trimestre, se debe considerar el primer mes de cada trimestre como el “peor escenario posible” para una demanda mensual por lo cual, ya que la presentación del material son 100 unidades por caja, la demanda mensual de cajas es 1.84 cajas “peor escenario” (184 unidades por mes /100 unidades).

Jeringas 60 CC (Número de parte M5)

La demanda histórica del material número de parte M5 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 abril 2024 al 31 marzo 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 43 se presenta la demanda histórica del material M5.

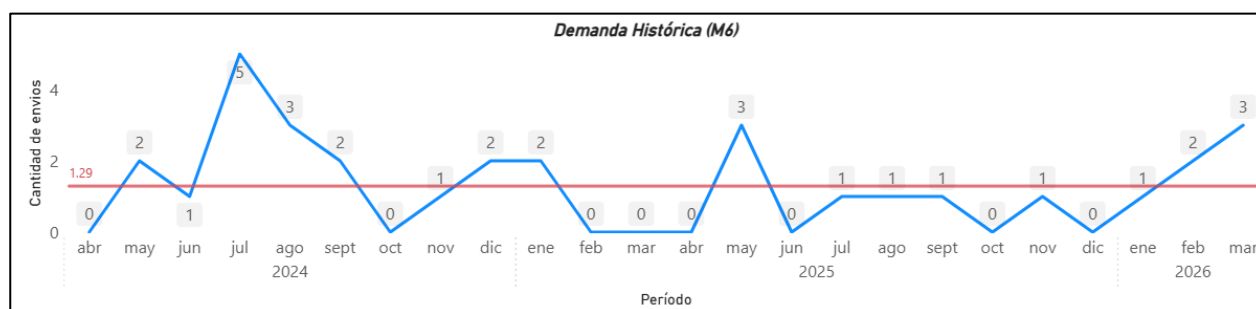
Figura 43 Demanda histórica (M5)**Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales**

La Figura 43 evidencia una demanda promedio mensual de $62.54 \approx 63$ unidades (línea roja). Por lo tanto, ya que la presentación de venta del material son 30 Unidades / Caja la demanda promedio mensual de compra de cajas es 2,08 cajas. ($62.54 \text{ unidades mensuales} / 30 \text{ unidades por caja}$).

Placas Petri de 100 mm de diámetro (Número de parte: M6)

La demanda histórica del material número de parte M6 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 abril 2024 al 31 marzo 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 44 se presenta la demanda histórica del material M6.

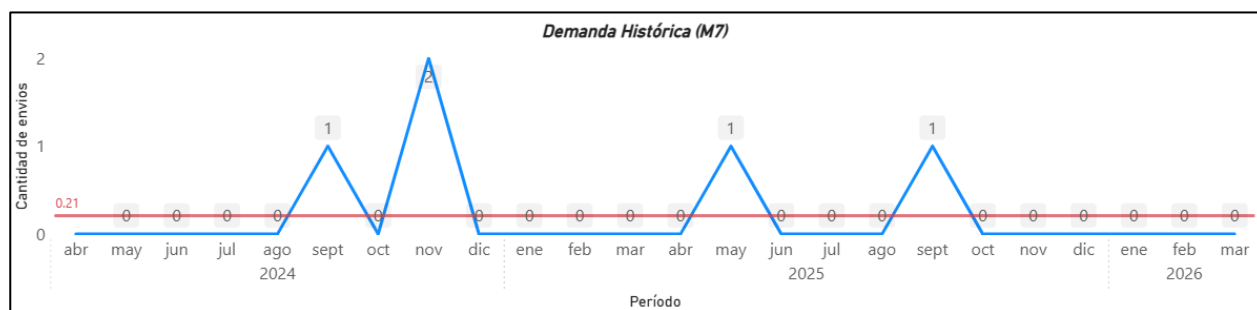
Figura 44 Demanda histórica (M6)**Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales**

La Figura 44 evidencia una demanda promedio mensual de 1.29 cajas (línea roja).

Blue Wrap (Número de parte: M7)

La demanda histórica del material número de parte M7 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 abril 2024 al 31 marzo 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 45 se presenta la demanda histórica del material M7.

Figura 45 Demanda histórica (M7)

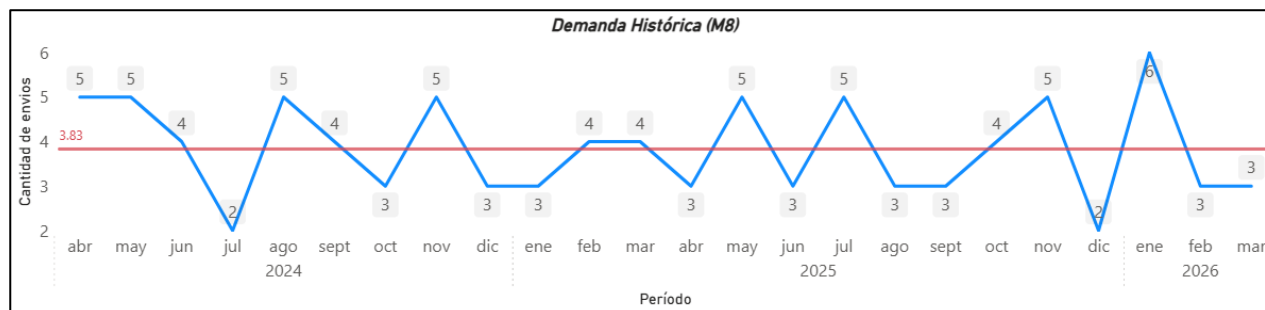
Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

La Figura 45 evidencia una demanda promedio mensual de 0.21 cajas (línea roja).

Toallas absorbentes (Número de parte: M8)

La demanda histórica del material número de parte M8 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 abril 2024 al 31 marzo 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 46 se presenta la demanda histórica del material M8.

Figura 46 Demanda histórica (M8)

Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

La Figura 46 evidencia una demanda promedio mensual de 3.83 cajas (línea roja).

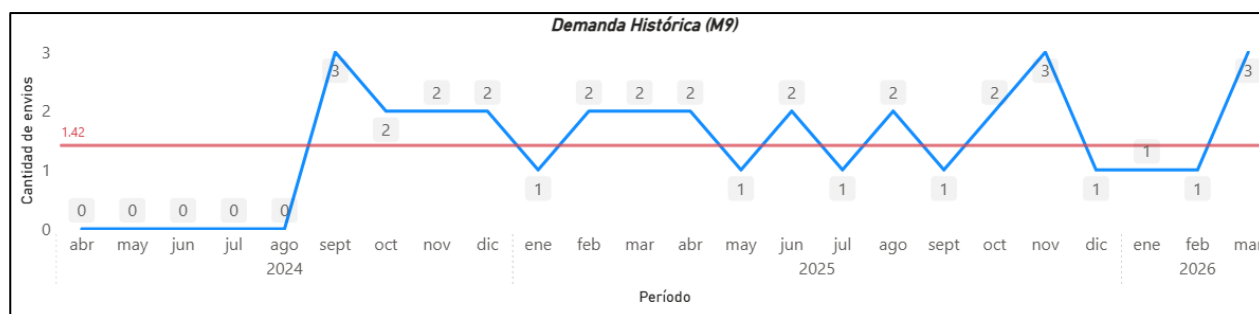
Mangas estériles (Número de Parte: M9)

La demanda histórica del material número de parte M9 fue calculada inicialmente mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo 01 de abril del 2024 al 31 de marzo del 2026 (24 meses). Sin embargo, ya que dentro del periodo de abril 2024 a agosto 2024 no se realizó ningún envío debido a que el número de parte no se utilizó, se omitió este periodo para

no afectar el promedio (consulte la Figura 47). Por lo tanto, la demanda fue calculada, dentro del periodo 01 de setiembre del 2024 al 31 de marzo (19 meses) (consulte la Figura 48).

A continuación, la Figura 47 muestra la demanda historia (calculada inicialmente) del material M9.

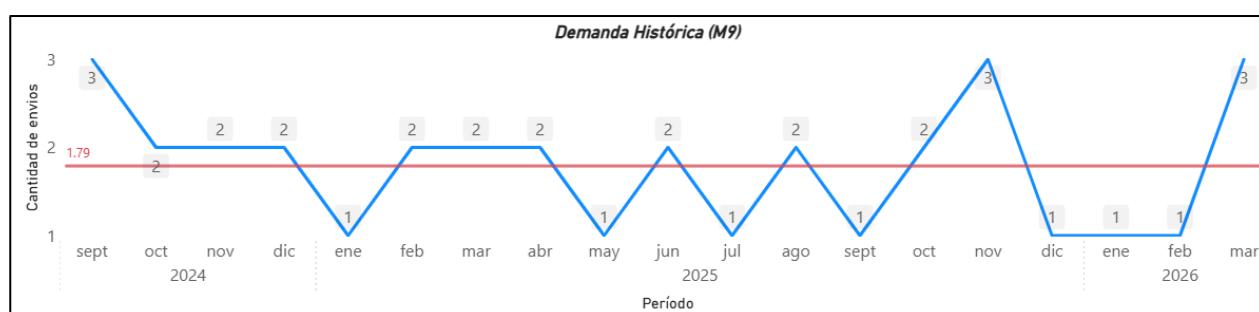
Figura 47 Demanda histórica (M9)



Nota: Cortés García Kevin

A continuación, la Figura 48 muestra la demanda historia del material M9.

Figura 48 Demanda histórica (M9)



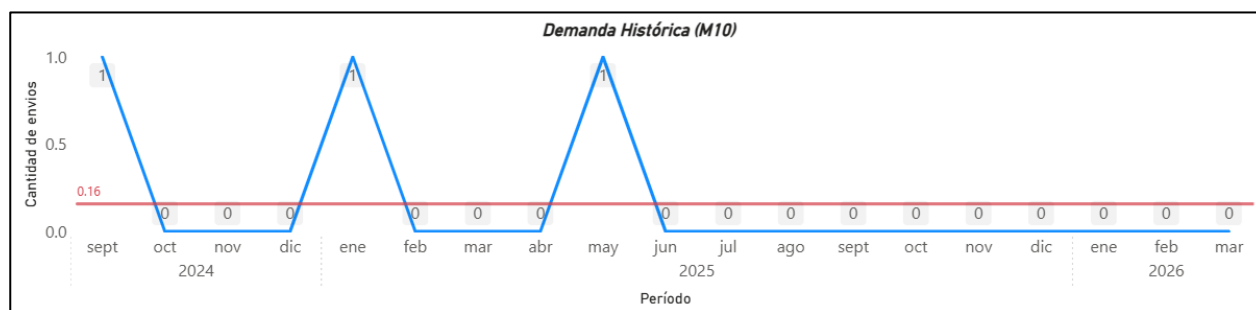
Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

La Figura 48 evidencia una demanda promedio mensual de 1.79 cajas (línea roja).

Gabachas desechables Talla S (Número de parte: M10)

La demanda histórica del material número de parte M10 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 abril 2024 al 31 marzo 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 49 se presenta la demanda histórica del material M10.

Figura 49 Demanda histórica (M10)

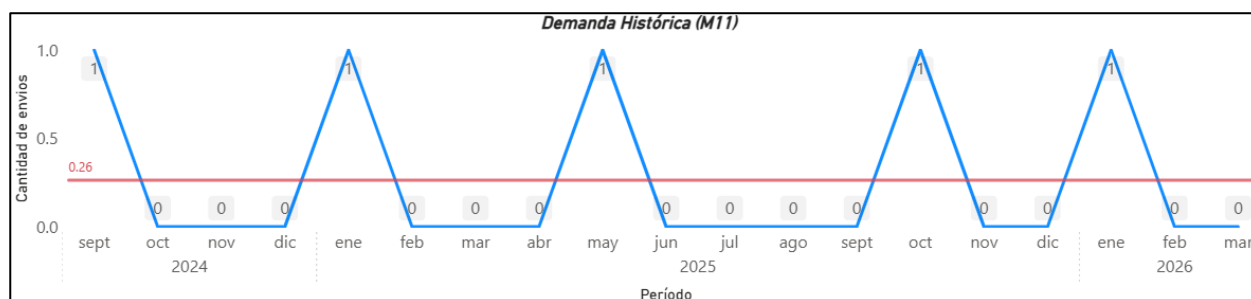
Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

La Figura 49 evidencia una demanda promedio mensual de 0.16 cajas (línea roja).

Gabachas desechables Talla M (Número de parte: M11)

La demanda histórica del material número de parte M11 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 abril 2024 al 31 marzo 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 50 se presenta la demanda histórica del material M11.

Figura 50 Demanda histórica (M11)

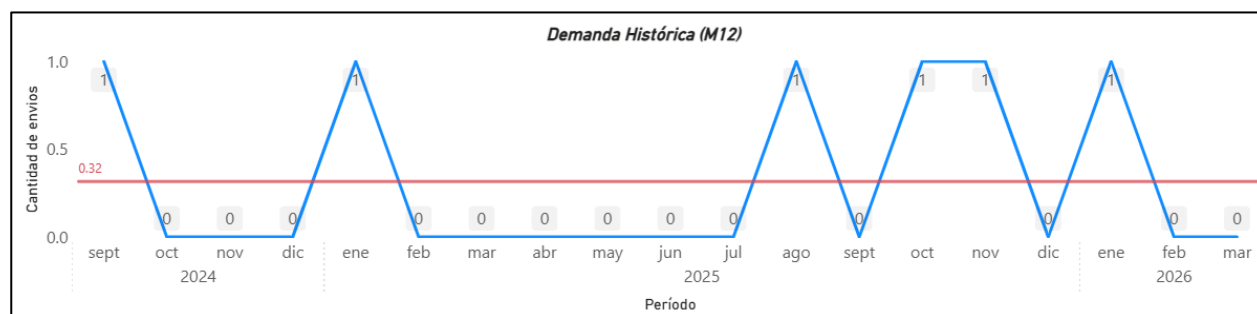
Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

La Figura 50 evidencia una demanda promedio mensual de 0.26 cajas (línea roja).

Gabachas desechables Talla XL (Número de parte: M12)

La demanda histórica del material número de parte M12 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 abril 2024 al 31 marzo 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 51 se presenta la demanda histórica del material M12.

Figura 51 Demanda histórica (M12)

Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

La Figura 51 evidencia una demanda promedio mensual de 0.32 cajas (línea roja).

Micro plates (Número de parte: M13)

La demanda histórica del material número de parte M13 fue calculada mediante la recolección de datos de consumo de cada unidad (Micro plate) durante 4 semanas (1 mes), posteriormente los datos fueron transferidos a una hoja de Excel para realizar el cálculo más exacto de la cantidad de cajas.

A continuación, en la Tabla 10 se presenta la demanda histórica del material M13.

Tabla 10 Demanda histórica (M13)

Material	Total (x mes)	Unidad	Demanda
Micro plates	23	Cajas (50 uds/CS)	0.46

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 10 evidencia una demanda promedio mensual de 0.46 cajas.

Reservorios (Número de parte: M14)

La demanda histórica del material número de parte M14 fue calculada mediante la recolección de datos de consumo de cada unidad durante 4 semanas (1 mes), posteriormente los datos fueron transferidos a una hoja de Excel para realizar el cálculo más exacto de la cantidad de cajas.

A continuación, en la Tabla 11 se presenta la demanda histórica del material M14.

Tabla 11 Demanda histórica (M14)

Material	Total (x mes)	Unidad	Demanda
Reservorios	22	Reservorios (100 uds/CS)	0.22

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 11 evidencia una demanda promedio de 0.22 cajas.

Puntas despirogenizadas de 1 mL (Número de parte: M15)

La demanda histórica del material número de parte M15 fue calculada mediante la recolección de datos de consumo de cada unidad durante 4 semanas (1 mes), posteriormente los datos fueron transferidos a una hoja de Excel para realizar el cálculo más exacto de la cantidad de cajas.

A continuación, en la Tabla 12 se presenta la demanda histórica del material M15.

Tabla 12 Demanda histórica (M15)

Material	Total (x mes)	Unidad	Demanda
Puntas de 1 mL despirogenizada	82	Caja (960 puntas/CS)	0.09

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 12 evidencia una demanda mensual de 0.09 cajas.

Puntas despirogenizadas de 200 µL (Número de parte: M16)

La demanda histórica del material número de parte M16 fue calculada mediante la recolección de datos de consumo de cada unidad durante 4 semanas (1 mes), posteriormente los datos fueron transferidos a una hoja de Excel para realizar el cálculo más exacto de la cantidad de cajas.

