

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS AMÉRICAS

CARERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Para optar por el grado de bachillerato en ingeniería Industrial

Diseño de un Sistema de requerimiento de materiales de auto partes en la empresa High

Light Store

AUTOR

Jorge Alberto Peña Hurtado

TUTOR

Ing. Jorge Navarrete Picado

Lector

Ing. Greivin Romero Vega

San José, noviembre, 2025

DEDICATORIA

A Dios, mis papás y familia que siempre creyeron en mí, las cosas que logré en esta vida se las agradezco y dedico a cada uno de ellos.

AGRADECIMIENTO

Le quiero agradecer a Dios porque sin él no podría lograr nada, segundo y no menos importante a mis padres que siempre me apoyan en mis decisiones. Sin cada una de estas partes no estaría aquí hoy, ya que me dan fuerza y seguridad. Mi familia en general me apoyo y dio consejos a su modo, lo que los vuelve una parte importante de este proceso. Agradezco a cada uno de ellos porque fueron parte de esta nueva meta que me propuse.

Contenido	
Dedicatoria.....	1
Agradecimiento.....	2
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	15
Generalidades De La Empresa.....	16
Historia.....	16
Misión.....	17
Visión.....	17
Estructura Organizacional.....	17
Logo de la Empresa.....	18
Planteamiento del Problema.....	19
Objetivos.....	20
Objetivo Generales.....	20
Objetivos Específicos.....	20
Justificación.....	21
Antecedentes.....	22
Artículos científicos.....	22
Tesis.....	24
Proyecciones.....	25
CAPÍTULO ii MARCO TEÓRICO.....	27
Conceptos Generales.....	27
Definiciones relacionadas al tema TFG.....	27
Conceptos propios de la industria.....	41
Indicadores relacionados con el tema TFG.....	48
Herramientas para la recolección de datos.....	53

Herramienta de estadística	55
Herramienta para Describir el Problema.....	59
Mapeo de procesos.....	59
5 W y 2H.....	60
Diagrama de Flujo.....	62
Análisis FODA.....	65
SIPOC	75
Herramientas para Medir las Consecuencias	76
AMFE	77
Muda	79
Diagrama de Pareto.....	81
Análisis ABC	83
Herramientas para Analizar las Causas.....	88
Modelo Kano	89
Ishikawa	91
Herramienta para el Diseño	92
Auditoría internas.....	92
.....	93
KPI's	94
Herramienta para el Control de la Implementación del Diseño.....	96
Metodología Lean	97
Filosofía Kaizen	99
Ciclo PHVA	101
Diagrama de Gantt	102
Análisis financiero	103

Capítulo III Marco Metodológico.....	107
Enfoque.....	107
Cuantitativo.....	107
Cualitativo.....	107
Mixto.....	108
Alcance	109
Exploratorio	109
Descriptivo	109
Correlacional.....	110
Explicativo	111
Diseño	111
Experimental.....	111
No experimental.....	112
Transaccional	113
Longitudinal.....	114
Variables.....	115
Muestra	117
Instrumentos.....	118
Recolección de Datos.....	119
Métodos de Análisis.....	120
Cronograma.....	122
Estructura del Trabajo Final de Graduación	122
Diagrama de Gantt	123
Capítulo IV análisis de la situación	125
Descripción del Problema	125

Mapeo de Procesos	125
Estadística	128
5W y 2H.....	136
Diagrama de Flujo.....	138
Análisis FODA.....	143
SIPOC	145
Medición de las Consecuencias	151
AMFE	151
Lead Time	153
Muda	156
Análisis de las Causas.....	162
Modelo de Kano.....	162
Ishikawa	168
Diagrama de Pareto.....	171
Capítulo V Diseño	175
Diseño	175
Lista de Materiales (BOM).....	176
Filosofía Kaizen	179
Reestructuración de procesos	181
Tiempos de Reabastecimiento	186
Demanda Histórica y Pronósticos.....	189
Inventario Inicial.....	193
Indicadores KPI'S.....	194
Auditorías internas	195
Matriz de Selección de Alternativas	201

Diseño de la Herramienta MRP	202
.....	202
Análisis Económico	208
Salarios con Cargas Sociales.....	208
Costo de Capacitación.....	209
Costos de Implementación.....	210
Costo del sistema	211
Costo de las Auditorías Internas	213
Ahorro Esperado con la Implementación	214
Tasa de Retorno de la Inversión (Pay Back).....	215
VAN Y TIR	216
Plan de Implementación.....	216
Capítulo VI Conclusiones y Recomendaciones.....	221
Conclusiones.....	221
Recomendaciones	223
Apéndices.....	226
Apéndice – Entrevista introductoria	226
Referencias.....	253
Artículos Científicos	253
Páginas Web.....	253
Libros	254
Tesis	256

Tablas

Tabla 1 Variables.....	115
Tabla 2 Muestra.....	117
Tabla 3 Instrumentos.....	118
Tabla 4 Recolección de datos.....	119
Tabla 5 Métodos de análisis.....	121
Tabla 6 Nivel de Citas por Mes.....	128
Tabla 7 Cumplimiento de citas por mes.....	130
Tabla 8 Base de datos del ABC.....	131
Tabla 9 Análisis ABC de productos	132
Tabla 10 Cantidad de Unidades por Zona.....	133
Tabla 11 Ineficiencia de instalación de auto partes.....	135
Tabla 12 Resumen de pérdidas con el sistema actual	137
Tabla 13 Diagrama SIPOC Servicio al cliente y facturación.....	145
Tabla 14 Diagrama SIPOC Proceso de instalación de auto partes.....	146
Tabla 15 Diagrama SIPOC Proceso de venta de auto partes	149
Tabla 16 Lead Time de productos A y B.....	154
Tabla 17 Análisis de desperdicios Muda.....	156
Tabla 18 Recolección de causas.....	171
Tabla 19 Justificación de la implementación	196
Tabla 20 Datos Generales	198
Tabla 21 Actividades de auditoría.....	199
Tabla 22 Hallazgos de la auditoría.....	200
Tabla 23 Acciones correctivas y preventivas	200
Tabla 24 Aprobaciones.....	200

Tabla 25 Matriz de selección de alternativas	201
Tabla 26 Ciclo PHVA.....	217
Tabla 27 Base de datos completa ABC	231
Tabla 28 Lista de materiales BOM	235
Tabla 29 Flujo de caja	243
Tabla 30 AMFE de la problemática	245
Tabla 31 AMFE de los nuevos procesos	250

Figuras

Figura 1 Organigrama de High Light Store	17
Figura 2 Logo de High Light Store.....	18
Figura 3 Cadena de suministros.....	28
Figura 4 Capacidad	31
Figura 5 Demanda.....	32
Figura 6 MPS	33
Figura 7 MRP.....	34
Figura 8 Lead time - tiempos	35
Figura 9 Lead time - esquema.....	36
Figura 10 Lista de materiales.....	37
Figura 11 Inventario de seguridad	40
Figura 12 Control de stock.....	49
Figura 13 Cálculo de capacidad del almacén.....	49
Figura 14 Promedio móvil	51
Figura 15 Suavizamiento exponencial	51
Figura 16 Medición de error de pronóstico.....	52
Figura 17 Nivel de servicio al cliente	53
Figura 18 Hoja de comprobación.....	54
Figura 19 Mediana	56
Figura 20 Varianza	57
Figura 21 Desviación estándar.....	58
Figura 22 Mapeo de procesos	59
Figura 23 5W Y 2H.....	61
Figura 24 Diagrama de flujo.....	63

Figura 25 Simbología del Diagrama de Flujo.....	64
Figura 26 Matriz FODA O DAFO	66
Figura 27 Fases del análisis FODA o DAFO.....	67
Figura 28 Descripción Visual de Análisis externo.....	68
Figura 29 Descripción grafica de 5 fuerzas de Porter.....	71
Figura 30 Matriz de amenazas y oportunidades	74
Figura 31 Diagrama SIPOC.....	76
Figura 32 AMFE	77
Figura 33 Muda.....	80
Figura 34 Desperdicios	81
Figura 35 Diagrama de Pareto	82
Figura 36 Diagrama de Pareto - cuadro	83
Figura 37 Datos de inventario.....	86
Figura 38 Valoración de inventario.....	86
Figura 39 Asignación de porcentajes	87
Figura 40 Reorden de los valores.....	87
Figura 41 Asignación de zona.....	88
Figura 42 Modelo de Kano	90
Figura 43 Ishikawa.....	91
Figura 44 Auditoría Internas	93
Figura 45 KPI's.....	95
Figura 46 Clasificación de actividades por su aportación de valor	97
Figura 47 Proceso de cambio organizacional	100
Figura 48 Ciclo PHVA	101
Figura 49 Diagrama de Gantt.....	103

Figura 50 VAN	104
Figura 51 TIR.....	105
Figura 52 Pay Back.....	106
Figura 53 Estructura del TFG	123
Figura 54 Diagrama de Gantt.....	124
Figura 55 Mapeo de Procesos	126
Figura 56 Gráfico de Nivel de Citas por Mes	129
Figura 57 Gráfico de cumplimiento de citas.....	130
Figura 58 Gráfico de Cantidad de Elementos por Zona	133
Figura 59 Gráfico de Rango de Ventas	134
Figura 60 Gráfico de retraso por faltantes	135
Figura 61 Diagrama de flujo de servicio al cliente y facturación	139
Figura 62 Diagrama de flujo del proceso de instalación de auto pastes	140
Figura 63 Diagrama de flujo del proceso de venta de auto partes	142
Figura 64 Análisis FODA	144
Figura 65 Cálculo de NPR	151
Figura 66 Gestión de riesgo operacional (AMFE).....	152
Figura 67 Análisis de fallos potenciales.....	153
Figura 68 Gráfico del Lead Time de servicio	155
Figura 69 Impacto individual por tipo de desperdicio	161
Figura 70 Total por factor de desperdicio	161
Figura 71 Gráfico de planificación de operaciones	165
Figura 72 Gráfico de falta de tiempos estimados de operación	165
Figura 73 Gráfico de la satisfacción con respecto a la disponibilidad de insumos.....	166
Figura 74 Gráfico de ineficiencias del servicio de instalación	166