A continuación, en la Tabla 13 se presenta la demanda histórica del material M16.

Tabla 13 Demanda histórica (M16)

Material	Total (x mes)	Unidad	Demanda
Puntas de 200 Micro L	1255	Caja (960 puntas/CS)	1.31

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 13 evidencia una demanda mensual de 1.31 cajas.

Puntas despirogenizadas de 20 µL (Número de parte: M17)

La demanda histórica del material número de parte M17 fue calculada mediante la recolección de datos de consumo de cada unidad durante 4 semanas (1 mes), posteriormente los datos fueron transferidos a una hoja de Excel para realizar el cálculo más exacto de la cantidad de cajas.

A continuación, en la Tabla 14 se presenta la demanda histórica del material M17.

Tabla 14 Demanda histórica (M17)

Material	Total (x mes)	Unidad	Demanda
Puntas de 20 Micro L	15	Caja (960 puntas/CS)	0.02

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 14 evidencia una demanda mensual de 0.02 cajas.

Puntas de repetidora 1 mL (Número de parte: M18)

La demanda histórica del material número de parte M18 fue calculada mediante la recolección de datos de consumo de cada unidad durante 4 semanas (1 mes), posteriormente los datos fueron transferidos a una hoja de Excel para realizar el cálculo más exacto de la cantidad de cajas.

A continuación, en la Tabla 15 se presenta la demanda histórica del material M18.

Tabla 15 Demanda histórica (M18)

Material	Total (x mes)	Unidad	Demanda
Puntas de repetidora 1 mL	22	Reservorios (100 uds/CS)	0.22

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 15 evidencia una demanda mensual de 0.22 cajas.

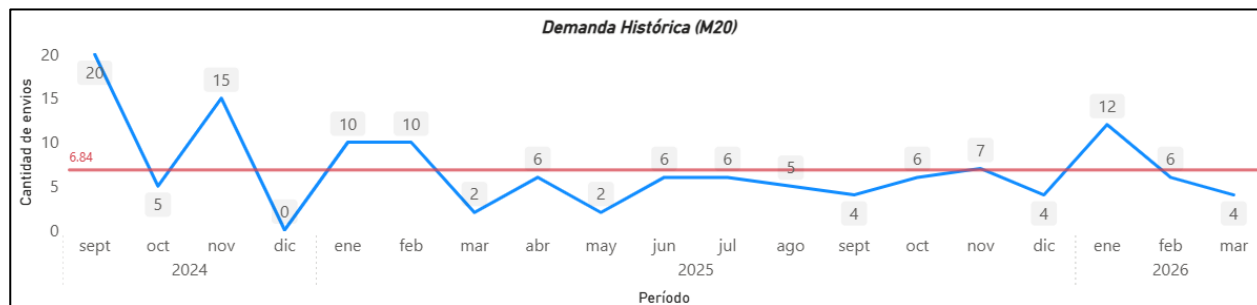
Puntas de repetidora de 2.5 mL (Número de parte: M19)

La demanda histórica del material número de parte M12 fue calculada mediante la frecuencia de uso del material (4 veces al mes) y procedimientos internos, por lo tanto, ya que la materia se utiliza 4 veces por mes para máximo 5 microorganismos utilizados en una prueba de calidad, la demanda mensual son 20 unidades. Asimismo, ya que la presentación del material es de 100 unidades por caja, la demanda del material es 0,2 cajas por mes (20 unidades /100 unidades),

Papel Aluminio (Número de parte: M20)

La demanda histórica del material número de parte M20 fue calculada mediante el registro de envíos históricos del proveedor, dentro del periodo del 01 de abril del 2024 al 31 de marzo del 2026 (24 meses).

A continuación, en la Figura 52 se presenta la demanda histórica del material M20.

Figura 52 Demanda histórica (M20)

Nota: Tabla 8 Demanda histórica de materiales

La Figura 52 evidencia una demanda mensual de 6.84 cajas (línea roja).

Cálculo de Stock mínimo

Para realizar el cálculo del stock mínimo se utilizó la fórmula especificada en la Figura 1. Asimismo, se consideró el número de días laborales de un mes típico son 22 días y el periodo de envío habitual del proveedor + 1 día por parte de la empresa recibiendo el material, este periodo será llamado “lead time mínimo” (LT Min). Por otra parte, la demanda mensual se utilizó sin redondeos con el propósito de no redondear valores de cálculo matemático que puedan inflar el resultado final, Por lo tanto, el único valor redondeado es el resultado final. Asimismo, dado que el cálculo realizado es para definir una cantidad de materiales, las reglas de redondeo matemático no aplican, es decir que cualquier resultado con decimales será redondeado hacia arriba.

La fórmula de stock mínimo utilizada es la siguiente:

$$\text{Stock Mínimo} = \left(\frac{\text{Demanda mensual}}{22 \text{ días laborales}} \right) \times (\text{lead time min})$$

Cálculo de Stock de seguridad

Para realizar el cálculo del stock de seguridad se utilizó la fórmula especificada en la Figura 2. Asimismo, se consideró el número máximo de días para realizar una entrega por el proveedor + 1 día por parte de la empresa recibiendo el material, este periodo será llamado “lead time máximo” (LT Max) y el número mínimo de días para una entrega por parte del proveedor + 1 día por parte de la empresa recibiendo el material, para obtener la diferencia de días en lead time que deben ser cubiertos por el stock de seguridad. Por otra parte, la demanda mensual se utilizó sin redondeos con el propósito de no redondear valores de cálculo matemático que puedan inflar el resultado final.

Por lo tanto, el único valor redondeado es el resultado final. Asimismo, dado que el cálculo realizado es para definir una cantidad de materiales, las reglas de redondeo matemático no aplican, es decir que cualquier resultado con decimales será redondeado hacia arriba.

La fórmula de stock de seguridad utilizada es la siguiente:

$$\text{Stock de seguridad} = (\text{lead time max} - \text{lead time min}) \times \left(\frac{\text{Demanda mensual}}{22 \text{ días laborales}} \right)$$

Cálculo del punto de pedido

Para realizar el cálculo del punto de pedido se utilizó la fórmula especificada en la Figura 3. Asimismo, se consideró el número mínimo de días para una entrega por parte del proveedor + 1 día por parte de la empresa recibiendo el material. Por otra parte, la demanda mensual se utilizó sin redondeos con el propósito de no redondear valores de cálculo matemático que puedan inflar el resultado final, Por lo tanto, el único valor redondeado es el resultado final. Asimismo, dado que el cálculo realizado es para definir una cantidad de materiales, las reglas de redondeo matemático no aplican, es decir que cualquier resultado con decimales será redondeado hacia arriba.

La fórmula del punto de pedido utilizada es la siguiente:

$$\text{Punto de pedido} = \left(\frac{\text{Demanda mensual}}{22 \text{ días laborales}} \right) \times (\text{lead time min}) + \text{Stock Seguridad}$$

Por otra parte, para facilitar el control del inventario, las cajas abiertas o en uso no se consideran como parte del stock disponible, ya que toda caja abierta debe interpretarse como material consumido o rebajado del inventario. En consecuencia, únicamente se contabilizan cajas completas, debido a que el conteo de unidades individuales dentro de cada caja implicaría un tiempo excesivo para la gestión operativa del inventario.

Bajo esta consideración, cuando el resultado del punto de pedido corresponde a un número entero redondeado, por ejemplo 1, se establece que la reposición del material debe realizarse cuando la cantidad disponible sea menor (“<”) al punto de pedido definido. Esta adaptación se implementa debido a que trabajar con valores decimales resulta poco práctico cuando la unidad de medida utilizada corresponde a cajas completas.

Asimismo, esta metodología permite evitar la generación de sobre stock, considerando que siempre existe una caja en uso fuera del inventario contabilizado. De esta manera, cuando una nueva caja

de stock es abierta para consumo, el inventario disponible pasa automáticamente a ser menor a 1, indicando la necesidad de gestionar la compra o reposición del siguiente material.

Es importante destacar que esta adaptación no representa un riesgo para la disponibilidad de materiales, ya que un inventario menor a 1 implica que aún existe una caja abierta en uso, la cual puede interpretarse operativamente como un valor aproximado de 0.999. Además, previamente el resultado del punto de pedido fue redondeado hacia arriba, incorporando un margen adicional de protección. Sumado a esto, la existencia del stock de seguridad permite cubrir posibles variaciones en la demanda o retrasos en el abastecimiento, garantizando así la continuidad de las operaciones del laboratorio.

A continuación, la Tabla 16 muestra un resumen de los cálculos realizados en donde los valores representados con la abreviación “SR” son valores sin redondear y los valores representados con la abreviación “R” son resultados redondeados hacia arriba.

Tabla 16 Resumen de la demanda, stock mínimo, stock de seguridad y punto de pedido

Código de material	Demanda mensual	Demanda diaria	LT (Min)	LT (Max)	Stock Mínimo		Stock de seguridad		Punto de pedido	
	SR	SR			SR	R	SR	R	SR	R
M1	29.330	1.333	4	8	5.333	6	5.333	6	10.665	<11
M2	1.170	0.053	4	8	0.213	1	0.213	1	0.425	<1
M3	0.500	0.023	4	8	0.091	1	0.091	1	0.182	<1
M4	1.840	0.084	8	15	0.669	1	0.585	1	1.255	<2
M5	2.080	0.095	4	8	0.378	1	0.378	1	0.756	<1
M6	1.290	0.059	4	8	0.235	1	0.235	1	0.469	<1
M7	0.210	0.010	4	8	0.038	1	0.038	1	0.076	<1
M8	3.830	0.174	4	8	0.696	1	0.696	1	1.393	<2
M9	1.420	0.065	4	8	0.258	1	0.258	1	0.516	<1
M10	0.160	0.007	4	8	0.029	1	0.029	1	0.058	<1
M11	0.260	0.012	4	8	0.047	1	0.047	1	0.095	<1
M12	0.320	0.015	4	8	0.058	1	0.058	1	0.116	<1
M13	0.460	0.021	15	29	0.314	1	0.293	1	0.606	<1
M14	0.220	0.010	15	29	0.150	1	0.140	1	0.290	<1
M15	0.090	0.004	4	8	0.016	1	0.016	1	0.033	<1
M16	1.310	0.060	4	8	0.238	1	0.238	1	0.476	<1
M17	0.020	0.001	4	8	0.004	1	0.004	1	0.007	<1
M18	0.220	0.010	4	8	0.040	1	0.040	1	0.080	<1
M19	0.200	0.009	4	8	0.036	1	0.036	1	0.073	<1
M20	6.840	0.311	4	8	1.244	2	1.244	2	2.487	<3

Nota: Cortés García Kevin

Stock máximo permitido

Para establecer el stock máximo permitido de almacenamiento, este será determinado con base en la demanda y frecuencia de consumo de cada material. De esta manera, la frecuencia de despacho podrá ajustarse según la cantidad requerida, evitando la generación de sobre stock innecesario, especialmente en materiales cuyas dimensiones ocupan una gran cantidad de espacio dentro de la bodega. Asimismo, esta metodología permitirá mantener niveles adecuados de inventario para aquellos materiales que no requieren un control semanal constante.

Por otra parte, se identificó que ningún material recibido por la planta cuenta con una fecha de expiración menor a 6 meses. Además, debido a que la mayoría de los números de parte corresponden a materiales estériles, estos poseen fechas de expiración que oscilan entre 1 y 3 años, lo cual permite su almacenamiento durante períodos prolongados sin representar un riesgo significativo de vencimiento.

Asimismo, no todos los materiales son suministrados por el mismo proveedor. Existe un proveedor principal responsable de una gran parte de los materiales utilizados, el cual mantiene aproximadamente 3 meses de inventario en bodegas ubicadas en Costa Rica. Debido a esto, realizan despachos de material una vez por semana y lleva a cabo revisiones semanales del inventario de la bodega del laboratorio. Esta modalidad permite mantener niveles de stock máximo relativamente bajos para aquellos materiales que cuentan con abastecimiento y monitoreo semanal.

Sin embargo, existen otros materiales que no poseen este beneficio debido a que son suministrados por proveedores distintos. En estos casos, las compras se realizan de forma anual o mediante entregas parciales previamente planificadas.

Por lo tanto, el stock máximo permitido fue definido según las características logísticas y de almacenamiento de cada material. Los materiales cuyas cajas no representan un alto consumo de espacio podrán almacenarse en cantidades equivalentes a la demanda anual. En contraste, aquellos materiales que requieren mayor espacio de almacenamiento tendrán un stock máximo mensual o trimestral. Finalmente, los materiales con abastecimiento semanal mantendrán un stock máximo semanal o mensual, dependiendo de su consumo y frecuencia de reposición.

El stock máximo para materiales de despacho semanal será calculado considerando una semana adicional de inventario. Por consiguiente, el cálculo se realizará a partir de la demanda diaria

multiplicada por 10 días laborales. Para materiales de despacho anual será igual a la demanda anual y para materiales con despacho trimestral será igual a la demanda trimestral del material.

A continuación, la Tabla 17 detalla el stock máximo determinado para cada material donde los valores representados con la abreviación “SR” son valores sin redondear y los valores representados con la abreviación “R” son resultados redondeados hacia arriba al tratarse de cajas de material.

Tabla 17 Determinación de stock máximo

Código de material	Demanda diaria	Demanda mensual	Demanda anual	Stock máximo		Despacho
	SR	SR	SR	SR	R	
M1	1.333	29.330	351.960	13.33	14	Semanal
M2	0.053	1.170	14.040	0.530	1	Semanal
M3	0.023	0.500	6.000	0.230	1	Semanal
M4	0.084	1.840	22.080	5.520	6	Trimestral
M5	0.095	2.080	24.960	0.950	1	Semanal
M6	0.059	1.290	15.480	0.590	1	Semanal
M7	0.010	0.210	2.520	0.100	1	Semanal
M8	0.174	3.830	45.960	1.740	2	Semanal
M9	0.065	1.420	17.040	0.650	1	Semanal
M10	0.007	0.160	1.920	0.070	1	Semanal
M11	0.012	0.260	3.120	0.120	1	Semanal
M12	0.015	0.320	3.840	0.150	1	Semanal
M13	0.021	0.460	5.520	0.210	6	Anual
M14	0.010	0.220	2.640	0.100	3	Anual
M15	0.004	0.090	1.080	0.040	2	Anual
M16	0.060	1.310	15.720	0.600	1	Semanal
M17	0.001	0.020	0.240	0.010	1	Anual
M18	0.010	0.220	2.640	0.100	3	Anual
M19	0.009	0.200	2.400	0.090	3	Anual
M20	0.311	6.840	82.080	3.110	4	Semanal

Nota: Cortés García Kevin

Por lo tanto, los materiales M13, M14, M15, M17, M18 y M19 pueden mantenerse almacenados de forma anual sin representar un riesgo significativo de sobre stock, debido a que poseen una baja demanda, el control con el proveedor no requiere revisiones semanales y además ocupan un espacio físico reducido dentro del almacén.

Por otra parte, el material M4 debe almacenarse de manera trimestral, es decir, al inicio de cada trimestre deberá ingresar la totalidad del material correspondiente a dicho período. Esto se debe a

que representa el escenario más crítico asociado a muestras analizadas trimestralmente, por lo que resulta necesario garantizar su disponibilidad durante todo el ciclo operativo.

Finalmente, los demás materiales no requieren mantener un stock máximo elevado, ya que son revisados semanalmente y cuentan con lead times cortos, lo que permite realizar reposiciones frecuentes y mantener niveles de inventario más controlados.

Clasificación ABC

Se realizó una clasificación ABC de los materiales según su importe anual, con el objetivo de identificar aquellos que requieren mayor control y seguimiento debido a su alto valor económico.

A continuación, la Tabla 18 muestra la clasificación ABC según el consumo anual.

Tabla 18 Clasificación ABC

Cód. Material	Demanda Mensual	Demanda Anual	Precio unitario	Costo Anual	% Costo Anual	% Acumulado	Clasificación ABC
M1	29.33	351.96	\$ 282.00	\$ 99,252.72	78.30%	78.30%	A
M8	3.83	45.96	\$ 145.00	\$ 6,664.20	5.26%	83.56%	B
M9	1.72	20.64	\$ 230.07	\$ 4,748.64	3.75%	87.30%	B
M16	1.31	15.72	\$ 222.01	\$ 3,490.00	2.75%	90.06%	B
M13	0.46	5.52	\$ 409.00	\$ 2,257.68	1.78%	91.84%	B
M3	0.54	6.48	\$ 420.00	\$ 2,721.60	2.15%	93.99%	B
M2	1.17	14.04	\$ 98.98	\$ 1,389.68	1.10%	95.08%	C
M6	1.25	15	\$ 70.63	\$ 1,059.45	0.84%	95.92%	C

Cód. Material	Demanda Mensual	Demanda Anual	Precio unitario	Costo Anual	% Costo Anual	% Acumulado	Clasificación ABC
M4	0.74	8.88	\$ 118.00	\$ 1,047.84	0.83%	96.74%	C
M19	0.20	2.4	\$ 354.00	\$ 849.60	0.67%	97.41%	C
M5	2.25	27	\$ 31.20	\$ 842.40	0.66%	98.08%	C
M18	0.22	2.64	\$ 202.75	\$ 535.26	0.42%	98.50%	C
M7	0.21	2.52	\$ 165.22	\$ 416.35	0.33%	98.83%	C
M12	0.33	3.96	\$ 92.16	\$ 364.95	0.29%	99.12%	C
M11	0.29	3.48	\$ 92.16	\$ 320.72	0.25%	99.37%	C
M15	0.09	1.08	\$ 222.01	\$ 239.77	0.19%	99.56%	C
M10	0.21	2.52	\$ 91.57	\$ 230.76	0.18%	99.74%	C
M20	6.46	77.52	\$ 2.46	\$ 190.70	0.15%	99.89%	C

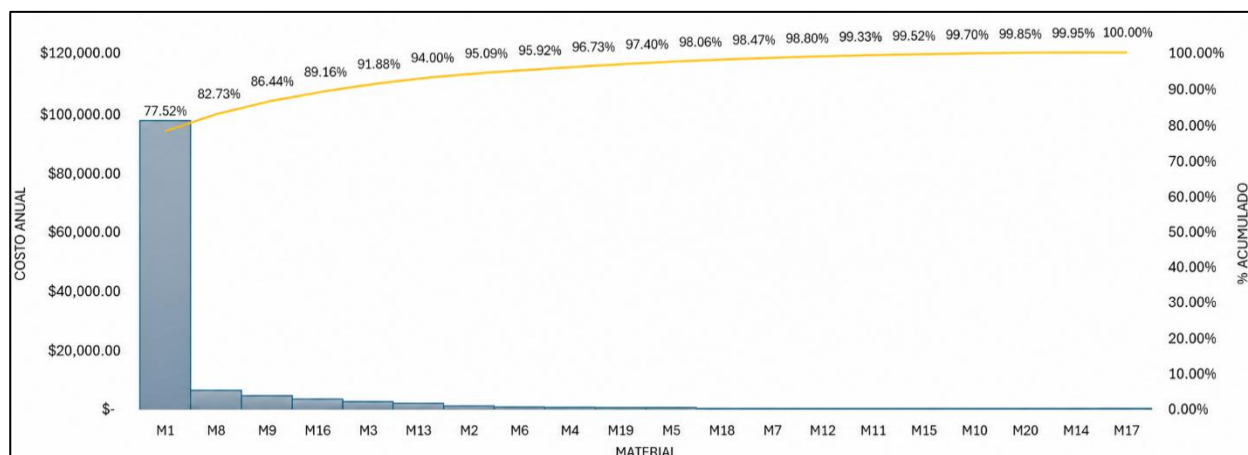
Cód. Material	Demanda Mensual	Demanda Anual	Precio unitario	Costo Anual	% Costo Anual	% Acumulado	Clasificación ABC
M14	0.22	2.64	\$ 28.30	\$ 74.71	0.06%	99.95%	C
M17	0.02	0.24	\$ 256.00	\$ 61.44	0.05%	100.00%	C

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 18 presenta la clasificación ABC de los materiales utilizados en el laboratorio de calidad, realizada con base en su nivel de consumo e impacto dentro de la operación. Esta herramienta permite identificar los materiales de mayor relevancia para el control de inventarios, priorizando aquellos que representan un mayor porcentaje del consumo o costo total. A partir de esta clasificación, se facilita la toma de decisiones relacionadas con el abastecimiento, almacenamiento y control de los insumos, contribuyendo a una mejor gestión del inventario y reducir riesgos asociados a faltantes o sobre stock.

Con base en la Tabla 18 se realizó un gráfico de clasificación ABC, el cual se muestra en la Figura 53 a continuación.

Figura 53 Gráfico ABC



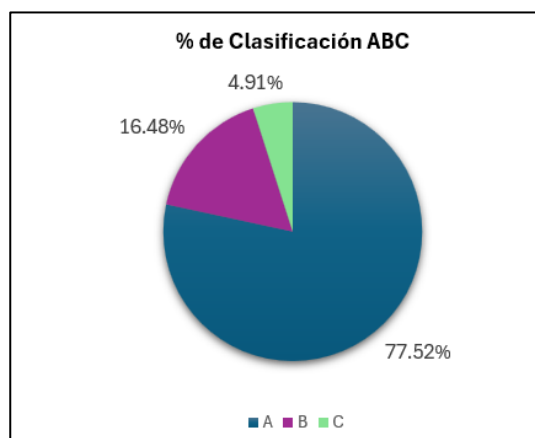
Nota: Tabla 18 Clasificación ABC

Con base en la clasificación ABC queda evidenciado los materiales de mayor importancia para el laboratorio de dispositivos médicos, por lo tanto, se debe invertir esfuerzos en tener un adecuado control de inventario de los siguientes materiales:

- Filtros (M1), clasificación A
- Toallas absorbentes (M8), clasificación B
- Mangas estériles (M9), clasificación B
- Puntas despirogenizadas de 200 μ L (M16), clasificación B
- Micro plates (M13), clasificación B
- Frascos de tiosulfato (M3), clasificación B

Con el propósito de evidencia el cumplimiento de los porcentajes de cada clasificación ABC se realizó un gráfico de pastel.

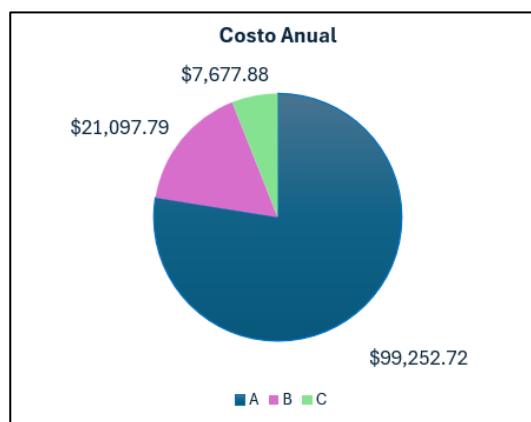
A continuación, la Figura 54 muestra la clasificación ABC porcentualmente.

Figura 54 Porcentaje de clasificación ABC

Nota: Tabla 18 Clasificación ABC

La Figura 54 evidencia una marcada concentración del consumo en los materiales clasificados como categoría A. En términos porcentuales, estos representan el 77.52% del total, mientras que la categoría B corresponde al 16.48% y la categoría C apenas al 4.91%. Estos resultados confirman el principio de la clasificación ABC, según el cual aproximadamente el 80% del consumo se concentra en los materiales tipo A, el 15% en los tipos B y el 5% en los tipos C.

A continuación, la Figura 55 muestra el costo anual de acuerdo con la clasificación ABC.

Figura 55 Costo Anual / Clasificación ABC

Nota: Tabla 18 Clasificación ABC

La Figura 55 refleja el costo anual, donde los artículos A concentran la mayor inversión con \$99,252.72, seguidos por los B con \$21,097.79 y los C con \$7,677.88. Este comportamiento indica que una pequeña proporción de los materiales genera la mayor parte del impacto económico, por

lo que se vuelve fundamental enfocar los esfuerzos de control, gestión y optimización en la categoría A, asegurando una adecuada planificación de compras, niveles de inventario y monitoreo constante, mientras que las categorías B y C pueden manejarse con políticas menos estrictas sin comprometer significativamente los costos totales.

Medición de costos logísticos

Un análisis de la cantidad de envíos expeditados (fletes) se realizó con el propósito de determinar los costos que se han generado a partir de la ausencia o vencimientos de los materiales. Asimismo, para este análisis se utilizó un registro proporcionado por el proveedor de los envíos aéreos realizados.

A continuación, la Tabla 19 presenta las cantidades de envíos expeditados.

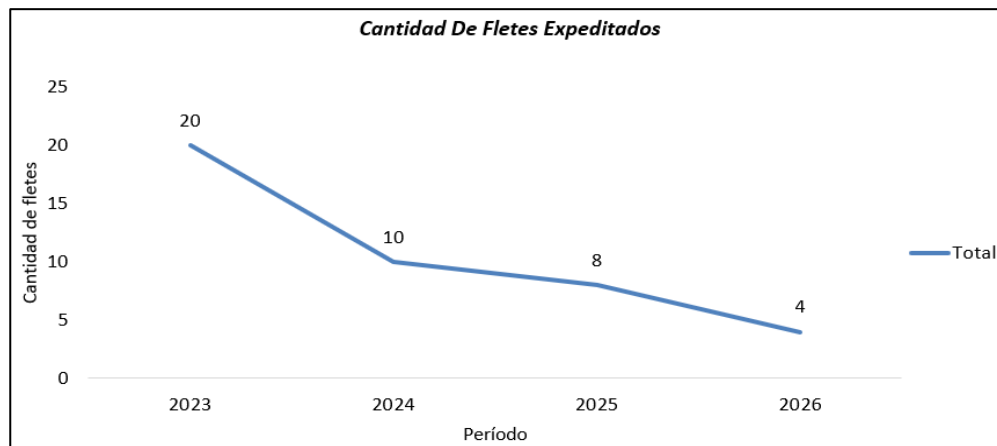
Tabla 19 Fletes históricos

Año	Descripción	Cantidad	Precio
2023	Flete aéreo internacional	20	\$ 27.910,00
2024	Flete aéreo internacional	10	\$ 6.932,00
2025	Flete aéreo internacional	8	\$ 6.509,00
2026 (Q1)	Flete aéreo internacional	4	\$ 4.095,00

Nota: Cortés García Kevin

A continuación, la Figura 56 muestra la cantidad de fletes expeditados.

Figura 56 Cantidad de fletes expeditados

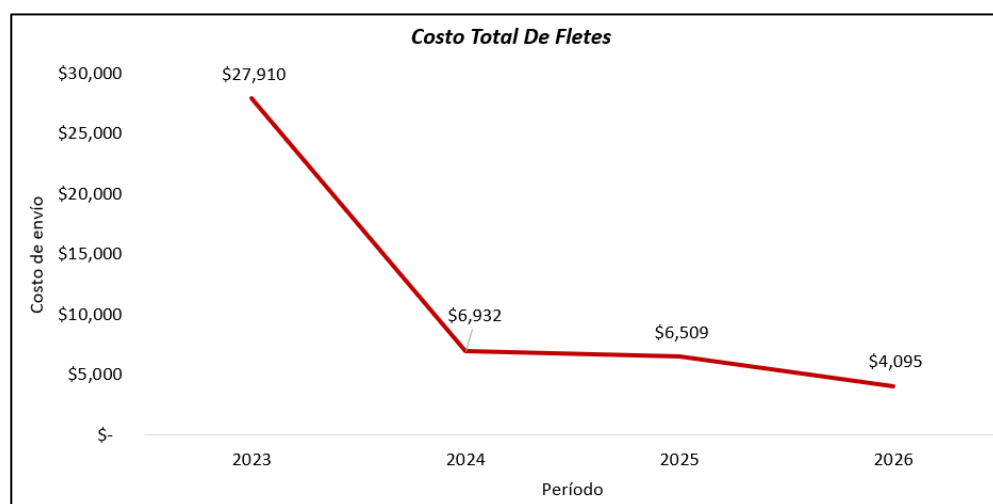


Nota: Tabla 19 Fletes históricos

La Figura 56 evidencia una tendencia general a la disminución en la cantidad de envíos entre los años 2023 y 2026 (Q1). En 2023 se registró el mayor volumen de fletes (20), lo que sugiere un escenario inicial con alta frecuencia de expediciones, posiblemente asociado a ineficiencias en la gestión de inventarios, como vencimientos o compras no planificadas. A partir de 2024 se observa una reducción significativa en el número de envíos, tendencia que se mantiene hasta 2026 (Q1), año en el que se alcanza el menor volumen con tan solo 4 fletes. Este comportamiento refleja una mejora en la gestión de inventarios a partir de iniciativas, sin embargo aún existen oportunidades de mejora.

A continuación, la Figura 57 muestra el costo total de fletes.

Figura 57 Costo total de fletes expeditados



Nota: Tabla 19 Fletes históricos

En la Figura 57 se observa una disminución progresiva del gasto total durante el mismo periodo. En 2023 se presenta el costo más elevado (\$27.910,00), mientras que en 2026 se registra el menor (\$4.095,00). En términos acumulados, los costos logísticos ascienden a \$45.446,00, lo que evidencia el impacto económico de los envíos aéreos internacionales. Asimismo, el costo promedio por envío muestra una reducción entre 2023 y 2025, seguida de un leve incremento en 2026, posiblemente asociado a una menor frecuencia de envíos, pero con un mayor costo unitario. En conjunto, estos resultados reflejan una optimización en la gestión de inventarios a partir de iniciativas, sin embargo, aún existen oportunidades de mejora.

Medición de materiales vencidos y/o desechados por falta de uso

Un análisis de la cantidad de materiales vencidos y desechados por la falta de uso fue realizado a partir de registro de las órdenes de compra con materiales vencidos y un registro de materiales desechados por ausencia de uso, asimismo para este análisis se toma en consideración la totalidad de los materiales que almacena la bodega del laboratorio (31 números de parte), durante el periodo del 01 enero 2024 al 31 marzo 2026.

A continuación, la Tabla 20 presenta las cantidades vencidas y/o desechadas por falta de uso.

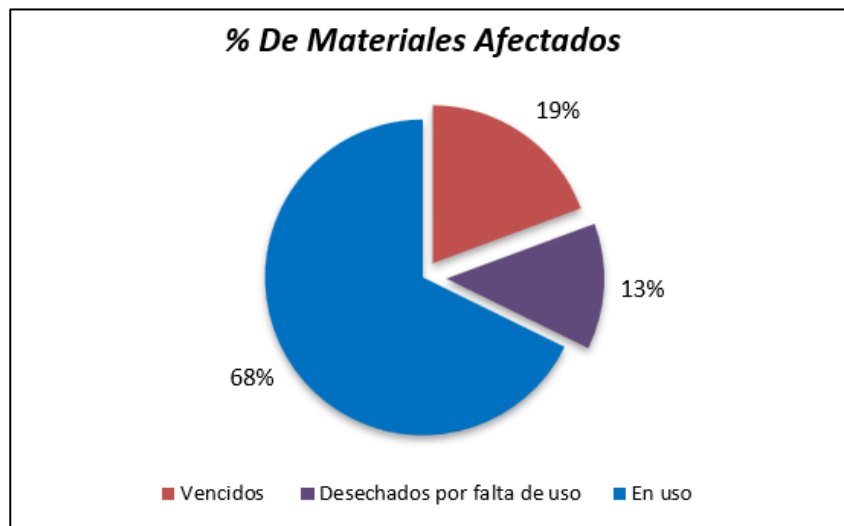
Tabla 20 Materiales vencidos y/o desechados

Material	Fecha de expira	Cantidad	Precio	Razón
Platos para pesar	N/A	28 CS	\$ 1.143,8	Falta de uso
Micro plates	30 junio 2024	6 CS	\$ 2.454,00	Vencimiento
Puntas de 1 mL	30 setiembre 2024	7 CS	\$ 1.554,05	Vencimiento
Reservorios	11 marzo 2027	5 CS	\$ 141,50	Falta de uso
Puntas de 200 mL	30 mayo 2025	3 CS	\$ 302,07	Vencimiento
Puntas de 1 mL	30 junio 2025	3 CS	\$ 319,74	Vencimiento
Puntas de 5 mL	30 abril 2027	3 CS	\$630,00	Falta de uso
Placas Petri de 150 mm de diámetro	01 enero 2027	3 CS	\$ 1.602,00	Falta de uso
Puntas de 20 Microlitros despirogenizadas	28 octubre 2025	10 CS	\$ 2.560,00	Vencimiento
Puntas de 20 Microlitros despirogenizadas	20 enero 2026	20 CS	\$ 5.120,00	Vencimiento

Nota: Cortés García Kevin

A partir de la tabla, se identifican diversos insumos afectados tanto por vencimiento como por falta de uso, destacando principalmente las puntas de micropipeta en diferentes volúmenes, lo que sugiere una planificación inadecuada de compras en relación con la demanda real. En términos económicos, el total de pérdidas asociadas a estos materiales asciende aproximadamente a \$16.145,49, lo que representa un impacto financiero considerable para la operación.