Figura 75 Gráfico de cambios a último minuto	167
Figura 76 Gráfico de falta de planificación de capacidad.....	168
Figura 77 Ishikawa ineficiencia en la instalación de auto partes.....	169
Figura 78 Diagrama de Pareto	173
Figura 79 Gráfico de Modelo Canvas.....	176
Figura 80 Diseño del BOM.....	177
Figura 81 Nuevo proceso de instalación de auto partes.....	182
Figura 82 Nuevo proceso de planificación de requerimiento de materiales.....	184
Figura 83 Análisis AMFE de nuevos procesos	185
Figura 84 Diagrama de dispersión del AMFE	186
Figura 85 Tiempo de reabastecimiento	187
Figura 86 Fórmula de cálculo del nivel	189
Figura 87 Fórmula de cálculo de tendencia	189
Figura 88 Fórmula de cálculo de pronósticos.....	189
Figura 89 Modelo de pronóstico Demanda.....	190
Figura 90 Gráfico de tendencia de la demanda.....	191
Figura 91 Pronóstico de productos A.....	193
Figura 92 Inventario inicial.....	194
Figura 93 Módulo de gestión de inventario y bodega.....	202
Figura 94 Módulo de planificación MRP	203
Figura 95 Módulo de recursos humanos y productividad.....	204
Figura 96 Módulo de compras y proveedores.....	205
Figura 97 Módulo de indicadores (KPI's) y reportes de control	206
Figura 98 Módulo de integración contable y costos	207
Figura 99 Salarios con cargas sociales.....	208

Figura 100 Costo de Capacitación	209
Figura 101 Costo de implementación	210
Figura 102 Costo del sistema.....	211
Figura 103 Acuerdo de cuotas con la empresa.....	212
Figura 104 Costo de auditorías internas.....	214
Figura 105 Ahorro esperado con la implementación	214
Figura 106 Pay back.....	215
Figura 107 VAN y TIR.....	216
Figura 108 Diagrama de Gantt.....	220

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El proyecto se desarrolla en la empresa High Light Store, la cual se especializa en la comercialización de auto partes en dos tipos de mercado (mayoreo y detalle) y la prestación de servicios de instalación. La tienda física se ubica en Cartago, La Union, San Juan en Costa Rica, la cual cubre las ventas de los nichos de mercado al que pertenece, cuenta con un amplio catálogo de productos que cumplen con las necesidades de los clientes con respecto a modificaciones de interiores o exteriores de los vehículos, además del abastecimiento de locales y distribuidores independientes.

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de requerimiento de materiales (MRP), el cual tiene como finalidad cumplir con las necesidades de los insumos necesarios para la prestación de servicios y resolver la problemática planteada en el proyecto. El trabajo se centrará en la parte de tienda (venta al detalle) por los costos adicionales que están relacionados con faltantes en inventario y la falta de planificación previa de las actividades que se realizan en la empresa.

La importancia de la implementación de un sistema MRP en la empresa, es la optimización del control de la programación de las actividades y necesidades de insumos para llevar a cabo las operaciones. Los recursos necesarios para realizarlas, en ocasiones no están disponibles por la falta de control del nivel de demanda, la falta de planificación previa, no poseer un ciclo de reabastecimiento establecido por periodos y la inexistencia de puntos de control de los materiales críticos para las operaciones. Lo que afecta los tiempos de operación además de la satisfacción del cliente con respecto a los servicios prestados.

El proyecto se engloba dentro de la línea de investigación de diseño, desarrollo o mejoramiento de sistemas logísticos o de cadena de suministros. En este caso asegurar una buena gestión de los procesos de inventariado ayudará a modo de guía en la gestión de la demanda, niveles en bodega y una buena atención al cliente. Los problemas actuales de incertidumbre ante el desconocimiento de la cantidad de producto en stock se reducirían en gran medida.

En el capítulo I de esta investigación, se brinda la introducción al proyecto y se informa sobre las generalidades de la empresa donde será desarrollado. Se plantea el problema y se establecen el objetivo general y específicos. En el apartado se espera desarrollar los diferentes beneficios económicos, operativos y administrativos. Los antecedentes de investigaciones similares y las proyecciones que se esperan obtener considerando los objetivos planteados.

En el capítulo II se encuentra el marco teórico donde se presentarán ciertas teorías y conceptos que sustentan al trabajo en curso. Para las distintas herramientas empleadas en el proyecto, se usarán distintas métricas para poder medirlas como también sus funciones de recopilación de datos que será un gran punto de inicio para el desarrollo y solución de la problemática planteada.

En el capítulo III se desarrolla el marco metodológico que se utilizará dentro de la investigación. Dentro de él se define el enfoque, el alcance y el tipo de diseño que se usara. También se detalla las variables de cada objetivo, la muestra de investigación, la metodología y las fórmulas que serán aplicadas; así como los instrumentos para la recolección de datos y el método que se usará para su análisis.

En el capítulo IV, análisis de la situación se enfoca en desglosar el problema central que afecta el objetivo en estudio. Se describirá el problema de forma detallada especificando su origen, alcance y relevancia. Por último, se realizará la medición de las consecuencias, evaluando los efectos negativos de la misma y el análisis de las causas brindará una comprensión integral del fenómeno en estudio.

En el capítulo V de diseño, se centrará en la elaboración de la propuesta para proponer solución al problema identificado. Se desarrollará el diseño de la solución, el estudio económico y el plan de implementación. En esos tres apartados se ejecutará sobre temas técnicos, costos, ruta para la implementación y un cronograma para saber el periodo que se necesita para realizarlo.

El capítulo VI que se trata de las conclusiones y recomendaciones del proyecto. Las conclusiones son los resultados obtenidos durante el estudio de la investigación además de darle respuesta a los objetivos de forma cuantitativa. En la parte de recomendaciones se verán reflejados algunos consejos para la implementación orientados por el estudio económico, esto dará la garantía de la viabilidad del trabajo.

Generalidades De La Empresa

A continuación, se describirán las generalidades de la empresa y algunos aspectos que facilitan a desarrollar el trabajo. La información fue obtenida a través de las entrevistas con los dueños.

Historia

La empresa fue creada en noviembre del 2011, con una idea de emprendimiento que tuvo uno de los copropietarios por su gran afición a los automóviles, además de su amplia experiencia en el área, ya que laboraba en un negocio acorde con la industria. Decidió buscar un socio de confianza

para gestionar la apertura de su pyme el cual fue su hermano. La primera cede fue el garaje de su casa, el cual tenía capacidad para 2 automóviles el cual fue acondicionado para operar como una tienda que podía exhibir sus productos y área de cajas.

High Light Store es una empresa que presta servicios de instalación, reparaciones técnicas, envíos de auto partes, accesorios para automóviles e interiores que abastece en sectores de Cartago y San José. Cuentan con un gran catálogo para diferentes necesidades y modelos de autos que se especializan, ya que cuentan con familias de producto como: artículos 4x4, pantallas, radios, audio, bombillos leds.

Misión

En High Light Store, nos dedicamos a ofrecer a nuestros clientes accesorios y autopartes de alta calidad para mejorar la estética, seguridad y rendimiento de sus vehículos.

Visión

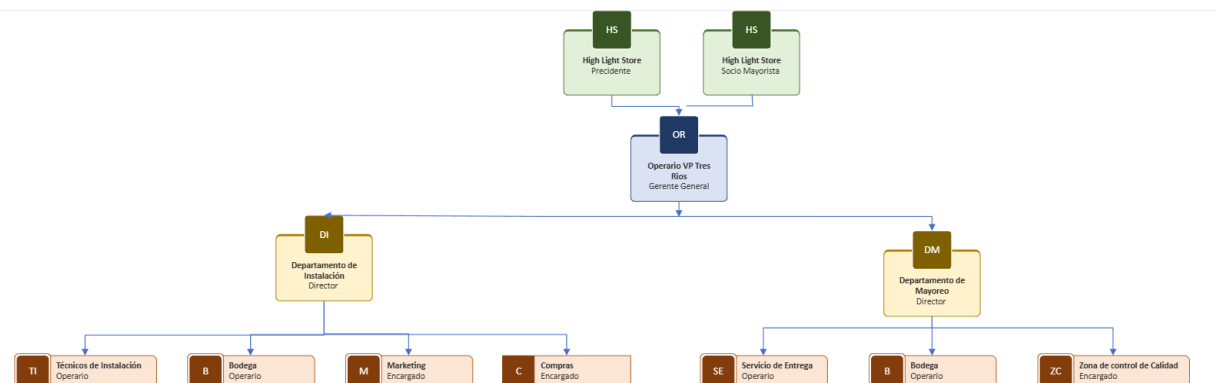
- Diversidad
- Innovación
- Calidad
- Progreso
- Colaboración al cliente

Estructura Organizacional

High Light Store está conformado por sus dos cofundadores, los cuales tiene un equipo de trabajo conformado por 8 personas. El gerente de la tienda que se encarga de coordinación, control de calidad y el control del inventario, luego viene las cuatro áreas en las que se divide la empresa según los servicios prestados como: área de cajas, vendedores, instalación de accesorios y servicio de mensajería.

Para mayor comprensión, en la Figura 1 la organización de la empresa en forma ilustrativa.

Figura 1 Organigrama de High Light Store



Nota: Peña Hurtado Jorge

En la **Figura 1 Organigrama de High Light Store**, se observa la estructura jerárquica de la empresa que se divide en tres partes, los dueños, encargado de la tienda y servicios brindados. En los diferentes departamentos existen trabajadores asignados como en ventas que cuenta con dos colaboradores, cajas con dos encargados, instalaciones que cuenta con dos técnicos capacitados para cumplir cualquier instalación de las partes que se vende en tienda y mensajería con tres colaboradores.

Logo de la Empresa

En la Figura 2 se muestra el logo de la empresa.

Figura 2 Logo de High Light Store



Nota: Sibaja Gómez Luis Diego

En la **Figura 2 Logo de High Light Store**, se presenta el logo de la empresa que fue diseñado por uno de los dueños. Ha sufrido varias modificaciones a lo largo de los años, pero sigue teniendo la misma esencia desde los primeros logotipos. La imagen propuesta quiere dar a entender la función de la empresa, la cual es el mundo de los autos.

Planteamiento del Problema

La empresa High Light Store carece actualmente de un sistema formal de planificación que le permita proyectar la demanda y organizar el abastecimiento de manera eficiente. La ausencia de pronósticos dificulta anticipar las necesidades de materiales, provocando tanto faltantes como excesos de inventario que generan costos adicionales y afectan el flujo de trabajo. La implementación de un modelo de pronósticos integrado a un MRP permitiría aprovechar los históricos de ventas para planificar la compra y el uso de recursos, brindando un escenario más confiable.