A continuación, la Figura 58 presenta los porcentajes de materiales vencidos y/o desechados por falta de uso.

Figura 58 % de materiales afectados**Nota: Tabla 20 Materiales vencidos y/o desechados**

La figura muestra que el 19% de los materiales se encuentran vencidos y el 13% han sido desechados por falta de uso, sumando un 32% de materiales afectados, mientras que solo el 68% se mantiene en uso. Esto refleja que casi una tercera parte del inventario no genera valor, lo cual impacta negativamente en la eficiencia operativa y financiera. En conjunto, los resultados evidencian la necesidad de implementar mejores controles de inventario, políticas de rotación (como FEFO) y una planificación de compras más ajustada al consumo real, con el fin de minimizar pérdidas económicas y optimizar el uso de los recursos disponibles.

Medición de órdenes de compra

Un análisis de las órdenes de compra (POs) colocadas para cada material fue realizado para la evidencia de la existencia de una mejora en la cantidad de órdenes de compra. La cantidad de órdenes de compra fue tabulada mediante el reporte por parte del proveedor.

A continuación, la Tabla 21 presenta el detalle de la cantidad de órdenes colocadas.

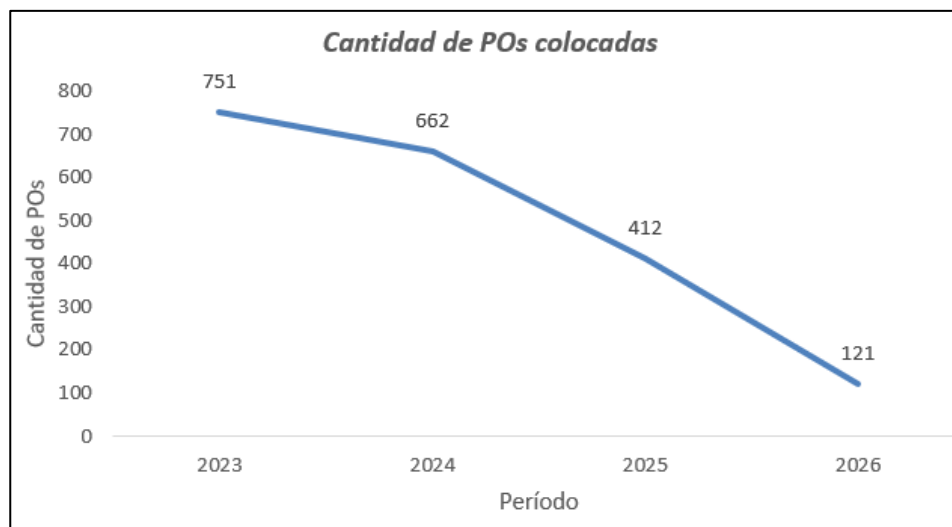
Tabla 21 Órdenes de compra

Período	Total de órdenes de compra
2023	751
2024	662
2025	412
Q1-2026	121

Nota: Cortés García Kevin

A continuación, la Figura 59 presenta el detalle de la cantidad de órdenes colocadas.

Figura 59 Cantidad de POs colocadas



Nota: Tabla 21 Órdenes de compra

El análisis de las órdenes de compra realizadas entre los años 2023 y Q1-2026 evidencia una tendencia decreciente en la cantidad de pedidos gestionados. En el año 2023 se registró la mayor cantidad de órdenes de compra con un total de 751, mientras que en 2024 se observó una disminución a 682 órdenes. Posteriormente, para el año 2025 la cantidad se redujo considerablemente a 412 órdenes, y en Q1-2026 se contabilizaron únicamente 121 órdenes de compra. En total, durante el período analizado se realizaron 1 966 órdenes de compra. Esta disminución progresiva puede indicar una mejora en la planificación y control del inventario, permitiendo consolidar pedidos, reducir compras repetitivas y optimizar órdenes de compra para colocarlas anualmente basado en una demanda conocida.

Asimismo, durante el periodo del proyecto se realizó el cierre de algunas órdenes de compra abiertas debido a materiales vencidos, nunca entregados o materiales de compra duplicadas.

A continuación, la Tabla 22 presenta un detalle de cierre de órdenes de compra.

Tabla 22 Órdenes de compra cerradas

Material	Cantidad de órdenes cerradas	Razón
Peróxido de hidrógeno	1	Material no requerido
Puntas de 20 microlitros despirogenizadas	2	Material vencido y duplicado
Puntas de 1 mL	2	Material vencido y duplicado
Placas Petri de 150 mm de diámetro	1	Material no requerido
Flete Aero internacional	2	No recibido en COUPA
Papel aluminio	1	Compra duplicada
Gradillas de tubos	1	Compra duplicada

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 22 evidencia la existencia de órdenes de compra duplicadas y pérdidas de materiales por vencimiento, como consecuencia del desorden y la falta de control en el sistema de almacenamiento. Esta situación pone en evidencia oportunidades de mejora en la gestión y control de los materiales, con el fin de optimizar el manejo del inventario y reducir ineficiencias operativas.

Medición de capacidad física de almacenamiento

Un análisis de espacio físico disponible de la bodega, tamaño de racks y tamaño medio de cajas fue realizado mediante la medición con cinta métrica. Los datos recuperados se muestran a continuación en la Tabla 23.

Tabla 23 Medidas cúbicas

Área / Material	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Volumen total (m³)
Bodega	3.39	6.74	2.39	54.66
Racks (6)	0.61	1.81	1.89	12.53
Nivel de rack (4 x rack)	0.61	1.81	0.57	15.12
Caja pequeña	0.24	0.26	0.17	0.01
Caja mediana	0.32	0.40	0.33	0.04
Caja grande	0.40	0.50	0.49	0.10

Nota: Cortés García Kevin

A partir de la medición de las cajas, se asignó a cada material la categoría de almacenamiento más adecuada según sus dimensiones. Asimismo, considerando que las cajas pueden abrirse y consumirse de manera parcial, se incorporó una categoría adicional denominada “stock en uso”, la

cual corresponde al material ya abierto y descontado del inventario disponible pero que ocupan un espacio físico dentro de la bodega. Este tipo de stock se aplica principalmente a materiales que contienen una gran cantidad de unidades por caja y que no pueden ser almacenados en su totalidad dentro del laboratorio. Por otra parte, aquellos materiales con menor cantidad de unidades por caja, que pueden almacenarse completamente dentro del laboratorio, no requieren la asignación de un espacio físico adicional para stock en uso.

A continuación, la Tabla 24 detalla la categoría de cada material según su tipo de caja.

Tabla 24 Categorías de cajas por material

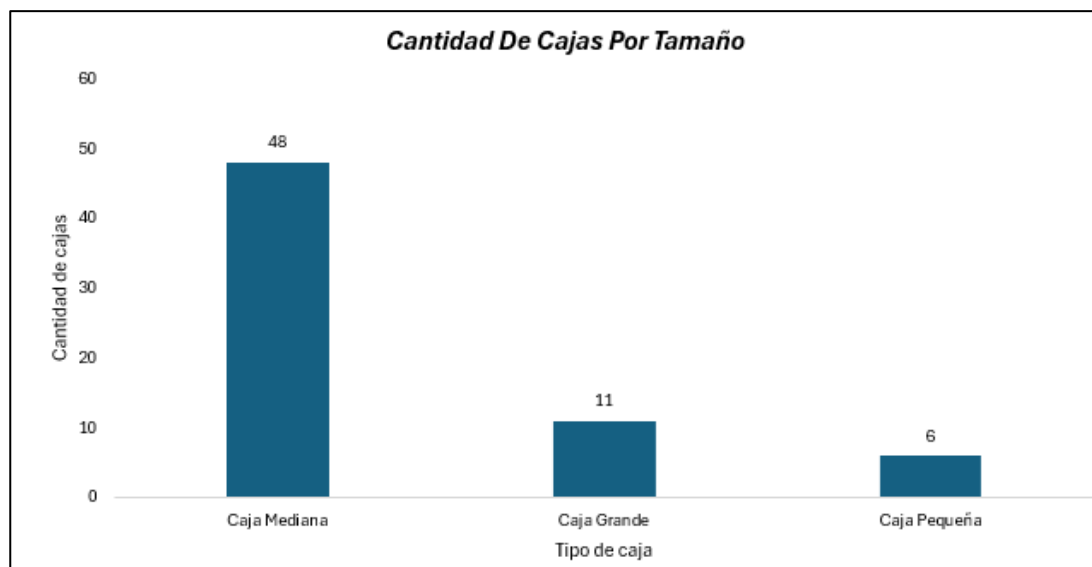
Código	Descripción	Categoría de caja	Stock máximo	Stock en uso	Total de cajas
M1	Filtros	Caja mediana	14	0	14
M2	Frascos de muestreo (Tapa naranja)	Caja grande	1	1	2
M3	Frascos de tiosulfato	Caja mediana	1	1	2
M4	Contenedores estériles (Falcon)	Caja grande	6	1	7
M5	Jeringas 60 CC	Caja pequeña	1	1	2
M6	Placas Petri de 100 mm de diámetro	Caja mediana	1	1	2
M7	Blue wrap	Caja grande	1	1	2
M8	Toallas absorbentes	Caja mediana	2	1	3
M9	Mangas estériles	Caja mediana	1	1	2
M10	Gabachas desechables (Talla S)	Caja mediana	1	1	2
M11	Gabachas desechables (Talla M)	Caja mediana	1	1	2
M12	Gabachas desechables (Talla XL)	Caja mediana	1	1	2
M13	Micro plates	Caja mediana	6	0	6
M14	Reservorios	Caja mediana	3	0	3
M15	Puntas despirogenizadas de 1 mL	Caja mediana	2	0	2
M16	Puntas despirogenizadas de 200 µL	Caja mediana	1	0	1
M17	Puntas despirogenizadas de 20 µL	Caja mediana	3	0	3
M18	Puntas de repetidora 1 mL	Caja mediana	3	1	4

Código	Descripción	Categoría de caja	Stock máximo	Stock en uso	Total de cajas
M19	Puntas de repetidora de 2.5 mL	Caja mediana	3	1	3
M20	Papel aluminio	Caja pequeña	4	0	4

Nota: Cortés García Kevin

A continuación, la Figura 60 muestra la cantidad de cajas según su categoría

Figura 60 Cantidad de cajas



Nota: Tabla 24 Categorías de cajas por material

A partir de la medición de los racks, se calculó el volumen cúbico disponible para cada uno. Para este cálculo, se consideró que cada rack cuenta con cuatro niveles, y que cada nivel tiene dimensiones de 0.61 m de ancho, 1.81 m de largo y 0.57 m de altura. Asimismo, se tomó en cuenta la restricción de espacio en algunos racks, debido a que la bodega también se utiliza para almacenar otros materiales, tales como artículos de temporada (Navidad, Cumpleaños y Halloween), equipos y otros insumos.

A continuación, la Tabla 25 muestra la capacidad de almacenamiento de los racks.

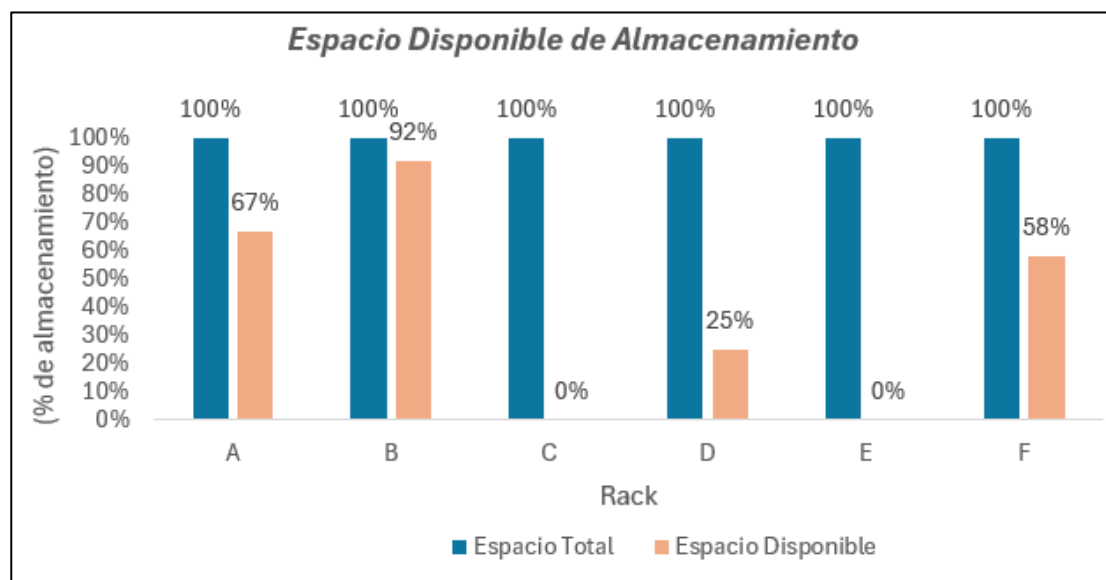
Tabla 25 Capacidad de almacenamiento de racks

Rack	Espacio total (m³)	Espacio para almacenamiento de materiales (m³)	Capacidad de almacenamiento
A	2.516	1.677	67.000%
B	2.516	2.306	92.000%
C	2.516	0.000	0.000%
D	2.516	0.629	25.000%
E	2.516	0.000	0.000%
F	2.516	1.468	58.000%

Nota: Cortés García Kevin

La tabla presenta la capacidad de almacenamiento de los seis racks analizados, cada uno con un espacio total de 2.516 m³, para una capacidad total disponible de 15.096 m³ en el área de almacenamiento. Los resultados muestran que el rack B posee el mayor nivel de ocupación, con 2.3064 m³ utilizados, equivalente al 92% de su capacidad total, evidenciando un aprovechamiento casi completo del espacio disponible. El rack A registra una ocupación de 1.6774 m³, correspondiente al 67%, mientras que el rack F utiliza 1.4678 m³, equivalente al 58% de su capacidad. Por otro lado, el rack D presenta una utilización de 0.629 m³, correspondiente al 25% de ocupación. En contraste, los racks C y E no contienen materiales almacenados de tipo consumible, manteniéndose con un 0% de utilización. En términos generales, el volumen total utilizado corresponde a 6.0806 m³, lo que representa aproximadamente un 40.28% de la capacidad total de almacenamiento disponible. Estos resultados evidencian una distribución desigual de los materiales dentro de los racks demostrando que aproximadamente el 60% de la capacidad de almacenamiento es utilizada para otros materiales (no consumibles), lo cual señala una oportunidad de mejora y para optimizar el aprovechamiento del espacio disponible.

La Figura 61 a continuación compara la disponibilidad de espacio físico para almacenamiento entre los racks de manera porcentual.

Figura 61 Espacio disponible de almacenamiento de racks**Nota: Tabla 25 Capacidad de almacenamiento de racks**

Con base en la Figura 61, se evidencia que el rack B es el mayor destinado al almacenamiento de materiales con un 92%, seguido de los racks A y F, y finalmente el rack D. Por lo tanto, de un total de seis racks, únicamente cuatro se encuentran disponibles para la organización de materiales. En consecuencia, los análisis subsecuentes se realizarán considerando las restricciones y la disponibilidad de dichos racks.

Por otra parte, con relación a la cantidad de cajas según su tipo y al espacio total disponible de almacenamiento, se realizó un análisis de suficiencia de espacio para la cantidad de materiales propuesta a partir de los cálculos de stock mínimo, stock de seguridad y stock en uso.

A continuación, la Tabla 26 presenta el análisis de capacidad volumétrica.

Tabla 26 Análisis de capacidad volumétrica

Tipo de caja	Dimensiones (m)	Cantidad	Volumen total de cajas (m ³)	Espacio requerido (m ³)	Espacio disponible (m ³)	% Porcentaje de ocupación
--------------	-----------------	----------	--	-------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------

Caja pequeña	$0.24 \times 0.26 \times 0.17$	6	0.064	3.169	6.081	52.120 %
Caja mediana	$0.32 \times 0.40 \times 0.33$	48	2.027			
Caja grande	$0.40 \times 0.50 \times 0.49$	11	1.078			

Nota: Cortés García Kevin

Por lo tanto, las cajas ocuparían aproximadamente el 52.120% del espacio cúbico disponible, liberando un margen de espacio libre cercano al 47.880% para futuras incorporaciones o maniobrabilidad dentro del área de almacenamiento. Asimismo, el porcentaje mostrado es una aproximación y no una garantía de espacio disponible. Al tratarse de volumen métricos totales se suma espacios físicos que no son realmente aprovechable como muestra la siguiente figura.

A continuación, la Figura 62 muestra el volumen métrico depreciado.

Figura 62 Volumen métrico depreciado

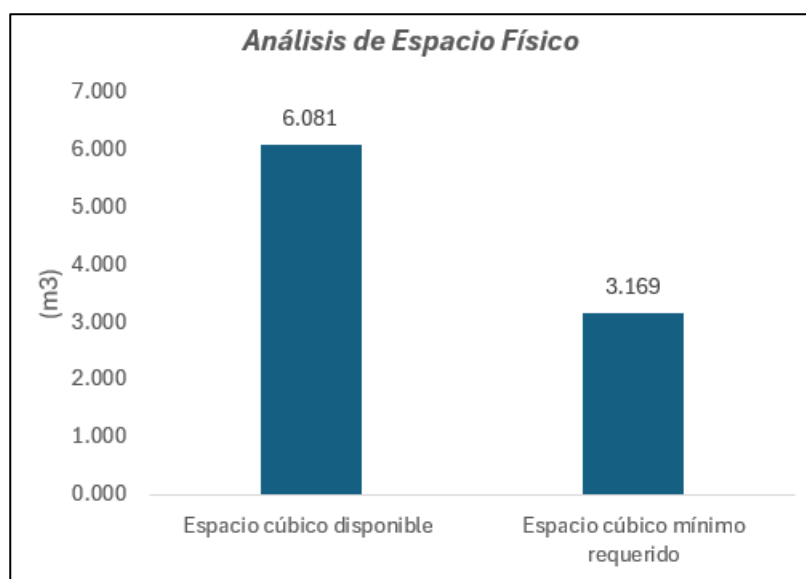


Nota: Cortés García Kevin

En un rack pueden existir cajas grandes, mediana y pequeñas, las cuales ocupan un determinado espacio y esas mismas cajas deprecian un espacio físico, el cual si es tomado en cuenta para realizar el cálculo de ocupación como una aproximación.

Finalmente, la Figura 63 a continuación muestra el espacio físico requerido

Figura 63 Análisis de espacio físico



Nota: Tabla 26 Análisis de capacidad volumétrica

Con base en la Figura 63 queda evidenciado que la capacidad del almacenamiento del laboratorio es suficiente para los materiales actuales y las restricciones existentes, por lo tanto, debido al sobrante de espacio se puede ampliar el stock de los materiales más críticos o bien materiales que se realizan por compras anuales.

Análisis De Las Causas

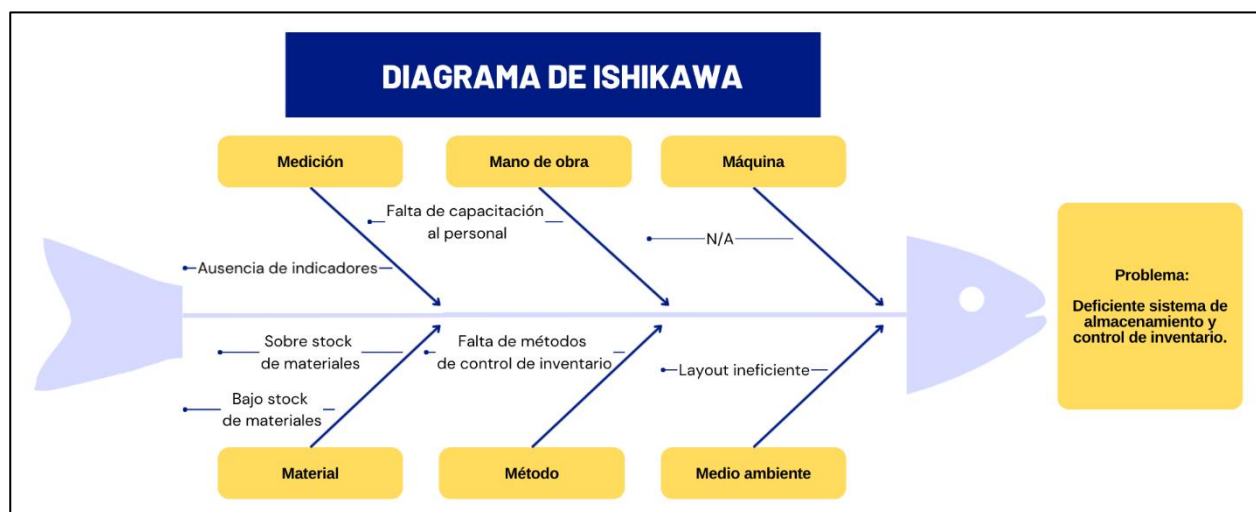
Se realizó un análisis de las posibles causas con el objetivo de determinar la causa raíz del problema investigado. Para ello, se utilizaron herramientas de análisis como el diagrama de Ishikawa o espina de pescado, la metodología de los 5 porqués y el análisis AMFE, con el fin de identificar y evaluar la criticidad de las fallas presentes en el proceso. A continuación, se presentan las herramientas utilizadas en el desarrollo del análisis.

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa fue utilizado para determinar las posibles causas relacionadas con las deficiencias en la gestión de inventarios y almacenamiento del laboratorio de calidad, permitiendo establecer una base para la identificación de la causa raíz y la propuesta de acciones de mejora.

A continuación, la Figura 64 muestra el diagrama de Ishikawa.

Figura 64 Diagrama de Ishikawa



Nota: Cortés García Kevin

Un análisis de las 6M es explicado a través del diagrama de pescado, asimismo se justifican las causas del problema principal.

A continuación, la Tabla 27 detalla el análisis 6M.

Tabla 27 Análisis 6M

6M	Causa	Efecto	Conclusión
Material	Sobre Stock de materiales	La acumulación excesiva de materiales perecederos genera pérdidas económicas, ya que deben desecharse una vez vencida su vigencia. Además, el exceso de materiales reduce la disponibilidad de espacio y visibilidad dentro del almacén, ocasionando la obstrucción de pasillos y el ocultamiento de insumos en áreas poco accesibles.	Factor contribuyente

	Bajo stock de materiales	La ausencia de un punto de seguridad para cubrir las variaciones en la demanda ha provocado faltantes de materiales y, en consecuencia, la necesidad de realizar envíos expeditados con costos adicionales.	Factor contribuyente
Método	Ausencia de métodos de control de inventario.	La ausencia de herramientas para el control del inventario incrementa el desorden en las órdenes de compra de materiales y, a su vez, impacta directamente en la disponibilidad del stock actual.	Causa Raíz
Medio Ambiente	Layout ineficiente	La distribución actual del almacén genera pasillos en los que algunos productos quedan ocultos, lo que reduce la visibilidad de los materiales y dificulta su identificación y acceso oportuno.	Factor contribuyente
	Falta de gestión visual	La falta de gestiones visuales para localizar los materiales incrementa el tiempo de búsqueda y contribuye al sobre stock. Asimismo, no existen mecanismos visuales que respalden el criterio PEPS (Primero en Entrar, Primero en Salir), lo que ocasiona que los materiales no se consuman en el orden adecuado y, de manera indirecta, se generen pérdidas por vencimiento de insumos perecederos.	Factor contribuyente
	Múltiples puntos de stock	Algunos materiales de alto consumo se encuentran almacenados en hasta tres puntos distintos dentro de la bodega, lo que implica que no están unificados en una misma ubicación (rack o nivel), sino dispersos. Esta práctica genera una falsa percepción de ausencia de material y, adicionalmente, reduce el espacio disponible para almacenamiento eficiente.	Factor contribuyente
Mano de obra	Falta de capacitación del personal	La falta de capacitación al personal sobre herramientas y controles de inventario existentes tiene un efecto de descontrol sobre el inventario.	Factor contribuyente

Medición	Ausencia de indicadores	La ausencia de indicadores pueden conllevar a quiebres de stock de los materiales.	Factor contribuyente
Máquina	N/A	No existe ninguna máquina involucrada en el sistema de almacenamiento y control de inventario; por lo tanto, se descarta como una causa del problema.	N/A

Nota: Cortés García Kevin

Con base en la Tabla 27 se determinó que las causa raíz del problema está asociada a la ausencia de herramientas para el control del inventario debido a la ausencia de un proceso sistematizado, por lo cual el control es dependiente del personal del área, asimismo hay múltiples factores contribuyentes que evidencia la problemática principal

5W

Se aplicó la técnica de los cinco porqués con el propósito de identificar la causa raíz del problema relacionado con el deficiente control del inventario en el laboratorio de calidad.

A continuación, la Figura 65 muestra un análisis 5W.

Figura 65 Análisis 5W



Nota: Cortés García Kevin

A través de este análisis, se evidenció que las fallas observadas, tales como faltantes de materiales, sobre stock, vencimiento de insumos y desorden en el almacenamiento, no son eventos aislados, sino consecuencias de una gestión inadecuada del inventario. Profundizando en las causas, se determinó que la ausencia de indicadores limita el monitoreo y control efectivo de los niveles de stock, lo cual se vincula directamente con la inexistencia de un sistema estructurado de gestión de inventarios. Finalmente, se identificó que esta situación responde a una falta de priorización del área dentro de la organización, lo que ha impedido el diseño e implementación de controles formales. En consecuencia, se establece como causa raíz la ausencia de un sistema estructurado y de una gestión estratégica del inventario, lo que justifica la necesidad de desarrollar una propuesta de mejora orientada a optimizar su control y eficiencia operativa.

AMFE

Se elaboró un análisis mediante la herramienta AMFE con el objetivo de identificar los posibles modos de falla presentes en el proceso de gestión de inventarios y almacenamiento del laboratorio de calidad. A través de esta metodología, se asigna un valor de Gravedad (G) a cada efecto identificado, con el fin de medir el impacto que tendría la falla sobre el proceso. Asimismo, se establece un nivel de Ocurrencia (O), el cual representa la probabilidad de que la causa de la falla se presente, y un nivel de Detectabilidad (D), que evalúa la capacidad del sistema para identificar la falla antes de que genere consecuencias. Posteriormente, mediante la multiplicación de estos tres factores ($G \times O \times D$), se obtiene el Número de Prioridad de Riesgo (NPR), herramienta que permite determinar y priorizar las fallas más críticas dentro del proceso.

A continuación, en la Tabla 28 se muestra el AMFE.

Tabla 28 AMFE

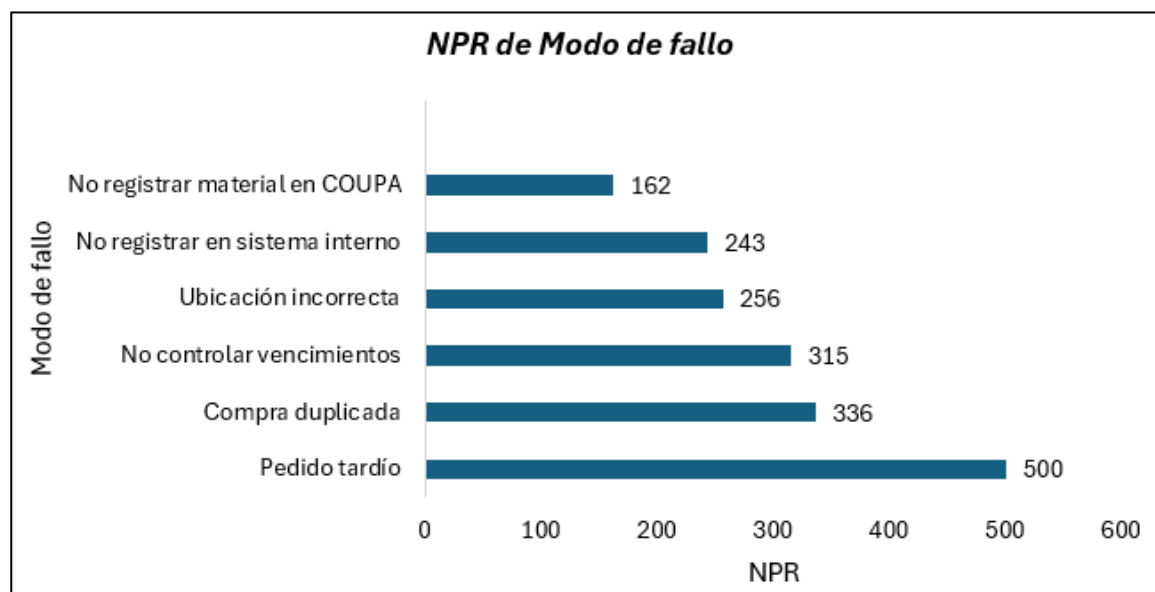
Actividad	Modo de fallo	Efecto	G	Causa	O	Controles	D	NPR
Recepción	No registrar material en COUPA	Desactualización de órdenes de compra	9	Error humano por falta de validación	2	Validación en sistema COUPA	9	162

Registro	No registrar en sistema interno	Datos erróneos de stock	9	No existe sistema integrado	9	Registro manual en Excel	3	243
Almacenamiento	Ubicación incorrecta	Aumento en tiempos de búsqueda	4	Falta de layout definido	8	Supervisión visual	4	256
Control inventario	No controlar vencimientos	Pérdida de material	9	No existe control FEFO	7	Revisión manual	5	315
Reposición	Pedido tardío	Faltantes de material	10	No hay punto de reorden	10	Revisión periódica	5	500
Compras	Compra duplicada	Sobre stock	7	Falta de trazabilidad	8	Revisión de órdenes	6	336

Nota: Cortés García Kevin

La Tabla 28 presenta el análisis AMFE aplicado al proceso de gestión de inventarios del laboratorio de calidad, permitiendo identificar los principales modos de fallo, sus causas, efectos y controles existentes. Los resultados muestran que el mayor nivel de riesgo corresponde al pedido tardío de materiales, con un NPR de 500, debido principalmente a la ausencia de un punto de reorden formal. Asimismo, se identificaron riesgos importantes asociados a las compras duplicadas (NPR = 336) y al control inadecuado de vencimientos (NPR = 315), los cuales generan sobre stock, pérdidas de materiales y costos adicionales para la organización. Estos hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer los mecanismos de control y trazabilidad del inventario para reducir la probabilidad de ocurrencia de estas fallas.

A continuación, la Figura 66 muestra el NPR de modos de fallo.

Figura 66 NPR de modos de fallo**Nota: Tabla 28 AMFE**

La Figura 66 muestra de forma gráfica la comparación de los Números de Prioridad de Riesgo (NPR) obtenidos en el análisis AMFE, permitiendo visualizar las fallas que requieren una atención prioritaria. Se observa que el pedido tardío de materiales presenta el mayor nivel de criticidad seguido por las compras duplicadas y la falta de control de vencimientos. Por el contrario, actividades como la recepción de materiales y el registro en los sistemas presentan niveles de riesgo relativamente menores. Esta representación facilita la priorización de acciones de mejora y respalda la implementación de herramientas como puntos de pedido, controles de vencimiento y sistemas de seguimiento de inventario, orientadas a disminuir los riesgos identificados y mejorar la eficiencia operativa del almacén.

CAPÍTULO V PROPUESTA

Propuesta

En este capítulo se detallan las propuestas para atender las principales causas del deficiente sistema de inventario y almacenamiento, por lo tanto, se mencionan propuestas de implementación de 9s, reorganización del layout, implementación de indicadores de control de inventario, implementación de una herramienta digital para el registro de inventario, gestiones visuales y un tablero creado con Power Bi.