Al mismo tiempo, no existe un nivel mínimo de inventario ni puntos de control estandarizados, lo cual limita la programación de pedidos y entorpece la coordinación entre demanda y suministro. Esta falta de estandarización genera un efecto dominó: los pronósticos son poco precisos, la planificación de compras se vuelve reactiva y la supervisión se dificulta debido a cargas de trabajo mal distribuidas. Al contar con un MRP, la empresa podría establecer políticas claras de reabastecimiento, tiempos de reposición y control de inventario.

La planificación y los periodos de tiempo claros son fundamentales al querer implementar un MRP (Plan de Requerimiento de Materiales), es necesario mencionar las características faltantes en la empresa para comprender que existe una falta de trazabilidad en los procesos, además de los insumos que se requieren en cada instalación. Las situaciones descritas entorpecen la correcta implementación de un sistema de este tipo, ya que en las instalaciones se anota en la boleta de servicio las auto partes vendidas sin un control de los insumos necesarios para su correcto funcionamiento.

En la empresa se trabaja con todo tipo de accesorios para autos, las cuales son instaladas cada día en la tienda. En las instalaciones se requiere materiales y herramientas para brindar el servicio, sin embargo, los mecánicos en ocasiones no cuentan con lo necesario para concluir la tarea. Estos faltantes se mandan a traer a negocios cercanos como ferreterías, por medio de los mensajeros que cuenta High Light Store. Esto genera atrasos en las instalaciones, citas, entregas pendientes y costos adicionales fuera de inventario.

En High Light Store, el sistema de instalación de autopartes depende de las citas agendadas en la caja o visitas a tienda, donde se recopilan datos del cliente y del vehículo. Sin embargo, el encargado suele distraerse con otras incidencias en tienda, lo que retrasa la atención, la solicitud de autopartes a bodega y la preparación del técnico de instalación. Además, la llegada de clientes

sin cita genera desorden, sobrecarga al personal y provoca que terceros se involucren en tareas ajenas, afectando su rendimiento. Esta falta de organización impacta negativamente en la eficiencia del servicio y en la satisfacción del cliente.

Por lo tanto, los problemas planteados anteriormente tienen como origen la mala asignación de actividades como también la falta de planificación en los servicios brindados. Los impedimentos expuestos para implementar un MRP (Plan de Requerimiento de Materiales) que cumpla con las necesidades de High Light Store, supone plantear la siguiente pregunta de investigación para desarrollar el tema:

¿Qué se necesita para implementar un MRP en una empresa de servicios de auto partes?

Objetivos

A continuación, se mencionan el objetivo general y específicos para desarrollar el proyecto de graduación:

Objetivo Generales

Diseñar un sistema de requerimiento de materiales basado en MRP para la empresa High Light Store, que optimice los procesos de instalación y reduzca costos operativos.

Objetivos Específicos

Describir el problema de la ineficiencia en la prestación del servicio de instalación de autopartes en la empresa High Light Store.

Medir la afectación en los retrasos de servicios de instalación de autopartes.

Analizar las causas que originan las ineficiencias en el proceso de instalación de autopartes.

Diseñar un sistema de requerimiento de materiales que optimice el reabastecimiento de insumos para los servicios de instalación en High Light Store.

Establecer los indicadores de control para la implementación del diseño de un sistema de requerimiento de materiales.

Justificación

La propuesta de implementar un sistema de requerimiento de materiales (MRP) en la empresa High Light Store representa una solución concreta y viable ante los múltiples problemas operativos, administrativos y logísticos que actualmente afectan la calidad del servicio, la productividad del personal y la satisfacción del cliente. Esta iniciativa busca atacar directamente las causas de fondo identificadas en el planteamiento del problema, como lo son la falta de control sobre el inventario, la ausencia de planificación en la adquisición de materiales y herramientas, así como la desorganización.

Desde una perspectiva económica, el sistema MRP permitirá reducir considerablemente los costos asociados al manejo ineficiente de materiales. En la actualidad, la empresa incurre en gastos innecesarios al tener que adquirir insumos de forma urgente, al enfrentar retrasos en las instalaciones por faltantes y al mantener en bodega productos que no se utilizan con regularidad. Al anticipar con precisión la demanda en función de servicios programados y datos históricos, se evitarán pérdidas económicas tanto por desabastecimientos como por exceso de stock. Esto, además, aumentará el retorno sobre la inversión en inventario y permanente.

Legalmente, la estandarización de los procesos que acompañará la implementación del MRP favorecerá el cumplimiento de normativas y la trazabilidad de los recursos, facilitando la documentación de movimientos de inventario, órdenes de compra y control de insumos utilizados en cada instalación. Las normativas serán impuestas por las auditorías internas realizadas por ingeniero encargado (auditor), que se realizarán cada 3 meses de acuerdo con el diseño planteado para el sistema, con el fin de evitar conflictos relacionados con la calidad del servicio.

En el ámbito operativo, el MRP reducirá la improvisación en la preparación de las instalaciones. Los técnicos contarán con los materiales y herramientas necesarios desde el momento en que se agenda una cita, evitando retrasos, cancelaciones y reprocesos que afectan la productividad diaria. Esta fluidez operativa también mejora la experiencia del cliente, quién podrá recibir un servicio puntual, completo y sin interrupciones. Además, la eliminación de actividades innecesarias, como el envío de mensajeros por materiales olvidados, permitirá un uso más racional del tiempo y de las recurrentes interrupciones en el flujo del proceso.

Antecedentes

A continuación, se presentan las fuentes de información que sustentan el trabajo como son artículos y tesis de graduación relacionado al plan de requerimiento de materiales.

Artículos científicos

Rivera, Ortega y Pereyra (2015) en su artículo titulado como *Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes*, publicado en la revista Industrial Data, explican cómo la planeación de requerimientos de materiales (MRP) es una herramienta clave en la administración de materiales y la optimización de procesos productivos en pequeñas y medianas empresas. El estudio presenta un procedimiento detallado para la implementación del MRP destacando factores críticos de éxito como la definición de objetivos la participación de los involucrados, la metodología de trabajo y la adecuación del sistema a las necesidades específicas.

El artículo concluye que el MRP cuando es correctamente implementado, permite reducir costos de inventario, mejorar la calidad del abastecimiento y fortalecer la integración de los procesos productivos en las pymes. Asimismo, se presentan casos concretos que evidencian los beneficios del sistema en términos de control y planificación eficiente.

Muños, Saumell, Toledo et al (2015) en su artículo titulado como *Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba*, publicado en la revista *Tecnología Química*, analizan la importancia de la asignación eficiente de recursos materiales dentro de la gestión logística empresarial. A través del estudio de caso en el Laboratorio Farmacéutico Oriente en Santiago de Cuba, se aplicó un modelo de Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP) utilizando el software WinQSB, con el objetivo de mejorar la planificación y el control de la demanda de materiales en la producción de medicamentos.

El artículo destaca que la implementación del sistema MRP permite optimizar los tiempos de entrega de pedidos, minimizar costos de almacenamiento y mejorar la eficiencia operativa. En el resalta la necesidad de integrar herramientas tecnológicas para facilitar el cálculo de requerimientos de materiales y fortalecer la toma de decisiones estratégicas en la empresa.

Navarrete y Parada (2017) en su artículo titulado: *Métodos para mejor la eficiencia y la toma de decisiones en la Gestión de inventarios*, publicado en la revista Ciencia Unemi, explica que el aprovisionamiento, logística, método ABC y políticas de inventarios son esenciales para eficiencia

y toma de decisiones en la gestión de los inventarios. En el artículo se toca mucho el tema de la logística a la hora de realizar el inventariado.

El estudio empleó herramientas como el análisis FODA y técnicas de trabajo en grupo para identificar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas dentro de la gestión de inventarios de la empresa. Entre los principales hallazgos, se destaca la clasificación multicriterio ABC y la determinación de normas de inventario para los productos más representativos. Los resultados evidenciaron que la integración de estos métodos permite reducir costos, mejorar el abastecimiento y fortalecer la planificación logística, lo que contribuye a la sostenibilidad operativa de la organización.

Guzmán, Reyes y Chan Yu (2021) en su artículo titulado: *Control eficiente de inventarios*, publicado en la revista RECIAMUC, explican que la implementación, consolidación y aplicación de sistemas de control de inventarios constituye un elemento clave para mejorar la eficiencia empresarial. Los autores destacan la importancia de establecer políticas de inventario adecuadas, basadas en modelos matemáticos que permitan determinar el momento óptimo para realizar pedidos y minimizar costos operativos.

El estudio señala que la gestión de inventarios debe contemplar tanto factores internos como externos que afecta en la disponibilidad de materiales, evitando problemas como el exceso o la escasez de existencias. Se enfatizan la relevancia de la planificación estratégica y el uso de tecnologías adecuadas para optimizar los procesos de almacenamiento y distribución. En conclusión, el artículo sostiene que un control eficiente de inventarios no solo impacta la rentabilidad, sino que también permite mejorar la liquidez y reducir los riesgos financieros en las empresas.

Sánchez y Loza (2022) en su artículo titulado como *Identificación de patrones de demanda de refacciones automotrices*, publicado en la revista UNAM: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento, analizan la clasificación de la demanda en el sector de autopartes en México. Mediante un análisis probabilístico basado en el método ABC y la evaluación del coeficiente de variación cuadrada, el estudio identifica cuatro patrones principales de demanda: suavizada, errática, irregular e intermitente.

El artículo resalta la importancia de contar con modelos de pronóstico adecuados para cada tipo de demanda, lo que permite optimizar la planificación del inventario y mejorar la eficiencia en la cadena de suministro. Se concluye que la correcta identificación de los patrones de demanda

contribuye significativamente a la reducción de costos y al fortalecimiento de la competitividad en la industria automotriz

Tesis

Los autores Alegría, López y Ulloa (2017) en su tesis titulada: *Diseño de un sistema para mejora de la planeación de requerimiento y control de inventario*, presentada para optar por grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad de Costa Rica, utilizo las herramientas tales como entrevistas, mapeo de procesos, Diagrama SIPOC, Delphi, Diagrama de Pareto, Super ABC, Diagrama de Ishikawa para llegar a la causa raíz.