Implementación de 9s

Como fase inicial para la organización del almacén de materiales, se propone la implementación de la metodología de las 9S, con el propósito de establecer una base sólida que facilite la ejecución y sostenibilidad de las siguientes propuestas de mejora.

A continuación, la Tabla 29 detalla la aplicación de las 9S en la bodega.

Tabla 29 Implementación de 9s

9S	Actividad
Seiri (Clasificación)	Identificar todos los suministros existentes dentro de la bodega. Separar los materiales vigentes de los vencidos Clasificar los ítems según sea un material consumible, cristalería, equipos u otros.
Seiton (Orden)	Organizar cada material en una ubicación definida etiquetando los racks, niveles y creando códigos visuales de color.
Seiso (Limpieza)	Mantener el área limpia y libre de desorden. Desechar materiales vencidos Desechar materiales que no son utilizados o están obsoletos.
Seiketsu (Estandarización)	Crear normales visuales que faciliten la estandarización para el control del stock con los indicadores de stock mínimo, punto de pedido y stock máximo.
Shitsuke (Disciplina)	Capacitar al personal sobre la nueva organización del inventario y la ubicación de los materiales.
Shikara (Constancia)	Seguimiento de los indicadores propuestos mediante un reporte con Power BI.

Shitsukoku (Compromiso)	Involucrar al personal y establecer roles y responsabilidades de revisión y pedidos de materiales.
Seishoo (Coordinación)	Mejorar la comunicación entre el proveedor y el cliente detallando las mejoras realizadas.
Seido (Estandarización continua)	Mantener y actualizar punto de reorden según cambie la demanda.

Nota: Cortés García Kevin

Implementación de gestiones visuales

Con el propósito de mantener el orden dentro de la bodega y promover el consumo adecuado de los materiales, siguiendo el principio de consumir completamente una caja antes de abrir una nueva, se propone la adquisición de acrílicos para los racks. Estos acrílicos permitirán colocar etiquetas visuales que incluyan una imagen del material almacenado dentro de las cajas, facilitando su identificación y localización dentro de la bodega.

Asimismo, las etiquetas deberán mostrar información relevante para el control del inventario, como el punto de reorden, stock mínimo y stock máximo, con el fin de evitar faltantes o excedentes de materiales.

A continuación, la Figura 67 muestra los acrílicos propuestos.

Figura 67 Gestión visual 1



Nota: Cortés García Kevin

Adicionalmente, se propone implementar una gestión visual mediante etiquetas de color verde con la leyenda “Material Abierto”, las cuales indicarán que una caja ya fue abierta y que el material

comenzó a utilizarse. Estas etiquetas deberán ser colocadas por el personal del laboratorio cada vez que una caja sea abierta y no se consuma en su totalidad.

Las cajas identificadas con esta etiqueta serán consideradas como materiales en uso, por lo que no serán tomadas en cuenta durante los conteos de inventario. Esta medida permitirá mantener un mejor control del consumo de materiales, evitar la apertura innecesaria de nuevas cajas y reducir el riesgo de desperdicio o desorden dentro de la bodega.

A continuación, la Figura 68 muestra las etiquetas propuestas.

Figura 68 Gestión visual 2



Nota: Cortés García Kevin

Finalmente, también se propone identificar los racks y niveles mediante códigos de color con el propósito de facilitar la ubicación visual de los materiales dentro de la bodega. Esta estrategia permitirá reconocer las ubicaciones no solo por medio de la nomenclatura asignada, sino también mediante una referencia visual rápida asociada al color de cada rack y nivel.

A continuación, la Figura 69 muestra las identificaciones de los racks y niveles.

Figura 69 Gestión visual 3

Nota: Cortés García Kevin

Reorganización del layout

Como parte del análisis de la distribución actual, se determinó que la disposición paralela de los racks dentro del almacén no representa la alternativa más eficiente. Esto se debe a que dicha distribución genera puntos ciegos en los pasillos, los cuales facilitan que algunos materiales queden ocultos, se coloquen productos directamente en el suelo y exista una menor visibilidad del inventario al ingresar a la bodega.

Asimismo, esta condición puede ocasionar dificultades en el control visual de los materiales, incrementando el riesgo de sobre stock o de realizar compras innecesarias de artículos que ya se encontraban almacenados, pero que no eran fácilmente identificables debido a la distribución actual de la bodega.

A continuación, la Figura 70 presenta una foto del layout actual.

Figura 70 Layout actual

Nota: Cortés García Kevin

Mediante la mejora del layout actual, se busca reducir los pasillos que funcionan como puntos ciegos dentro de la bodega y que dificultan la visibilidad y control de los materiales almacenados. Para ello, se propuso una distribución en forma de “U”, la cual permite una visualización más completa del inventario disponible desde el momento en que se ingresa al área de almacenamiento.

Asimismo, esta nueva distribución contribuye a eliminar los pasillos que anteriormente favorecían la generación de puntos ciegos, mejorando el control visual de los materiales, facilitando el flujo de movimiento dentro de la bodega y reduciendo el riesgo de almacenamiento oculto o desorganizado.

A continuación, la Figura 71 muestra la distribución en U propuesta.

Figura 71 Layout propuesto

Nota: Cortés García Kevin

Implementación de indicadores

Los indicadores son un aspecto fundamental para mantener el orden dentro de la bodega, evitar desperdicios y garantizar la disponibilidad de materiales necesarios para la operación. Debido a esto, se propone la implementación de indicadores enfocados en el monitoreo del comportamiento del stock y el control de los materiales almacenados.

Entre los principales indicadores propuestos se encuentran el control de stock mínimo y stock máximo, los cuales permitirán mantener niveles adecuados de inventario, evitando tanto faltantes críticos como acumulaciones innecesarias de materiales. Asimismo, se plantea la implementación del indicador de punto de pedido, con el objetivo de facilitar la reposición oportuna de insumos y reducir el riesgo de desabastecimiento dentro del laboratorio.

Adicionalmente, se propone implementar indicadores relacionados con el control de sobre stock y la vigencia de los materiales, incluyendo el monitoreo de materiales vigentes, materiales próximos a vencer y materiales vencidos. Estos indicadores permitirán pérdidas por vencimiento de materiales.

Implementación de control de inventario (Excel)

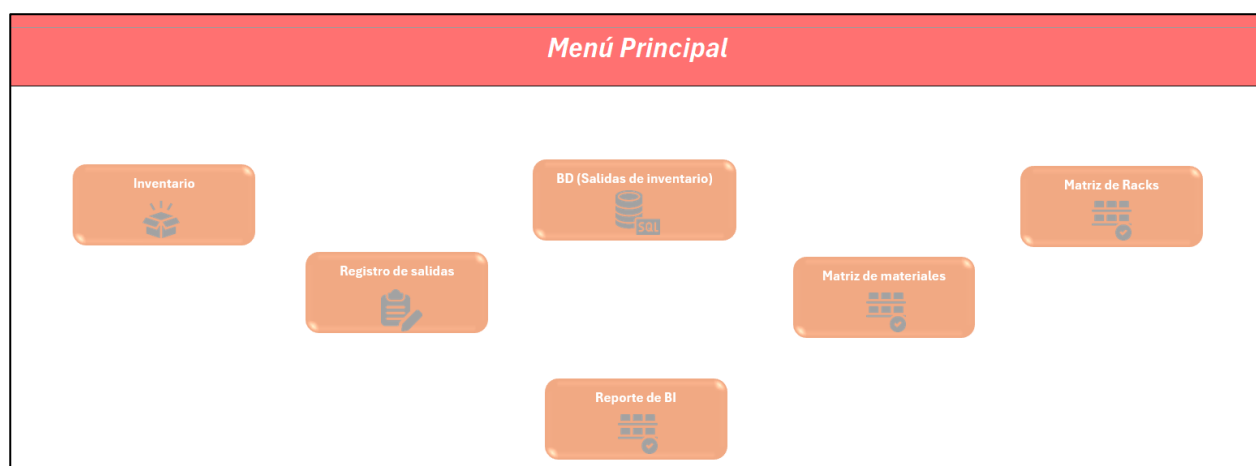
Para el control del inventario y la aplicación de los indicadores propuestos, es necesario llevar a cabo un registro detallado de los materiales almacenados. Por lo tanto, se propone implementar el

uso de un registro mediante Excel el cual permita controlar información relevante como la cantidad existente de materiales, número de unidades disponibles, lote, número de parte y fecha de expiración de cada material.

Asimismo, mediante este control será posible monitorear el estado del stock, el estado de la fecha de vencimiento y el comportamiento de la demanda de los materiales a través del tiempo. Esto permitirá realizar ajustes periódicos en los niveles de inventario, tales como stock mínimo, stock máximo y punto de pedido, con el fin de mejorar la disponibilidad de materiales, reducir desperdicios y optimizar la gestión del inventario dentro de la bodega.

A continuación, la Figura 72 muestra la herramienta propuesta.

Figura 72 Excel de control de inventario



Nota: Cortés García Kevin

La herramienta cuenta con seis módulos principales, las cuales permiten una navegación ágil y organizada entre las diferentes funciones del sistema. Entre estas se incluyen un menú principal para facilitar el acceso a la información, un registro de inventario de los materiales almacenados, un módulo para el registro de salida de materiales, una base de datos histórica de las salidas realizadas y una matriz de materiales que incluye además los racks y ubicaciones de almacenamiento. Finalmente, la herramienta también incluye un enlace al reporte de Power BI.

A continuación, la Figura 73 presenta el módulo "inventario" de la herramienta

Figura 73 Módulo de inventario

Material	Rack	Nivel	Cantidad	Unidad	Número de Parte (Proveedor)	Número de Parte (Manufacturador)	Lote	Fecha de expira	Días restantes para expirar	Estado
Filtros	B	3	10	CS	NPP1	NPM1	F5BB21220	1-Feb-27	225	Vigente
Toallas absorbentes	A	4	1	CS	NPP8	NPM8	25CJD385	28-Jun-26	7	Por Vencer
Mangas estériles	A	4	1	CS	NPP9	NPM9	19547242	30-Jun-25	-356	Vencido
Placas Petri de 100 mm de diámetro	A	4	1	CS	NPP6	NPM6	3123006	1-Dec-27	528	Vigente

Nota: Cortés García Kevin

Este módulo de la herramienta está destinada al registro de los materiales existentes dentro de la bodega. Con el fin de mantener una estandarización en la forma en que se registra la información, el nombre de los materiales se selecciona mediante una lista validada en Excel. Asimismo, la unidad de medida y el número de parte se completan automáticamente mediante la función “BUSCARV”, con el propósito de agilizar el proceso de registro y reducir errores de digitación.

Adicionalmente, para cada material se debe registrar el número de lote y la fecha de expiración. A partir de esta última, la herramienta calcula automáticamente el estado del material en tres categorías: vigente, por vencer y vencido. Esta clasificación se realiza tomando como referencia un periodo de 60 días naturales previos a la fecha de expiración.

Se definió el periodo de 60 días debido a que representa un escenario crítico en el cual podría requerirse generar una orden de compra y esperar el abastecimiento del material desde proveedores fuera de Costa Rica. Por lo tanto, este margen de tiempo se considera suficiente para tomar acciones preventivas ante posibles faltantes de inventario y garantizar la continuidad del abastecimiento.

A continuación, la Figura 74 muestra el módulo de registro de salidas.

Figura 74 Módulo de registro de salidas de inventario

REGISTRO DE SALIDAS DE INVENTARIO

Material

Cantidad

Unidad

Fecha

Nota: Cortés García Kevin

Este módulo está diseñado para el registro de las salidas de materiales de la bodega, así como para el control de aquellos materiales que ingresan a uso y deben ser rebajados del inventario. El objetivo principal de este registro es generar un historial de consumo y demanda de los materiales, el cual posteriormente será procesado mediante un reporte desarrollado en Power BI para facilitar el análisis de tendencias y comportamiento del inventario.

Asimismo, el módulo cuenta con una lista validada de nombres de materiales con el fin de mantener la estandarización de los registros. De igual manera, la unidad de medida del material se completa automáticamente mediante la función “BUSCARV”, agilizando el ingreso de información y reduciendo errores de digitación. La fecha de registro se actualiza automáticamente utilizando la función “HOY ()” de Excel.

Finalmente, la herramienta incorpora dos macros para facilitar el uso del sistema. La primera corresponde a un botón denominado “Limpiar”, el cual elimina la información ingresada en los campos del formulario. La segunda macro corresponde al botón “Registrar salida”, cuya función es enviar automáticamente los datos ingresados a una hoja secundaria denominada “BD salidas de inventario”. Además, la información es almacenada en formato horizontal, lo que facilita su procesamiento, análisis y visualización posterior en Power BI.

A continuación, la Tabla 30 muestra el módulo “BD (salidas de inventario)”

Tabla 30 Módulo de base de datos de salidas de inventario

Material	Cantidad	Unidad	Fecha de salida
Filtros	7	CS	15-May-2026
Filtros	8	CS	6-Jan-2023
Filtros	10	CS	12-Jan-2023
Filtros	10	CS	20-Jan-2023
Filtros	8	CS	26-Jan-2023
Filtros	4	CS	3-Feb-2023
Filtros	6	CS	10-Feb-2023

Nota: Cortés García Kevin

En este módulo se realiza el registro histórico de las salidas de inventario. Asimismo, puede ser utilizada para almacenar y procesar información adicional que no provenga necesariamente del módulo de registro de salidas. Esto permite incorporar otras fuentes de datos, como reportes de envíos a proveedores con el fin de analizar y graficar la información posteriormente mediante Power BI.

Los dos últimos módulos corresponden a matrices de información que contienen datos relacionados con materiales, unidades de medida, números de parte, racks y ubicaciones de almacenamiento. Estas matrices funcionan como base de datos de apoyo para las funciones “BUSCARV” utilizadas dentro de la herramienta, permitiendo estandarizar la forma en que se registra la información y reduciendo errores durante el ingreso de datos.

Justificación de herramienta para reporte digital

Para la selección de la herramienta digital más adecuada para la creación del tablero de control de inventario, se realizó una matriz de selección de alternativas considerando diferentes criterios de evaluación relacionados con costo, facilidad de uso, requerimientos técnicos, instalación y compatibilidad. La evaluación fue desarrollada mediante una escala de calificación de 1 a 10, donde 1 representa la condición menos favorable y 10 la condición más favorable para la organización. Posteriormente, cada criterio fue ponderado según su nivel de importancia dentro del proyecto, permitiendo obtener una calificación total para cada alternativa analizada y facilitar la selección de la opción más conveniente para la implementación de la propuesta.

A continuación, la Tabla 31 muestra la matriz de selección.

Tabla 31 Matriz de selección

Criterios	Porcentaje	Power BI	Tableau	Minitab
Costo	40%	9	6	7
Facilidad de uso	25%	8	5	7
Requerimientos técnicos	25%	7	3	6
Instalación	10%	10	4	8
Compatibilidad	10%	10	8	7
Total	100%	9.35	5.60	7.25

Nota: Cortés García Kevin

De acuerdo con los resultados obtenidos en la matriz de selección, la herramienta Microsoft Power BI obtuvo la puntuación más alta con un resultado ponderado de 9,35, destacando principalmente por su facilidad de integración, compatibilidad con múltiples fuentes de datos y capacidad para desarrollar tableros interactivos orientados al análisis de indicadores y control de inventarios. Por lo tanto, es la herramienta más viable para implementación.

Implementación de reporte con Power BI

La implementación de Power BI permite realizar un análisis de datos más profundo y dinámico, así como aplicar múltiples filtros de manera simultánea para facilitar la visualización y el seguimiento de la información del inventario. Esta herramienta contribuye a una mejor interpretación de los datos mediante gráficos, indicadores y paneles interactivos que apoyan la toma de decisiones.

Asimismo, Power BI incorpora el lenguaje DAX (Data Analysis Expressions), el cual permite desarrollar cálculos matemáticos y métricas personalizadas a partir de los datos suministrados. Esto facilita la creación de indicadores relacionados con niveles de stock, consumo de materiales, puntos de reorden, materiales por vencer y análisis históricos de demanda

A continuación, la Figura 75 muestra el reporte de Power BI.

Figura 75 Reporte de Power BI

Nota: Cortés García Kevin

Con esta herramienta es posible identificar rápidamente la cantidad de materiales con sobre stock o bajo stock. Esta información puede visualizarse de manera porcentual o analizarse individualmente por nombre de material, a partir del gráfico de control incluido en la herramienta, el cual contiene los indicadores previamente mencionados.

Asimismo, la herramienta cuenta con un gráfico de demanda que representa las salidas registradas en el archivo de Excel, que se agrupan y se ordenan según el período de tiempo correspondiente. Por otra parte, muestra una tabla con el índice de cobertura de cada material en días y meses.

Finalmente, el reporte dispone de dos filtros principales: el primero permite definir el período de análisis de la demanda histórica, mientras que el segundo corresponde al filtro de material, el cual interactúa de manera dinámica con todo el reporte de Power BI.

Control De La Implementación

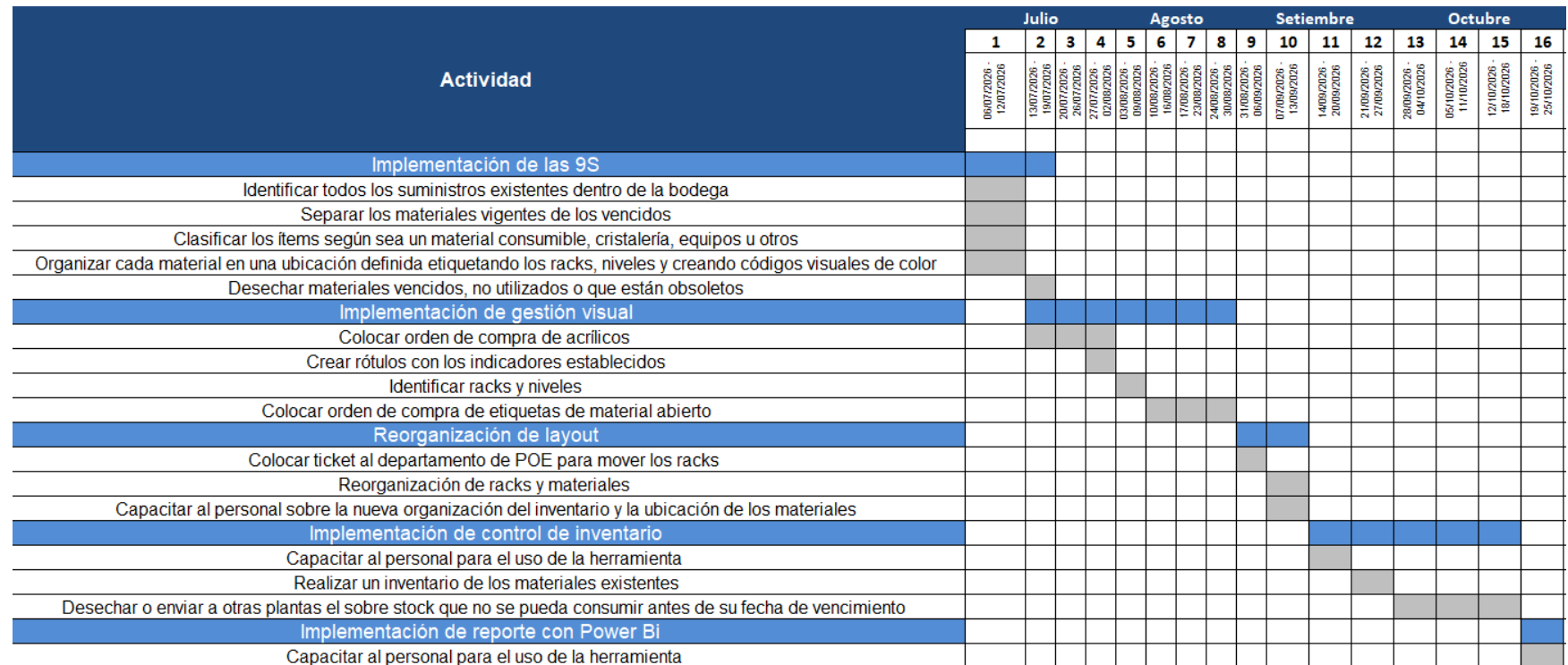
Para llevar a cabo la implementación de las propuestas, se elaboró un diagrama de Gantt con el fin de planificar y controlar las actividades necesarias durante el proceso de ejecución. Se identificaron

cinco propuestas principales, las cuales fueron desglosadas en actividades específicas y planificadas dentro de un período determinado para su cumplimiento.

Dentro de estas propuestas se contempló la implementación de la metodología de las 9S, la implementación de gestiones visuales para la identificación de materiales y ubicaciones, la reorganización del layout del almacén, la implementación de un sistema de control de inventario y el desarrollo de un reporte en Power BI para el seguimiento de indicadores y control del stock.

A continuación, la Figura 76 muestra la planificación de la implementación de las propuestas.

Figura 76 Diagrama de Gantt de implementación de propuestas



Nota: Cortés García Kevin

El diagrama de Gantt presentado en la Figura 76 muestra la planificación de la implementación de las propuestas de mejora del sistema de almacenamiento y control de inventario durante un periodo de 16 semanas, comprendido entre los meses de julio y octubre de 2026. El cronograma se divide en cuatro etapas principales: implementación de las 9S, implementación de gestiones visuales, reorganización del layout e implementación del control de inventario y reporte en Power BI. Durante las primeras semanas se contempla la clasificación y depuración de materiales existentes, así como la organización inicial de la bodega. Posteriormente, se desarrollan actividades relacionadas con la creación de gestiones visuales, para facilitar la localización de materiales.

En una tercera etapa se realiza la reorganización física del área de almacenamiento y la capacitación del personal sobre la nueva distribución del inventario. Finalmente, se implementa el sistema de control de inventario y el reporte en Power BI, incluyendo la capacitación del personal en el uso de la herramienta y la gestión del sobre stock existente.

Análisis Económico

El análisis económico del presente proyecto tiene como finalidad determinar la viabilidad financiera de la propuesta de mejora del sistema de almacenamiento y control de inventarios del laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos. Para ello, se consideran los costos asociados a la implementación de las mejoras propuestas, incluyendo la reorganización del área, aplicación de metodologías de orden y control, desarrollo de herramientas digitales, gestiones visuales y capacitación del personal. Asimismo, se evalúan los beneficios económicos esperados derivados de la reducción de fletes expeditados, disminución del desperdicio de materiales perecederos y mejora en la gestión del inventario.

Con el propósito de medir la rentabilidad del proyecto, se aplican herramientas de evaluación financiera como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la relación Beneficio/Costo (B/C) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), las cuales permiten analizar la conveniencia económica de implementar la propuesta y el impacto positivo esperado en la operación del laboratorio.

Los cálculos a continuación serán realizados con el costo total patronal de un técnico T3, esto quiere decir que ya se consideran las cargas sociales (23.83%) de patrono sobre el salario bruto del empleado dando como resultado un costo por hora de ₡6.097. Las cargas sociales que se le rebajan al empleado no se suman, porque ese dinero ya forma parte del salario bruto.

Costo de implementación de las 9S

Para el presente análisis económico, se consideró que la implementación de la metodología de las 9S tendrá una duración aproximada de dos semanas. Durante este período, se estima dedicar alrededor de 1,5 horas diarias a la ejecución de las actividades propuestas relacionadas con dicha metodología.

Tomando en cuenta una jornada laboral de lunes a viernes, equivalente a cinco días laborables por semana, se obtiene un total de 15 horas de trabajo, resultado de multiplicar las 1,5 horas diarias por los 10 días laborables correspondientes a las dos semanas de implementación.

El costo por hora fue calculado considerando el costo total patronal de un técnico T3, el cual corresponde aproximadamente a ₡6.097 por hora. Por lo tanto, la inversión total estimada para la implementación de esta propuesta es de aproximadamente ₡91.455

Costo de implementación de gestión visual

Para la implementación de gestiones visuales se tomó en consideración tanto el tiempo del personal como el costo de los materiales requeridos para su elaboración. El costo por hora fue calculado considerando el costo total patronal de un técnico T3, el cual corresponde aproximadamente a ₡6.097 por hora.

Para la compra de los acrílicos se estimó un tiempo de 1 hora y un costo de ₡44.088,69. En el caso de la adquisición de las etiquetas de “material abierto”, también se estimó 1 hora de trabajo y un costo de ₡117.539,60. Finalmente, para la elaboración de los rótulos de materiales y racks, se requieren aproximadamente 4 horas de trabajo, mientras que el costo estimado de las hojas blancas y fundas de laminado asciende a ₡10.800.

Considerando un total de 6 horas de trabajo, el costo de mano de obra corresponde aproximadamente a ₡36.582. Por lo tanto, el costo final estimado para la implementación de gestión visual asciende aproximadamente a ₡209.010,29.

Costo de reorganización de layout

Para la implementación de la reorganización se consideró la participación de 4 personas y un tiempo máximo estimado de 4 horas para realizar la reubicación completa de los racks. El costo por hora fue calculado considerando el costo total patronal de un técnico T3, el cual corresponde aproximadamente a ₡6.097 por hora.

Tomando en cuenta un total de 16 horas hombre (4 personas × 4 horas), el costo estimado de mano de obra para la ejecución de la reorganización asciende aproximadamente a ₡97.552.

Costo de implementación de control de inventario

Para la implementación de la herramienta se consideraron dos ítems principales: la creación de la herramienta en Excel y la capacitación del personal. Para el desarrollo de la herramienta en Excel se estimó un tiempo aproximado de 6 horas de trabajo.

Por otra parte, para la capacitación del personal se estimó una duración de 1 hora. Sin embargo, dentro del cálculo también se contempló el tiempo de todas las personas participantes en la capacitación, considerando un total de 16 colaboradores más el entrenador, para un total de 17 personas.

El costo por hora fue calculado considerando el costo total patronal de un técnico T3, el cual corresponde aproximadamente a ₡6.097 por hora.

Tomando en cuenta las 6 horas destinadas al desarrollo de la herramienta y las 17 horas hombre correspondientes a la capacitación, se obtiene un total de 23 horas hombre. Por lo tanto, el costo estimado para la implementación de la herramienta asciende aproximadamente a ₡140.231.

Los gastos relacionados con licencias de herramientas de Microsoft 365 no fueron considerados dentro del análisis económico, debido a que dichas licencias ya se encuentran cubiertas a nivel empresarial para todo el personal.

Implementación de reporte de Power BI

Para la creación del reporte en Power BI se estimó una duración de 3 días, equivalentes a 12 horas efectivas de trabajo. Adicionalmente, para la capacitación del personal se estimó una duración aproximada de 1,5 horas. Dentro de este cálculo se contempló la participación de 16 colaboradores más el entrenador, para un total de 17 personas capacitadas.

El costo por hora fue calculado considerando el costo total patronal de un técnico T3, el cual corresponde aproximadamente a ₡6.097 por hora. Tomando en cuenta las 12 horas destinadas al desarrollo del reporte y las 25,5 horas hombre correspondientes a la capacitación (17 personas $\times$ 1,5 horas), se obtiene un total de 37,5 horas hombre. Esto representa un costo aproximado de mano de obra de ₡228.637,50.

Por otra parte, se requiere el pago de una licencia mensual de Power BI únicamente para el creador de la herramienta, cuyo costo corresponde aproximadamente a ₡7.500 mensuales, lo cual representa un costo anual aproximado de ₡90.000.

Por lo tanto, el costo total estimado para la implementación inicial del reporte en Power BI asciende aproximadamente a ₡318.637,50, considerando tanto el costo de mano de obra como el costo anual de la licencia de Power BI.

A continuación, la Tabla 32 se presenta una tabla resumen de los costos de la implementación de las mejoras

Tabla 32 Costo de implementación de propuestas

Propuestas	Costo
Implementación de las 9S	₡91.455,00
Implementación de gestión visual	₡209.010,29
Reorganización de layout	₡97.552,00
Implementación de control de inventario	₡140.231,00
Implementación de reporte de Power BI	₡318.637,50
Total	₡856.885,79

Nota: Cortés García Kevin

Indicadores económicos

Para el análisis de la viabilidad económica del proyecto se tomó en consideración el promedio de pérdidas monetarias ocasionadas por los fletes expeditados realizados durante los últimos dos años completos, correspondientes al periodo 2024–2025. Los costos asociados al año 2023 no fueron considerados debido a que representan información demasiado antigua que podría alterar el promedio real de análisis. Asimismo, no se contempló el año 2026, ya que únicamente se dispone de información correspondiente al primer trimestre del año.

Adicionalmente, se consideraron las pérdidas económicas registradas por materiales vencidos y/o desechados dentro del laboratorio. De acuerdo con la Tabla 19, el costo promedio anual asociado a fletes expeditados corresponde aproximadamente a \$6.720,50, mientras que las pérdidas registradas por materiales vencidos y/o desechados ascienden a \$16.145,49.

Por lo tanto, el costo total generado por las deficiencias actuales del sistema de almacenamiento y control de inventario corresponde aproximadamente a \$22.865,99 durante los últimos dos años. Esto representa una pérdida promedio anual aproximada de \$11.432,99 ocasionada por factores como desperdicio de materiales, compras urgentes, envíos expeditados y deficiencias en la gestión del inventario.

Por otra parte, para la realización de los indicadores financieros, la inversión inicial del proyecto fue transformada de colones a dólares con el fin de mantener la uniformidad monetaria en todos los cálculos económicos. Para ello, se tomó en consideración un tipo de cambio aproximado de ₡460 por dólar.

La inversión inicial total del proyecto corresponde a ₡856.885,79. Por lo tanto, la conversión a dólares se realizó mediante el siguiente cálculo:

$$₡856.885,79 \div ₡460 = \$1.862,80$$

Por consiguiente, la inversión inicial estimada del proyecto corresponde aproximadamente a \$1.862,80.

VAN.

El Valor Actual Neto (VAN) permite determinar la rentabilidad del proyecto considerando el valor del dinero en el tiempo. Este indicador compara la inversión inicial con los beneficios económicos futuros actualizados mediante una tasa de descuento. Para el presente proyecto se consideró una tasa de descuento del 10% y un horizonte de evaluación de 5 años.

El cálculo de la TIR fue realizado mediante la función financiera “VNA” de Excel.

A continuación, la Tabla 33 presenta el detalle de flujos de efectivo para el cálculo del VAN a 5 años.

Tabla 33 Detalle de flujos de efectivo

Año	Flujo de efectivo
0	\$ -1,862.80
1	\$ 11,432.99
2	\$ 11,432.99
3	\$ 11,432.99
4	\$ 11,432.99
5	\$ 11,432.99

Nota: Cortés García Kevin

El resultado obtenido del Valor Actual Neto (VAN) es positivo, con un valor aproximado de \$41.477, lo que demuestra que la propuesta de mejora es económicamente viable y rentable para la organización. Este indicador evidencia que, después de recuperar la inversión inicial y considerar

una tasa de descuento del 10 %, el proyecto genera beneficios económicos significativos durante el período analizado de 5 años.

TIR.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) representa el porcentaje de rentabilidad generado por el proyecto con respecto a la inversión inicial realizada. Este indicador financiero se calcula como la tasa de descuento que permite que el Valor Actual Neto (VAN) sea igual a cero.

En el presente análisis, la TIR obtenida es considerablemente superior a la tasa mínima de descuento establecida, lo que evidencia la alta rentabilidad y viabilidad económica de la propuesta. Este resultado se debe principalmente a la significativa reducción de pérdidas económicas asociadas a fletes expeditados, desperdicio de materiales y deficiencias en el control de inventario.

El cálculo de la TIR fue realizado mediante la función financiera “TIR” de Excel a partir de la Tabla 33.

El resultado de la TIR para el período proyectado de 5 años corresponde a un 614 %, lo que evidencia la alta rentabilidad de la propuesta de mejora. Asimismo, debido a que la TIR obtenida es considerablemente superior a la tasa mínima de descuento establecida del 10 %, se concluye que el proyecto representa una alternativa económicamente viable y financieramente favorable para la organización.

PRI.

Para el cálculo del PRI se consideró una inversión inicial de \$1.862,80 y un ahorro anual estimado de \$11.432,99, correspondiente a la reducción de pérdidas ocasionadas por las deficiencias actuales del sistema de almacenamiento y control de inventario. El cálculo fue realizado mediante la relación entre la inversión inicial y el flujo neto anual generado por el proyecto.