Se concluye que la empresa tenía una inexactitud del 52% en los registros de inventario, lo que generaba desabastecimientos frecuentes y sobrecostos en la producción. La implementación de la metodología propuesta permitió reducir los faltantes de materiales del 30% al 0% en la prueba piloto, además de mejorar la comunicación interna y la integración de departamentos clave en la toma de decisiones sobre compras y abastecimiento.

Dándole un enfoque hacia empresas de servicios Camilo (2018) en una tesis titulada: *Modelo MRP en empresa de servicios*, presentada para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad de San Buena Aventura de Medellín en Colombia, utilizo las herramientas tales como la recopilación de datos, Microsoft Access 2013 y el desarrollo de un FODA para analizar la empresa.

Se concluye que la implementación del modelo MRP en empresas de servicio facilita la planificación bajo demanda dependiente, optimizando la gestión de materiales y reduciendo los costos operativos. Además, permite mejorar la eficiencia en la prestación del servicio, asegurando un mejor control de inventarios y una mayor capacidad de respuesta ante las necesidades de los clientes.

El autor Arones (2021) en su tesis titulada: *Implementación del Sistema MRP para la optimización del nivel de entrega de los nodos tipo red de transporte*, presentada para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial en la Universidad Continental en el centro de Perú, utilizo las herramientas tales como el estudio de tiempos, Gantt, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa y el Fill Rate para medir la eficiencia en las entregas.

Se concluye que la implementación del sistema MRP permitió reducir los tiempos de entrega de nodos en un 63%, disminuir los quiebres de stock en un 31% y optimizar la planificación de

partidas en un 27%, lo que contribuyó a una mejor eficiencia operativa en la empresa. Para posteriormente sugerir un ajuste de manera periódica que se determinó gracias a los servicios dados, como resultado se harán cada 2 meses.

El autor Granados (2023) en su tesis titulada: *Diseño de un sistema de gestión y control del inventario de suministros escolares*, presentada para optar por el grado de Bachillerato de Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas en Costa Rica, utilizó las herramientas tales como Entrevistas, Hojas para recolección de datos, Gantt, Diagrama de Flujo, Desviación Estándar, Diagrama de Pareto y Diagrama de Ishikawa.

Se concluye que la empresa enfrenta un problema en la gestión de materiales. Las solicitudes que se realizan y son canceladas alrededor del periodo en estudio son de 207, causando un exceso de material. Se dividió por familias denominadas A, B y C las cuales se calcularon dando como resultado la alta demanda del catálogo A y la baja rotación del inventario del C, por lo tanto, se calculó un punto de reorden para los pedidos futuros por medio de un inventario cíclico.

La autora Nieto (2025) en su tesis titulada: *Propuesta del sistema de gestión y control de inventarios para nuevos productos médicos en la empresa Boston Scientific*, presentada para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas en Costa Rica, utilizó las herramientas tales como Diagrama de Flujo, Diagrama SIPOC, Diagrama de causa y efecto, Diagrama de Pareto, Las 5 W y las 2 H, MRP y Ciclo PVHA.

Se concluye que la empresa Boston Scientific presenta un problema de exceso o faltante de inventario. La cantidad de \$241.000 es el valor del material no facturado causando que se pierda o dañen. Pero con distintas técnicas se mejoró la trazabilidad de los materiales por pedido que en conjunto con el MRP implementado se consigue un yield del 85% y una disposición de líneas de un 85% mejorando la producción y bajando la pérdida de materia prima hasta un 30%.

Proyecciones

A continuación, se les describirán las metas que se plantearon cumplir con el desarrollo de este proyecto final de graduación, esto relacionado con los objetivos planteados.

- Solucionar los problemas de prestación de servicios de instalación.
- Diseñar un sistema de pronósticos para la demanda dependiente y establecer pedidos basado en ellos.
- Disminuir los excesos en bodega y los vacíos no programados de stock.

- Con la correcta implementación del MRP se aumentará la productividad y reducción de los gastos adicionales debido a faltantes.
- Establecer los indicadores de rendimiento respectivos para el proyecto y ajustes para el modelo según un periodo óptimo para su eficiencia.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo, se explicará los conceptos generales relacionados con el tema de investigación. La elección de cada herramienta contribuye al desarrollar y consumir las distintas partes de los objetivos propuestos, por medio de su entendimiento y definición. Estas se utilizarán para brindar un panorama en el cual se pueda desarrollar y controlar el sistema de requerimiento de materiales propuesto para la empresa.

Conceptos Generales

A continuación, se detalla los conceptos generales los cuales están relacionados con el tema del proyecto. La comprensión de conceptos ayudará en el desarrollo de este.

Definiciones relacionadas al tema TFG

En el apartado de definición relacionadas al tema del trabajo final de graduación, está compuesta por definiciones que están relacionadas a la línea de investigación planteada en el capítulo 1 introducción. En el caso de la investigación en curso, se desarrollan los temas relacionados a la logística que se mezcla con sistema de requerimiento de materiales.

Cadena de suministros.

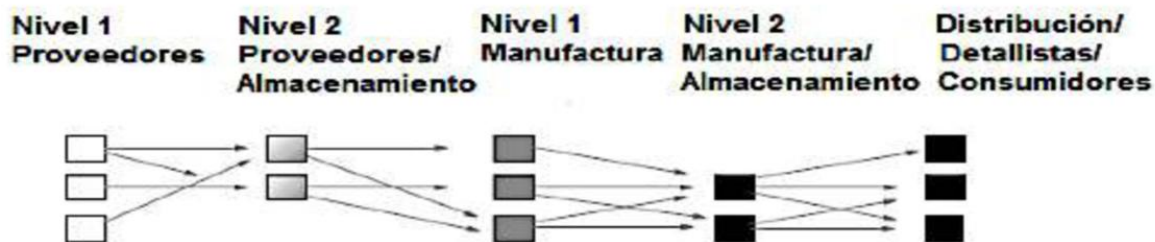
En el libro de fundamentos de la cadena de suministros: teoría y aplicación indica que “la cadena de suministros de un producto o servicio es el sistema en que las compañías y sus funciones de negocios transitan desde la creación a la entrega del último consumidor” (Mejía, 2023, p. 13).

Mediante esta visión integral, la cadena de suministros permite garantizar la trazabilidad de un producto o servicio desde su creación hasta la entrega al cliente final. La definición evidencia su aplicabilidad tanto en organizaciones productivas como en aquellas dedicadas a la prestación de servicios, como es el caso del proyecto desarrollado. Al igual que un producto tangible, los servicios requieren la gestión de insumos y recursos para su correcta ejecución. En este sentido, la estructura de la cadena propuesta por el autor dividida por niveles fue considerada para la elaboración de órdenes de trabajo vinculadas a la lista de materiales de cada servicio, contribuyendo así a una mayor organización y control del proceso operativo.

En la

Figura 3 se muestra una cadena de suministros por niveles:

Figura 3 Cadena de suministros



Nota: Juan Mejía

En la

Figura 3 Cadena de suministros se muestra un ejemplo de una cadena de suministros por niveles, esto quiere decir que se toman en cuenta todos los entes para que el sistema se sustente y funcione acorde a lo que la empresa requiera en función de sus necesidades. En una secuencia de este tipo se toma en cuenta los siguientes factores: proveedor, almacenamiento, manufactura, distribución y consumidores.

Logística.

El autor Vélez (2014) citando a Ballou (2004) indica que:

Las actividades que se dirigen para conformar la logística de los negocios (proceso de la cadena de suministros) varía de una empresa a otra, dependiendo de la estructura organizacional de cada una, de las honestas diferencias de opinión, de la administración respecto de lo que constituye la cadena de suministros para su negocio y de la importancia de las actividades individuales para sus operaciones (p. 19).

En la empresa High Light Store, las actividades logísticas se desarrollan de manera empírica, lo que genera diferencias en la gestión de insumos y en la coordinación entre áreas. La aplicación de un sistema MRP permitirá estandarizar dichas actividades bajo una estructura formal, mejorando

la sincronización entre la adquisición, almacenamiento e instalación de autopartes. De esta manera, se busca que las funciones logísticas se alineen con la demanda real de los servicios, optimizando el uso de recursos y reduciendo los retrasos en la atención al cliente.

Gestión de inventarios.

Los lineamientos para una correcta gestión de inventarios y su valor con respecto al resultado de la empresa son:

Téngase presente que los inventarios, juntamente con el almacenamiento y el transporte, crean valor para el cliente, enriquecen la demanda, generan valor en el espacio y en el tiempo, razones determinantes de la demanda en los negocios. Tres son las razones que explican la creación de valor de los inventarios:

Dada la infinidad de proveedores y la multiplicidad de cadenas de suministros que se entrecruzan, deben existir nodos, núcleos de acumulación, centros de acopio que simplifiquen los encuentros de la oferta y la demanda.

No siempre la oferta sin inventarios puede ser uniforme y sostenida en el tiempo dadas las temporadas, las cosechas, los fenómenos de escasez, además, tampoco la demanda es uniforme.

Se deben equilibrar los costos de producción y la respuesta a la demanda calculando volúmenes rentables de producción y márgenes de comercialización que absorban los costos financieros de la acumulación de existencias de productos. (Vélez, 2014, pp. 91-92)

Actualmente, se manejan los inventarios con plataformas limitadas, sin registros estandarizados que permitan proyectar niveles óptimos de existencias. Con la implementación del MRP, se busca aplicar los principios de gestión de inventarios propuestos por Vélez, lo que permite equilibrar los costos de almacenamiento con la capacidad de respuesta ante la demanda. Este sistema posibilitará mantener niveles de stock adecuados para los diferentes servicios de instalación, asegurando la trazabilidad de los insumos y minimizando las pérdidas por obsolescencia o exceso de materiales.

Planificación de la demanda.

Indica Cruz (2018) un aspecto clave es “conocer todo el proceso de producción, la capacidad de producción y el momento en el que la capacidad de producción aumenta o disminuye para planificar correctamente la necesidad de mano de obra directa en el proceso productivo de la empresa. (p. 92).

En el contexto de High Light Store, la capacidad operativa depende directamente de la disponibilidad del personal técnico y de los insumos requeridos para cada instalación. La ausencia de planificación formal ocasiona desequilibrios entre la demanda del servicio y los recursos disponibles. El sistema MRP permitirá vincular la planificación de materiales con la programación del trabajo, ajustando las cargas laborales según la capacidad real de instalación y evitando tiempos ociosos del personal técnico.

Nivel de servicio logístico.

El nivel de servicio “se define como la posibilidad de atender los pedidos con el stock que se mantiene en el almacén” (Mejía, 2023, p. 79).

En la empresa, el nivel de servicio se ve afectado por la falta de disponibilidad inmediata de ciertos insumos, lo que retrasa la instalación y reduce la satisfacción del cliente. Con la aplicación del MRP, se busca mantener un nivel de inventario que asegure la atención oportuna de los pedidos, asegurando que cada servicio cuente con los materiales necesarios. Esto incrementará la confiabilidad del proceso y la percepción de calidad del servicio por parte del cliente final.

Dirección de operaciones.

Los autores indican que “la dirección de operaciones es la serie de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los recursos en productos. En todas las organizaciones hay actividades de producción de bienes y servicios” (Heizer & Render, 2017, p. 44).

En la situación actual de la empresa, las operaciones se realizan de forma descentralizada y sin un control estandarizado. Con la implementación del sistema MRP, la dirección de operaciones se estructurará bajo una visión de valor, orientando cada proceso hacia la eficiencia y el cumplimiento de los estándares de servicio que van a dictar los puntos de control relacionados con esa área. La herramienta permitirá transformar los recursos materiales en resultados tangibles para el cliente mediante una planificación sincronizada con la demanda y las capacidades internas.

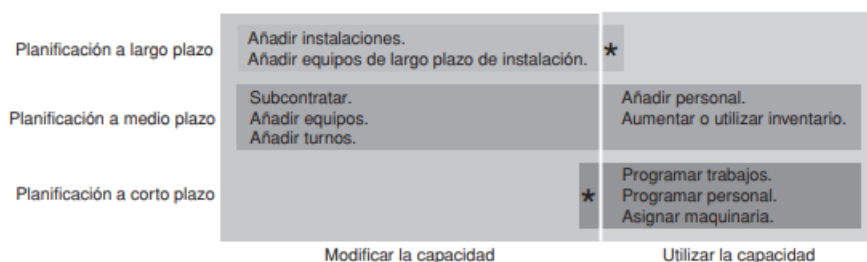
Capacidad.

Definen a la capacidad como “la “producción” o número de unidades que pueden caber, recibirse, almacenarse, o producirse en una instalación en determinado periodo de tiempo. La capacidad determina una gran parte de los costes fijos” (Heizer & Render, 2017, p. 403).

De acuerdo con la definición de los autores con la situación actual, la capacidad de atención diaria depende del número de servicios programados y de la disponibilidad de materiales. Actualmente, la falta de planificación limita el aprovechamiento del tiempo operativo. El MRP permitirá estimar la capacidad instalada de manera más precisa, planificando los servicios en función de los recursos disponibles y reduciendo los tiempos de espera por falta de insumos o personal. Esto contribuirá a una gestión más eficiente de los costos fijos y operativos.

En la Figura 4 se muestra una ejemplificación de la capacidad dividida por periodos y los escenarios donde hay que modificar la capacidad instalada:

Figura 4 Capacidad



Nota: Jay Heizer y Barry Render

La **Figura 4 Capacidad** se observa los horizontes de tiempo donde la capacidad es moldeable según los periodos además de los escenarios donde es necesario trabajar con la capacidad instalada. Los cambios que se pueden presentar a lo largo del tiempo en una empresa son variados pero la identificación de las necesidades en función al volumen de producción está estrechamente correlacionado a modificaciones por periodo.

Servicio

El autor Cruz (2018) indica que “El sector servicios se caracteriza por la comercialización fugaz de su actividad, ya que se consume el servicio en el momento en el que se está prestando” (p. 36).

Dado que High Light Store presta un servicio que se ejecuta en el momento de la instalación, la disponibilidad de los insumos es crítica para garantizar la continuidad operativa. De acuerdo con la definición de Cruz (2018), se menciona el consumo del producto como tal a la hora de realizar las actividades solicitadas por el cliente, esto quiere decir que los productos intangibles es la

entrega de una experiencia con la entrega final. Las características del proyecto están centradas en mitigar retrasos, cuellos de botella y minimizar costos durante la prestación de servicios.

Demanda

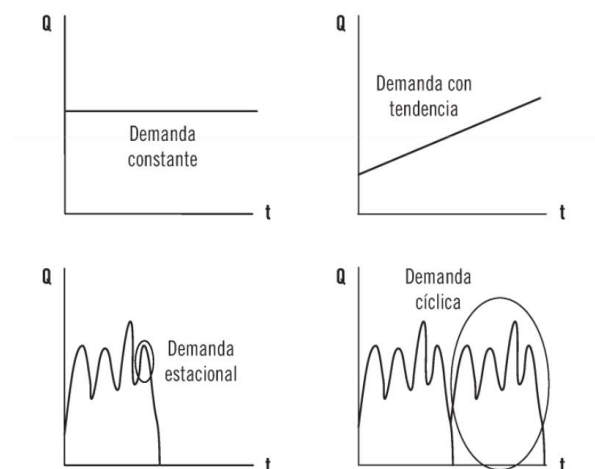
El concepto se define en el libro planificación y gestión de la demanda como:

La demanda en un entorno económico consiste en el conjunto de productos y servicios que se mueven en un momento dado dentro de un lugar. Dependiendo del momento, lugar y participantes, se podrá hablar de un tipo de demanda o de otra (Cruz, 2018, p. 56).

En la empresa, la demanda está sujeta a variaciones estacionales ya que las tendencias del mercado automotriz. Actualmente no se cuenta con un sistema formal que anticipe estas fluctuaciones. El MRP integrará el análisis de la demanda histórica y proyectada para generar pronósticos que orienten la planificación de compras y la gestión de inventarios. Con ello se busca mantener una correlación entre la demanda del servicio y el abastecimiento de materiales.

En la Figura 5 se muestra las distintas formas de demandas que existen.

Figura 5 Demanda



Nota: Antonia Cruz

La **Figura 5 Demanda** muestra las distintas formas de demanda, esto supone la importancia de identificación del tipo que un negocio posee para el desarrollo de estrategias acorde a las irregularidades que se pueda presentar. Las diferentes formas presentadas en la imagen son:

demanda constante, demanda con tendencia, demanda estacional y demanda cíclica. El comportamiento de estas varía según los datos, pero se aprecia su comportamiento usual.

MPS.

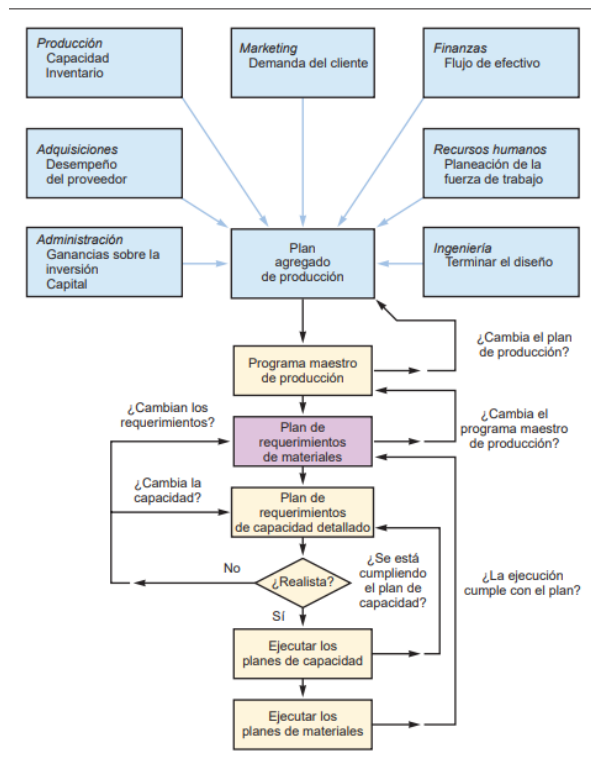
La definición de la herramienta MPS según el libro Dirección de la producción y de operaciones es la siguiente:

El programa maestro de producción (MPS, Master Production Schedule) especifica qué debe hacerse (es decir, el número de productos o artículos terminados) y cuándo. El programa debe ser acorde con el plan de producción. El plan de producción establece el nivel global de producción en términos generales. El plan también incluye una variedad de insumos, incluidos planes financieros, demanda del cliente, capacidades de ingeniería, mano de obra disponible, fluctuaciones del inventario y desempeño del proveedor, entre otros aspectos. (Heizer & Render, 2017, p. 336)

En High Light Store, la aplicación del MPS se adaptará para definir la programación de servicios por tipo de instalación, considerando la disponibilidad de materiales, personal y tiempo. Este programa permitirá priorizar las órdenes de trabajo y planificar las compras de insumos con base en el calendario de servicios, garantizando que cada solicitud del cliente se cumpla en el plazo comprometido. De acuerdo con las necesidades del proyecto, las características más aptas fueron las del modelo MRP y se descartó la adición de esta fase en una empresa de servicios.

En la Figura 6 se muestra un MPS, en función de una planta de producción.

Figura 6 MPS



Nota: Jay Heizer y Barry Rander

En la **Figura 6 MPS** se aprecia la composición de un programa maestro de producción, el cual da las distintas pautas a seguir para la producción de un producto o servicio. En la imagen se puede comprender la importancia de este, ya que es el centro de las operaciones por su importancia en las indicaciones de las cantidades necesarias de producción y su conexión con las otras partes del proceso.

MRP

Los autores Heizer y Render, (2017) definen el MRP como:

El plan de requerimientos de materiales global es un programa o calendario que combina el programa maestro de producción con el programa escalonado. Indica cuándo debe ordenarse un artículo a los proveedores si no hay artículos en inventario, o cuándo debe comenzar la producción de un artículo para satisfacer la demanda del producto terminado en una fecha dada. (p. 342)

El MRP representa la herramienta central de la propuesta de mejora en High Light Store. Su implementación permitirá gestionar de manera integrada las órdenes de servicio, la disponibilidad de inventarios y la programación de compras. A través de este sistema, se busca reducir las faltantes de materiales, optimizar los tiempos de entrega y asegurar que cada instalación se ejecute de

manera fluida y sin interrupciones. Además, el MRP servirá como base para la toma de decisiones estratégicas en la planificación operativa y de abastecimiento.