A continuación, se muestra el cálculo del PRI:

$$\text{PRI} = \text{Inversión Inicial} / \text{Flujo neto Anual}$$

$$\text{PRI} = \$1.862,80 / \$11.432,99$$

$$\text{PRI} = 0.16 \text{ años}$$

Como resultado, se obtuvo un Período de Recuperación aproximado de 0,16 años, equivalente a 1.92 meses (1 mes con 28 días). Este resultado evidencia que la propuesta de mejora permite recuperar la inversión inicial en un período corto de tiempo, lo que demuestra la alta viabilidad financiera y rentabilidad del proyecto para la organización.

BC.

Para el cálculo de la relación Beneficio/Costo se consideró una inversión inicial de \$1.862,80 y un ahorro anual estimado de \$11.432,99, correspondiente a la reducción de pérdidas ocasionadas por las deficiencias actuales del sistema de almacenamiento y control de inventario. Asimismo, se tomó en consideración un horizonte de evaluación de 5 años para estimar los beneficios económicos totales generados por la propuesta de mejora.

A continuación, se muestra el cálculo del BC:

$$BC = \text{Beneficios totales} / \text{Costos}$$

$$BC = (\$11.432,99 \times 5 \text{ años}) / \$1.862,80$$

$$BC = \$30,69$$

Como resultado, se obtuvo una relación Beneficio/Costo aproximada de 30,69, lo que significa que, por cada dólar invertido en la implementación del proyecto, la empresa obtendría aproximadamente \$30,69 de beneficio. Este resultado demuestra que la propuesta representa una alternativa altamente rentable y financieramente favorable para la organización.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el capítulo VI se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación realizada en el laboratorio de calidad de una empresa de dispositivos médicos, relacionada con la propuesta de un sistema de almacenamiento y control de inventario. En este capítulo se sintetizan los principales hallazgos obtenidos durante el estudio, evidenciando las oportunidades de mejora identificadas y las acciones propuestas para optimizar la gestión de materiales.

Conclusiones

Se determinó que el sistema actual de almacenamiento y control de inventario del laboratorio de calidad presenta deficiencias significativas relacionadas con la ausencia de herramientas formales de control, falta de integración entre el inventario físico y digital, inexistencia de indicadores de gestión e inadecuada organización del área de almacenamiento. Estas condiciones afectan la trazabilidad de los materiales y dificultan la gestión eficiente de los recursos.

La medición de las consecuencias evidenció que las deficiencias del sistema generan impactos económicos y operativos importantes equivalentes a pérdidas aproximadas de \$11,432.99 anuales, reflejando la existencia de sobre stock, faltantes de materiales, vencimiento de insumos, compras urgentes y costos asociados a envíos expeditados. Asimismo, se identificaron oportunidades de mejora en el aprovechamiento del espacio físico destinado al almacenamiento.

Mediante la aplicación de herramientas de análisis como el diagrama de Ishikawa, la técnica de los cinco porqués (5W) y el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), se determinó que la causa raíz del problema se encuentra principalmente en la ausencia de un sistema estandarizado para la gestión y control de inventarios. Esta situación provoca que las actividades dependan en gran medida del conocimiento y la experiencia individual de los colaboradores, incrementando el riesgo de errores operativos y afectando la eficiencia del proceso.

A partir del análisis AMFE, se identificó que el modo de fallo con mayor nivel de criticidad corresponde a los pedidos tardíos de material, obteniendo un Número de Prioridad de Riesgo (NPR) de 500. Asimismo, el análisis mediante el diagrama de Pareto evidenció que las causas de mayor incidencia son el sobre stock de materiales, la ubicación de material en el suelo y la duplicidad de órdenes de compra, las cuales representan de manera acumulada el 75 % de la problemática total identificada.

La propuesta desarrollada permitió diseñar un sistema integral de almacenamiento y control de inventario basado en la aplicación de metodologías de organización, clasificación ABC, control mediante herramienta digital, gestión visual, reorganización del layout y mecanismos para la gestión de niveles de inventario. Estas acciones contribuyen a mejorar la disponibilidad de materiales, optimizar el espacio físico y fortalecer la trazabilidad de los insumos del laboratorio.

Se establecieron mecanismos de control orientados al seguimiento y la sostenibilidad de la propuesta de mejora, mediante la incorporación de indicadores de desempeño tales como stock mínimo, stock máximo, punto de pedido e índice de cobertura. Asimismo, se implementaron controles digitales y reportes de gestión desarrollados en Power BI, los cuales permitirán monitorear de forma continua el comportamiento del inventario, facilitar la detección de desviaciones y respaldar la toma de decisiones basada en datos.

El análisis económico demostró que la propuesta es financieramente viable y altamente rentable para la organización. Los indicadores obtenidos reflejan una recuperación de la inversión en aproximadamente de 1 mes con 28 días, una TIR del 614 % y una relación beneficio costo de \$30,69, resultados que evidencian el impacto positivo esperado de la implementación sobre la reducción de pérdidas y costos operativos.

Con base en los resultados obtenidos, se cumplieron los objetivos de investigación, al haberse desarrollado satisfactoriamente cada una de las etapas planteadas en el proyecto. De igual forma, se obtuvo el desarrollo de los indicadores de control propuestos. Estos resultados confirman el cumplimiento de la investigación.

En términos generales, se concluye que el cumplimiento de los objetivos de la investigación permitió desarrollar una propuesta técnicamente viable y económicamente rentable, capaz de contribuir a la reducción de desperdicios, mejorar la precisión del inventario y fortalecer la gestión de materiales dentro del laboratorio de calidad de la empresa de dispositivos médicos.

Recomendaciones

Establecer formalmente el uso de la herramienta digital de control de inventario desarrollada en Excel, asegurando que todas las entradas, salidas, ajustes y movimientos de materiales sean registrados en tiempo real para mantener la precisión de la información y fortalecer la trazabilidad de los insumos.

Capacitar periódicamente a los colaboradores responsables del manejo de inventarios el uso de las herramientas de control, interpretación de indicadores y buenas prácticas de almacenamiento, con el propósito de reducir errores operativos y garantizar la sostenibilidad de la propuesta.

Mantener actualizados los niveles de stock mínimo, stock de seguridad y punto de pedido de cada material, revisándolos periódicamente (1 vez al año) de acuerdo con los cambios en la demanda, tiempos de reposición y comportamiento de consumo, para evitar tanto faltantes como acumulación innecesaria de inventario.

Dar seguimiento continuo a los indicadores de gestión propuestos, tales como índice de cobertura, porcentaje de materiales con sobre stock o bajo stock, con el fin de evaluar la efectividad del sistema implementado y promover la mejora continua.

Se recomienda que, a mediano plazo, la organización evalúe la implementación de una herramienta informática especializada para la gestión de inventarios, integrada con los procesos de compras y abastecimiento. Esto permitiría automatizar alertas de vencimiento, puntos de pedido, niveles de stock y trazabilidad de materiales, reduciendo la dependencia de procesos manuales.

Se recomienda implementar un programa de auditorías cíclicas de inventario con una frecuencia mensual o trimestral, con el propósito de verificar la concordancia entre el inventario físico y el registro digital.

APÉNDICES

Apéndice 1. Cotización de acrílicos para racks

FORMAS CREATIVAS S.A.

3-101-252591

San Juan, La Unión, Cartago

Tel: 2518-1717 / 2279-5537 Fax: 2279-2542

www.formascreativascr.com / ebrenes@formascreativascr.com

Para:



Sr(a) Kevin Cortés

Fecha:

__**

COTIZACIÓN

Hora:

17:23 PM

N.251109

De:

Esteban Brenes

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
A000	Porta Hojas Acrílico pequeño 9cm x 6cm, con doblez para guindar en mueble Rack	20.00	2.92	58.40
	SUBTOTAL		\$	58.40
	IVA		\$	0.00
	TOTAL (Dólares)		\$	58.40
	Vigencia: 15 DÍAS			
	Forma de Pago:			
	Entrega: 15-20 DÍAS HÁBILES			

Apéndice 2. Cotización de etiquetas de material abierto

Sales Quotation

Quote No. 2504-204BC

Creation Date [REDACTED]

Payment Terms 30 Days

Valid to 30 Days

Submitted to: Kevin Cortés García
[Kevin.Cortes@\[REDACTED\].com](mailto:Kevin.Cortes@[REDACTED].com)
 N/A

Customer: [REDACTED]
 Zona Franca La Lima
 Cartago
 Costa Rica



part of Thermo Fisher Scientific

Fisher Scientific Costa Rica S.R.L.
 Coyol Free Trade Zone, Wh E7.3
 El Coyol, Alajuela 20101
 Costa Rica
www.fishersci.com

No.	Quantity	UOM	Qty p/UOM	Fisher PN	Vendor PN	Description	Unit Price	Extended Price
1	1	EA	1/EA	ETI-R50RV1F	ETI-R50RV1F	LABEL R-50 (6.3 X 4.3 CM)	\$ 116.00	\$ 116.00

MATERIAL ABIERTO

Radiant green printed "Material abierto"

Roll/500 3" cardboard core

Merchandise Total (USD) \$ 116.00

Lead Time:
2 weeks

Quote Comments:
Price includes freight from Fisher US to Fisher Costa Rica

The recipient of this quote understands to keep the same and any other information related to this quote as confidential, committing to protect it. Disclosing it or sharing it with third parties other than the aforementioned recipient is strictly prohibited.

Please send the purchase order to cr.fisher@thermofisher.com

PLEASE REFER TO THE QUOTE NUMBER ON ALL CORRESPONDENCE

PLEASE REMEMBER THAT IF THIS IS AN ARTICLE OF REPLENISHMENT FISHER SCIENTIFIC COSTA RICA WILL MAINTAIN A SAFETY STOCK TO PROTECT YOUR BUSINESS.

THANK YOU FOR YOUR INTEREST IN FISHER SCIENTIFIC COMPANY LLC

FOR COMPLETE TERMS AND CONDITIONS VISIT OUR WEBSITE AT www.fishersci.com/salesterms

Apéndice 3. Evidencia número 1 del problema



Apéndice 4. Evidencia número 2 del problema



Apéndice 5. Evidencia número 3 del problema

REFERENCIAS

Artículos Científicos

- Asencio, L., González, E., y Lozano, M. (2017). El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas. *Revista de Ciencias de la administración y Economía*, 7(13), págs. 231-247. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=504551272009>
- Corella, L., y Olea, J. (2023). Desarrollo de un sistema de control de inventario para una empresa comercializadora de sistemas de riego. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 24(1), págs. 1-10. <https://www.revistaingenieria.unam.mx/numeros/v24n1-06.php>
- Espinoza, M., Buendia, A., Rojas, M., Bravo, L., Quispe, G., y Silva, O. (2021). Metodología 5s aplicada a la gestión de inventario. *Journal of Scientific and Technological Research Industrial*, 2(1), págs. 5-7. https://www.researchgate.net/publication/367526494_5s_methodology_applied_to_inventory_management
- Hernández, T., Gómez, K., Ibarra, G., Vargas, M., y Máyne, A. (2018). Implementación de Poka-Yoke en herramienta para dismiución de PPMS en estación de ensamble. *CULT CYT*, 64(15), págs. 1-10. <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culecyt/issue/view/619/739>
- Veloz, C., y Parada, O. (2017). Metodos para mejorar la eficiencia y toma de desiciones en la gestion de inventarios. *Ciencia UNEMI*, 10(22), págs. 29-38. <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661263003/html/>

Páginas Web

Libros

- Arenal, C. (2022). *Diseño y organización del almacén. UF0926*. (Primera ed.). Tutor Formación. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/221978>
- Bach, O. (2022). *Diseño de un sistema de gestión de aprovisamiento de jamón de pavo para una*

- Brunetta, H., y Fontana, C. (2023). *OKRs y Métricas de Negocios* (Primera ed.). Pluma digital.
<https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/231789>
- Candela, O., y Cerezuela, B. (2017). *Gestión de proyectos paso a paso* (Primera ed.). Editorial UOC.
https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/58657?as_all=gestion__de__proyectosyas_all_op=unaccent__icontainsyprev=as
- Cervantes, G., y Morales, M. (2025). *Las siete herramientas de calidad aplicadas a la ingeniería industrial* (Primera ed.). Universidad Autónoma de Tamaulipas.
https://www.researchgate.net/publication/394597010_Las_siete_herramientas_de_calidad_aplicadas_a_la_ingenieria_industrial
- Cruz, A. (2017). *Gestión de inventarios. UF0476* (Primera ed.). IC Editorial.
<https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/59186>
- Flamarique, S. (2018). *Gestión de existencias en el almacén* (Primera ed.). Marge Books.
<https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/45164?prev=bf>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación* (Setima ed.). MC Graw Hill. <https://es.scribd.com/document/905292221/Metodologia-de-La-Investigacion-7ma-Ed-Hernandez-Sampieri-Bibliotecadelfriki-site-1>
- Lira, J. (2021). *Implementación de la Gestión por Procesos* (Primera ed.). Universidad Privada Antenor Orrego. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=851164>
- Martínez, E. (2020). *Estadística* (Primera ed.). UAPA.
https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/175596?as_all=estadisticayas_all_op=unaccent__icontainsyprev=as
- Meza, J. (2017). *Evaluación financiera de proyectos* (Cuarta ed.). ECOE Ediciones.
<https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/70476>
- Miranda, F., Chamorro, A., y Rubio, S. (2016). *Calidad y excelencia* (Primera ed.). DELTA publicaciones. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/227378?page=18>
- Morales, J. (2022). *Lean seis sigma para la mejora de procesos* (Primera ed.). Universitas Miguel Hernández.

<https://innovacionumh.es/editorial/Lean%20Seis%20Sigma%20para%20la%20mejora%20de%20procesos.pdf>

Pardo, J. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional* (Primera ed.). AENOR. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/53618?page=77>

Pereña, J. (2021). *Dirección y Gestión de Proyectos* (Segunda ed.). Díaz de Santos. https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/269940?as_all=Ganttyas_all_op=unaccent__iconcontainsprev=as

Ramos, M., Hernández, R., y Alvarenga, E. (2019). *Estadística general aplicada* (Segunda ed.). Mc Graw Hill. <https://www.ebooks7-24.com/visorBook.aspx?i=11087yt=F498DB4F-4FCB-4DC2-95C1-329B4B2FDD19>

Sánchez, D. (2020). *Análisis FODA o DAFO* (Primera ed.). Bubok Publishing S.L. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/189293?page=16>

Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso* (Primera ed.). Marge books. https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/117567?as_title_name=lean__manufacturingyas_title_name_op=unaccent__iconcontainsprev=as

Vahos, F., y Boada, A. (2021). *Matemáticas financieras y evaluación gerencial de proyectos: conceptos básicos para la toma de decisiones de inversión* (Primera ed.). Fundación Universitaria CEIPA. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/217718>

Tesis

Alfaro, D. (2021). *Diseño de un sistema integrado de control. [Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]*. <http://repositorio.uia.ac.cr:8080/server/api/core/bitstreams/835111e8-7e4d-4375-861e-c40f8db6320c/content>

Alfaro, M. (2025). *Diseño de un sistema de inventario en la empresa Concretos del Norte Grupo Comercial Alsira. [Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]*.

<http://repositorio.uia.ac.cr:8080/server/api/core/bitstreams/502a4c17-9a4e-4182-b46e-4fa2076bfb97/content>

Bach, O. (2022). *Diseño de un sistema de gestión de aprovisamiento de jamón de pavo para una empresa distribuidora de embutidos. [Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala]*.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_4397_IN.pdf

Granados, J. (2023). *Diseño de un sistema de gestión y control del inventario de suministros escolares en el Colegio Lincoln. [Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]*.
<http://repositorio.uia.ac.cr:8080/server/api/core/bitstreams/63662417-4c37-4688-b54d-51f290a92c82/content>

Meda, K. (2022). *Implementacion de indicadores y mejora al sistema actual de operaciones del área de almacenamiento, para una empresa de aceites y grasas. [Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala]*.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_4323_IN.pdf

Vega, D. (2022). *Diseño del Sistema de Inventario para la Tienda Pyme. [Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]*.
<http://repositorio.uia.ac.cr:8080/server/api/core/bitstreams/a80e946b-124c-4b74-ae4f-bb8e79e1f05f/content>