En la Figura 7 se aprecia un MRP con sus respectivos horizontes de tiempo

Figura 7 MRP

TABLA 11.3 ■ Plan de requerimientos de materiales global para 50 juegos de bocinas Awesome (A)

	SEMANA								TIEMPO DE ENTREGA
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A. Fecha en que se requiere								50	
Fecha de liberación de la orden							50		1 semana
B. Fecha en que se requiere							100		
Fecha de liberación de la orden				100					2 semanas
C. Fecha en que se requiere							150		
Fecha de liberación de la orden						150			1 semana
E. Fecha en que se requiere					200	300			
Fecha de liberación de la orden			200	300					2 semanas
F. Fecha en que se requiere						300			
Fecha de liberación de la orden			300						3 semanas
D. Fecha en que se requiere			600	200					
Fecha de liberación de la orden		600		200					1 semana
G. Fecha en que se requiere			300						
Fecha de liberación de la orden	300								2 semanas

Nota: Jay Heizer y Barry Render

La **Figura 7 MRP** se observa un ejemplo de cómo se utiliza esta herramienta para la producción de un producto en concreto, en este caso son 50 juegos de bocinas Awesome. La información proporcionada por el plan de requerimiento de materiales es la necesidad de insumos en caso de acercarse al punto de desabastecimiento o el inicio de la producción para satisfacer la demanda prevista del producto.

Lead time

Según Heizer y Render (2017) indican que el tiempo de entrega o lead time es “el tiempo que transcurre entre el reconocimiento de la necesidad de un pedido y su recepción; en los sistemas de producción, es la suma de los tiempos de ordenar, esperar, hacer cola, preparar y correr la producción de cada componente” (p. 341).

En la empresa, los tiempos de entrega se ven afectados por la falta de coordinación entre compras y el taller de instalación. Con el MRP, los tiempos de entrega podrán planificarse y reducirse al programar las compras de materiales con base en la cantidad de servicios proyectados. Esto mejorará la eficiencia del proceso y permitirá aplicar técnicas de ingeniería industrial como el

análisis de ruta crítica y cronogramas de producción para equilibrar las cargas de trabajo y cumplir con los compromisos del cliente.

En la Figura 8 se aprecia la tabla de tiempos en función de la duración de cada actividad.

Figura 8 Lead time - tiempos

TABLA 11.2 ■ Tiempos de entrega para los juegos de bocinas Awesome (A)

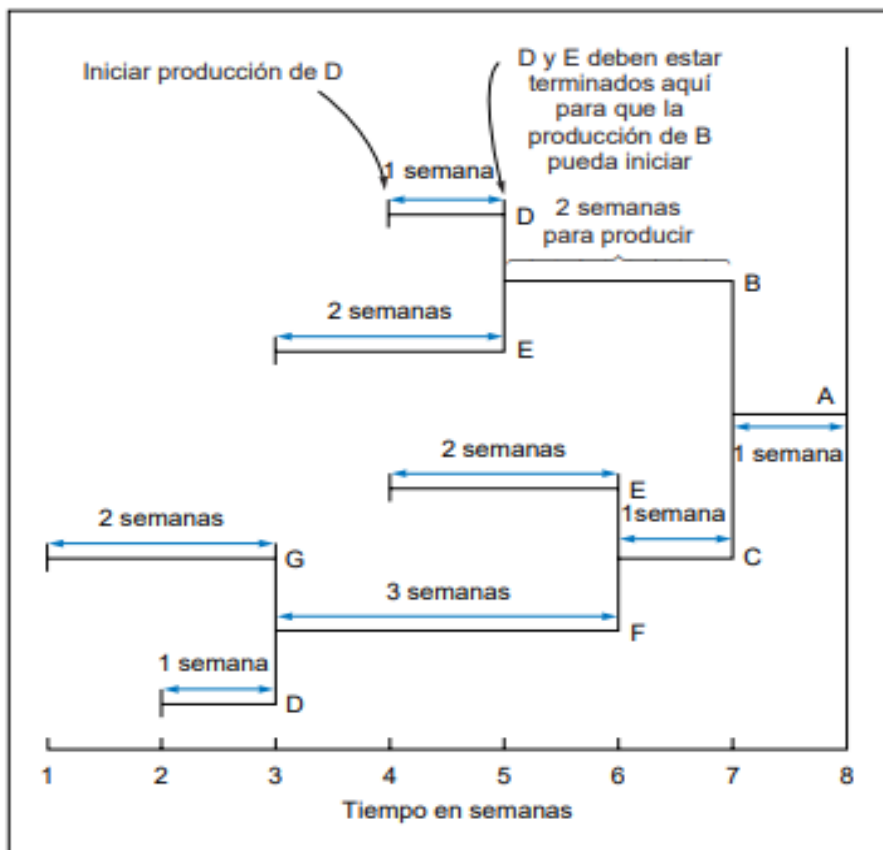
COMPONENTE	TIEMPO DE ENTREGA
A	1 semana
B	2 semana
C	1 semana
D	1 semana
E	2 semana
F	3 semana
G	2 semana

Nota: Jay Heizer y Barry Rander

En la **Figura 8 Lead time - tiempos** se puede apreciar una tabla de tiempos, esta muestra el periodo de tiempo en la que cada componente que conforma el producto final. En las listas de tiempos previsto de espera se toma en cuenta los factores de traslado, ensamblaje y producción, esto permite que los departamentos encargados de cada procedimiento tengan una ventana de tiempo previamente establecida evitando retrasos en producción.

En la Figura 9 se aprecia el lead time en un contexto de producción, ya que cada componente conforma el producto final.

Figura 9 Lead time - esquema



Nota: Jay Heizer y Barry Rander

En la **Figura 9 Lead time - esquema** se aprecia la tabla de tiempos, pero expresado en formato de esquema. La función de ilustrar la lista de tiempos para cada micro proceso dentro del proceso es ver la duración de cada uno en la línea completa del proceso además de buscar alternativas por los inconvenientes que podrían presentarse por parte de un retraso. Es importante mencionar el sentido de cada macroproceso para llegar al producto final.

Lista de materiales.

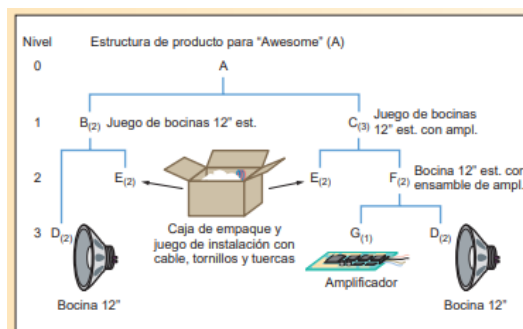
La lista de materiales es una "Lista de los componentes, su descripción y la cantidad necesaria de cada una para hacer una unidad de un producto" (Heizer y Render, 2017, p. 339).

En el contexto de High Light Store, la lista de materiales se adaptará a los diferentes tipos de instalación (en el estudio se demostró la aplicabilidad por medio del top 10 que reflejó el ABC). Cada servicio tendrá su BOM específico, que el MRP utilizará para calcular los requerimientos y coordinar las compras. Este procedimiento permitirá controlar el consumo de materiales y

mantener registros técnicos estandarizados. Además, facilitará el análisis de costos y la trazabilidad de los insumos, fortaleciendo la gestión operativa de la empresa.

En la Figura 10 se aprecia la lista de materiales de una bocina a modo de ejemplificar una lista de materiales práctica.

Figura 10 Lista de materiales



Nota: Jay Heizer y Barry Render

En la **Figura 10 Lista de materiales** se aprecia la lista de materiales para fabricar una bocina Awesome, se detalla la cantidad exacta de los componentes que se necesita para generar el siguiente insumo para llegar al producto final. Las listas están divididas de la siguiente manera, el componente (A) que representa el producto final, (B) juego de bocina 12, (C) juego de bocina con amplificador, (D) bocinas, (E) caja de empaque y juego de instalación y (F) Bocinas con ensamble de amplificador.

Demanda independiente.

La explicación de demanda independiente es:

Este tipo de demanda es completamente independiente y se halla al margen de la toma de decisiones de la empresa, es decir, no está condicionada por la empresa, sino por factores que escapan directamente a su control. En este caso, este tipo de demanda está sujeta al cliente o consumidor y su comportamiento de compra, aunque puede ser influenciado por la empresa, nunca será controlado por completo, ya que el cliente tiene la última palabra. (Cruz, 2018, p. 59).

En la empresa, la planificación se realiza de manera reactiva y no preventiva, lo que genera retrasos y costos innecesarios. Con la adopción del MRP, se establecerá una planificación estructurada que relaciona los pronósticos de demanda con los requerimientos de materiales y la disponibilidad de mano de obra. Las proyecciones que brindan la herramienta de pronósticos agilizan la toma de

decisiones con el apoyo del análisis ABC para la programación de los reabastecimientos según las necesidades.

De acuerdo con Cruz (2018) la demanda dependiente puede tener comportamientos:

- Constantes: dentro de este tipo de demanda independiente constante podemos encontrar la simple, móvil, ponderada y exponencial.
- Con tendencia: dentro de este tipo de demanda independiente con tendencia, pueden encontrarse con tendencia lineal, exponencial, logarítmica o polinómica.
- Lineal: esta tendencia consiste en una línea recta sobre la que se distribuyen los datos de la demanda.
- Exponencial: esta tendencia es una línea curva sobre la que se distribuyen aumentando o disminuyendo en proporciones cada vez mayores de la demanda.
- Logarítmica: esta tendencia es una línea curva sobre la que se distribuyen y tienden a distribuirse los datos de la demanda de forma muy estable. Puede ser positiva o negativa (p. 60)

Demanda dependiente.

Según Cruz (2018):

Este tipo de demanda que afecta a la producción de la empresa sí es controlable por la empresa, por lo que en su cálculo intervienen la política de la empresa en relación con las materias primas, producción final, previsiones de consumo, etc. Es, por tanto, una demanda independiente del cliente controlada por las previsiones y política productiva de la empresa (p. 61).

La demanda dependiente se manifiesta en la relación directa entre los servicios de instalación y los insumos requeridos para ejecutar las actividades además de las piezas específicas de carrocería. A través del sistema MRP, esta demanda se calculará con base en la lista de materiales (BOM) de cada tipo de servicio, lo que permitirá determinar la cantidad exacta de componentes necesarios en función de las órdenes de trabajo programadas. De esta manera, la empresa podrá controlar los niveles de inventario y anticipar las necesidades de abastecimiento sin depender de la variabilidad del cliente final, fortaleciendo la planificación interna y optimizando la utilización de los recursos materiales.

Control de procesos.

Indican Heizer & Render (2017) indica que “el control de procesos es la utilización de la tecnología de la información para supervisar y controlar un proceso físico” (p. 385).

Seguidamente los autores indican que los sistemas de control de procesos funcionan de diversas maneras, pero la siguiente es la más habitual:

- Sensores (normalmente dispositivos analógicos) de recogida de datos.
- Los dispositivos analógicos leen datos cada cierto tiempo, quizás una vez por minuto o una vez por segundo.
- Las medidas se traducen a señales digitales que se transmiten a una computadora digital.
- Los programas informáticos leen el fichero (los datos digitales) y analizan los datos.
- El resultado obtenido puede adoptar numerosas formas: mensajes en consolas de computadora o impresoras, señales a motores para cambiar los ajustes de una válvula, luces o sirenas de aviso, gráficos de control estadístico de procesos, o esquemas como se muestran en la fotografía de la página siguiente (p. 385).

Los controles del proceso se van a dar por medio de los registros de salidas de bodega para cubrir una orden de trabajo creada por medio de sistema además de los insumos necesarios para cada instalación. Los puntos de control para el rendimiento del sistema y los niveles de servicios son integrados en el módulo de KPI's dentro de las especificaciones de las necesidades de la empresa. El fin de la integración del MRP, es el cumplimiento de los nuevos flujos de proceso, esto incluye el control constante de las operaciones para fundamentar la integración de filosofía Kaizen en la cultura empresarial.

Inventarió de seguridad.

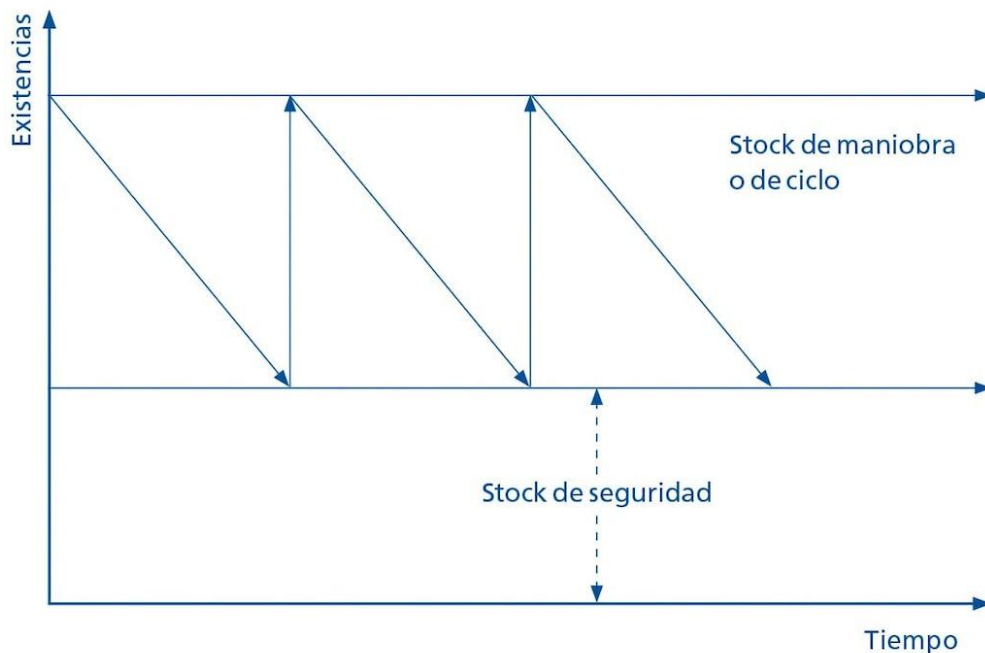
Indica el autor Mejía (2023) que “es aquella cantidad de productos que debe existir en el almacén, la cual permite afrontar cualquier demora eventual en la entrega por parte del proveedor, así como incrementos imprevistos en la demanda de los clientes” (p. 68).

En la descripción de la situación actual de la empresa, se menciona que existen atrasos relacionados con la falta de materia prima (las piezas o insumos de instalación) para realizar los servicios de instalación. El inventario de seguridad brinda seguridad con respecto a la demanda independiente que posee la industria de servicios además de los desvíos que se puedan generar en la planificación

de operaciones como puede ser un alza en la demanda o retrasos en los tiempos de entrega por parte de los proveedores.

En la Figura 11 se aprecia el inventario de seguridad.

Figura 11 Inventario de seguridad



Nota: Google imagenes

En la **Figura 11 Inventario de seguridad**, representa el stock por unidades que se divide en dos partes, tales como el inventario normal o activo y el inventario de seguridad. Las cantidades de producto en bodega está representado en una línea de tiempo en días, esto da exactitud de la duración de este acorde a la producción. La ventaja de contar con este tipo de colchón de tiempo es la posibilidad de reabastecimiento para la producción.

Inventario promedio.

Una correcta gestión del inventario requiere comprender los niveles promedio que existen:

Es la cantidad de stock medio que hemos tenido en un periodo de tiempo dado. Corresponde a la mitad del stock normal ($q/2$) si la empresa no tiene stocks de seguridad o es igual a la mitad del stock normal más el stock de seguridad si la empresa maneja dichos stocks de seguridad (Mejía, 2023, p. 68)

La gestión de inventario es muy vaga en relación con las operaciones que se realizan en la empresa, actualmente no cuenta con un proceso formal de para contar con un stock promedio de inventario. Según las necesidades y paneles de control con los que contara el sistema de requerimiento de materiales se tomara en cuenta el módulo de gestión de inventario, ya que se debe que cumplir órdenes de trabajo acorde a los servicios. Las ventajas de tomar en cuenta las posibilidades de modos de falla es crucial durante su implementación.

Conceptos propios de la industria

La presente sección aborda conceptos propios de la industria de servicios que resultan fundamentales para el desarrollo del Trabajo Final de Graduación. Estos conceptos permiten contextualizar el funcionamiento operativo de la empresa, especialmente en el área de instalación de autopartes, y comprender las características que diferencian a los servicios de los procesos productivos tradicionales. Se incluyen términos clave relacionados con la logística, la planificación de recursos y la atención al cliente.

Mantenimiento automotriz

En el artículo se define de la siguiente manera:

El mantenimiento de un auto se refiere a las actividades realizadas en un vehículo para mantenerlo en condiciones óptimas de funcionamiento. Estas actividades pueden incluir inspecciones rutinarias, revisiones programadas y sustitución de piezas desgastadas o dañadas. Un mantenimiento regular puede ayudar a evitar averías, alargar la vida útil de un vehículo, mejorar la eficiencia del combustible y mantener su valor de reventa. (Carraspero, 2023, pp.1)

La definición integral que brinda el autor, indica la importancia de los mantenimientos periódicos que se le deben de dar al auto motor, es importante mencionar lo para efectos de un mejor entendimiento de la industria automotriz a la que pertenece la empresa. Los mantenimientos tienen distintas ramas como son la mecánica, eléctrica y composición de la carrocería, esta dos últimas son esenciales en los nichos de mercado a los cuales pertenece las actividades de instalación de auto partes.

Mantenimiento preventivo automotriz

De acuerdo con Carraspero (2023) indica que “consiste en llevar a cabo revisiones periódicas del vehículo para detectar y corregir problemas menores antes de que se conviertan en averías

costosas. Esto incluye cambios de aceite, revisión del sistema de frenos, estado de las llantas, entre otros aspectos” (pp.3).

El mantenimiento preventivo automotriz constituye una práctica esencial dentro de la industria de servicios vehiculares, al permitir la detección temprana de fallas potenciales mediante revisiones periódicas y sistemáticas. Este tipo de mantenimiento garantiza la seguridad del usuario, la durabilidad del vehículo y la optimización del rendimiento operativo. En el marco del proyecto, comprender esta práctica resultó importante para contextualizar la naturaleza del sector en el cual se desarrollan las actividades de instalación de autopartes.

La filosofía preventiva resalta la importancia de establecer procedimientos planificados y estándares de revisión, principios que sirvieron como referencia para estructurar un sistema de planificación más ordenado, coherente con la lógica del MRP, donde la anticipación y la programación son fundamentales para evitar interrupciones en el servicio.

Mantenimiento correctivo automotriz

De acuerdo con Carraspero (2023) define al mantenimiento correctivo como “el mantenimiento correctivo se lleva a cabo cuando ya ha ocurrido una avería o falla en el vehículo. En este caso, se realiza la reparación o sustitución de las piezas necesarias para que el vehículo vuelva a funcionar correctamente” (pp.5).

El mantenimiento correctivo se ejecuta una vez que el daño o la falla se ha manifestado, requiriendo la sustitución o reparación de piezas. Este tipo de mantenimiento representa una respuesta reactiva ante los imprevistos y, aunque necesario, suele implicar mayores costos y tiempos de inactividad.

En el análisis del entorno automotriz, este concepto permitió comprender la importancia de reducir la dependencia de acciones correctivas dentro de la empresa. Si bien High Light Store no realiza mantenimiento mecánico directo, la lógica del mantenimiento correctivo evidenció la necesidad de implementar un sistema MRP que anticipe la demanda de materiales y reduzca las emergencias por falta de insumos, evitando interrupciones en la atención al cliente y pérdidas económicas asociadas a los tiempos de espera.

Intervalos intermedios de mantenimiento

Define el concepto de la siguiente manera:

Un servicio provisional suele ser un mantenimiento a menor escala que se realiza entre servicios completos, generalmente cada seis meses o 6.000 millas. Los servicios provisionales suelen incluir

- Cambio de aceite y sustitución del filtro
- Inspección de la correa serpentina
- Inspección de las escobillas limpiaparabrisas
- Comprobación de la presión de los neumáticos
- Si acumulas más kilómetros que el conductor medio, podrías beneficiarte de una revisión intermedia (Carraspero, 2023, pp.6).

Los intervalos intermedios de mantenimiento representan etapas de revisión periódica de menor complejidad, diseñadas para asegurar el correcto funcionamiento del vehículo entre los servicios mayores. Estos controles periódicos se enfocan en el reemplazo de componentes básicos y en la verificación de elementos críticos de seguridad.

La consideración de este concepto dentro del estudio permitió comprender la naturaleza cíclica y planificada del mantenimiento automotriz, lo cual sirvió de analogía para estructurar la frecuencia de revisión de inventarios dentro del sistema MRP. Así como un vehículo requiere inspecciones regulares, la gestión del inventario demanda controles intermedios para garantizar la disponibilidad de materiales y evitar desviaciones en la programación del servicio.

Intervalos de mantenimiento completo

Los intervalos de mantenimiento completo se dan cuando:

Generalmente se dice que todo conductor debe llevar su auto a una revisión completa una vez al año o cada 20.000 km. Una revisión completa suele incluir todas las comprobaciones de una revisión intermedia, además de inspeccionar otros componentes clave, como:

- Filtro de aire del motor
- Filtro de aire de la cabina
- Líquido refrigerante
- Cinturones y manguitos
- Pastillas de freno

- Un servicio completo puede incluir más de 50 comprobaciones distintas en tu vehículo para asegurarte de que funciona de forma segura y eficiente (Carraspero, 2023, pp.7)

Los intervalos de mantenimiento completo implican revisiones exhaustivas y una atención integral del vehículo, abarcando tanto componentes mecánicos como estructurales. Estos procedimientos reflejan un enfoque sistemático orientado a la confiabilidad y la eficiencia operativa del sistema automotriz.

Desde la perspectiva del proyecto, este concepto permitió reforzar la idea de planificación total dentro de los procesos de servicio. En la implementación del sistema MRP, esta noción se traduce en la necesidad de integrar todos los niveles del flujo operativo desde la recepción del cliente hasta la entrega del servicio, garantizando que cada etapa funcione bajo una revisión estructurada y sin improvisaciones, del mismo modo que un mantenimiento completo asegura el funcionamiento integral del vehículo.

Intervalo de las revisiones principales

Según indica el artículo sobre los intervalos de las revisiones principales:

Las revisiones generales del auto suelen reservarse para los elementos de mantenimiento importantes que no requieren revisiones tan frecuentes como otras piezas. Las revisiones generales pueden incluir todas las comprobaciones de las revisiones intermedias y completas, además de otros elementos críticos como:

- Cambio del líquido de frenos
- Cambio de bujías
- Inspección del líquido de transmisión (si procede)
- Sustitución de la correa de distribución (según MSMS)
- Comprobación de la batería
- Sustitución de neumáticos (Carraspero, 2023, pp.8).

Las revisiones principales agrupan los procesos de mantenimiento de mayor profundidad, en los cuales se evalúan y sustituyen los componentes críticos del vehículo. Este enfoque integral busca asegurar la confiabilidad total del sistema automotriz a largo plazo. Esto tiene la finalidad del funcionamiento prolongado de los distintos componentes que hacen posible la correcta circulación de un carro.

En el contexto de la empresa, esta categoría permitió identificar la importancia de establecer puntos de control y evaluación global del desempeño del sistema MRP. Así como las revisiones principales aseguran la funcionalidad del vehículo en su totalidad, las auditorías internas y las revisiones generales del sistema permiten garantizar la coherencia de los procesos administrativos, operativos y logísticos que sustentan el flujo de materiales y la prestación del servicio.

Globalización

TLW (2023) indica que “es una industria global, con empresas que operan en múltiples países. Esto requiere que las empresas se adapten a diferentes regulaciones, culturas y preferencias de los clientes” (pp. 3).

La globalización ha transformado el sector automotriz, generando un entorno competitivo donde las empresas deben adaptarse a las regulaciones, tecnologías y preferencias de los clientes en distintos contextos geográficos. Esta tendencia exige flexibilidad y capacidad de respuesta rápida frente a los cambios del mercado.

Su análisis fue esencial para comprender la influencia externa sobre la empresa, dado que High Light Store depende de la importación de autopartes y accesorios provenientes de distintos países. El entorno globalizado incide directamente en los tiempos de entrega, los costos y la planificación del abastecimiento, factores que justifican la implementación de un sistema MRP que permita responder con agilidad ante las variaciones del mercado internacional y mantener la continuidad operativa del servicio.

Innovación tecnológica

Menciona TLW (2023) que “es una industria impulsada por la tecnología, con nuevas tecnologías que surgen todo el tiempo. Esto requiere que las empresas estén constantemente innovando para mantenerse por delante de la competencia” (pp. 4).

La innovación tecnológica constituye un motor clave en la industria automotriz moderna, impulsando mejoras continuas en procesos, materiales y métodos de diagnóstico. Su ritmo acelerado obliga a las empresas del sector a mantenerse en constante actualización para no perder competitividad.

En el desarrollo del proyecto, este concepto se relaciona con la necesidad de modernizar la gestión interna mediante la digitalización de los procesos operativos. La incorporación del MRP no solo responde a una necesidad de control, sino que representa una innovación tecnológica en la

administración del servicio, permitiendo la integración de información, la reducción de errores manuales y la mejora de la trazabilidad en la planificación de materiales.

Regulaciones ambientales

TLW (2023) indica que “hay una presión cada vez mayor para reducir las emisiones y mejorar la eficiencia del combustible. Esto está dando lugar al desarrollo de nuevas tecnologías, como los vehículos eléctricos y los vehículos híbridos” (pp. 5).

Las regulaciones ambientales en la industria automotriz promueven la reducción de emisiones y el desarrollo de tecnologías más limpias, generando un impacto directo en la forma en que las empresas gestionan sus procesos. Dentro de la empresa se busca minimizar los desperdicios relacionados con las instalaciones de auto partes, esto promueve el correcto procesamiento de los residuos.

Tomar en cuenta este concepto permitió contextualizar el compromiso ambiental que deben asumir las empresas relacionadas con el sector. En el caso de la empresa, la correcta gestión de los residuos generados por la instalación de autopartes y la optimización del uso de materiales forman parte de un enfoque responsable. La planificación estructurada que ofrece el sistema MRP contribuye indirectamente a este objetivo, al minimizar los desperdicios y asegurar un uso más eficiente de los recursos.

Gustos del consumidor

TLW (2023) menciona que “las preferencias de los clientes están cambiando, y los consumidores demandan vehículos más eficientes en combustible, ecológicos y conectados. Esto está obligando a los fabricantes de automóviles a adaptar sus ofertas de productos” (pp. 6).

Los gustos del consumidor han evolucionado hacia una mayor exigencia en eficiencia, sostenibilidad y diseño personalizado. Este cambio ha obligado a las empresas del sector automotriz a adaptar su oferta de productos y servicios a las nuevas tendencias del mercado.

En el contexto del proyecto, este aspecto permitió identificar la necesidad de ofrecer un servicio más rápido, ordenado y transparente. El sistema MRP contribuye a esta adaptación, al garantizar la disponibilidad inmediata de autopartes y reducir los tiempos de espera, mejorando la experiencia del cliente final y aumentando la percepción de valor del servicio prestado.

Movilidad sostenible

En el artículo TLW (2023) menciona que “está jugando un papel de liderazgo en el desarrollo de soluciones de movilidad sostenible y está creando nuevas oportunidades para que los fabricantes de automóviles desarrollen nuevos productos y servicios” (pp. 7).

El concepto de movilidad sostenible impulsa la búsqueda de soluciones que reduzcan el impacto ambiental del transporte y promuevan la eficiencia energética. En la industria automotriz, esto se traduce en el desarrollo de tecnologías y prácticas más responsables con el medio ambiente.

En el caso del proyecto, este principio refuerza la importancia de optimizar los recursos y minimizar los desperdicios en los procesos de instalación. Al estructurar un sistema MRP, se favorece la planificación precisa del uso de materiales, evitando acumulaciones innecesarias y promoviendo un modelo de gestión más sostenible y alineado con las tendencias globales de responsabilidad ambiental.

Sostenibilidad

Europea (2022) indica que “la necesidad global de sostenibilidad implica adoptar procesos de producción más eficientes para cumplir con las expectativas de los clientes y ahorrar en el uso de recursos” (pp. 16).

La sostenibilidad implica equilibrar el uso de recursos con las necesidades actuales sin comprometer las de las generaciones futuras. En el ámbito industrial, exige una gestión eficiente de materiales, energía y tiempo. Dentro del proyecto, este enfoque fue fundamental para orientar la mejora hacia un modelo de gestión ordenado, con control de inventarios y planificación eficiente. El MRP se convierte en una herramienta que promueve la sostenibilidad operativa al evitar desperdicios, reducir costos por exceso de inventario y optimizar la productividad general, asegurando la continuidad del servicio sin afectar el entorno ni los recursos disponibles.

Consumidor

Según el glosario de calidad es “el cliente externo a quien finalmente se entrega un producto o servicio; también llamado usuario final” (Nelsen, 2017, p. 3).

El consumidor representa el actor final del proceso productivo o de servicio, siendo quien valida la calidad y eficiencia del sistema implementado. En la industria automotriz, su nivel de satisfacción determina el éxito del negocio y su permanencia en el mercado. En el desarrollo del proyecto, este concepto fue esencial para definir los objetivos de mejora, dado que el propósito del MRP no se limita a la optimización interna, sino que busca impactar positivamente en la

experiencia del cliente. Garantizar la disponibilidad de autopartes, reducir los tiempos de espera y ofrecer un servicio más estructurado fortalece la fidelización del consumidor y posiciona a la empresa como un referente de eficiencia y calidad.

Indicadores relacionados con el tema TFG

En esta sección se presentan los indicadores clave utilizados para analizar y evaluar el desempeño logístico dentro del proyecto de implementación de un sistema MRP. Estos indicadores permiten medir aspectos como cumplimiento de citas, gestión de inventarios, tiempos de entrega y nivel de servicio. Su análisis proporciona datos objetivos que respaldan las decisiones del proyecto.

Control de stock.

De acuerdo con Vélez (2014) el control de stock se define de la siguiente manera:

Los inventarios que tienen un flujo regulado por el negocio, es decir, en las empresas industriales se considerarán los inventarios de materias primas y componentes, más los inventarios de productos en proceso, más los inventarios de productos terminados y para las empresas comerciales se considerarán los inventarios de productos para la venta. Se dejan de lado los inventarios de herramientas o de productos de consumo (p. 114)

El control de stock se mencionó en el trabajo final de graduación por el consumo de los componentes críticos para la creación de los servicios en la empresa, el autor menciona que las herramientas o productos de consumos no se toman en cuenta y en el caso del proyecto se lleva de la misma manera. Esto se debe a que la materia prima para la prestación de servicios de instalación son las piezas necesarias relacionadas con la decoración interna o externa del vehículo.

En la

Figura 12 se aprecia la fórmula de control de stock.

Figura 12 Control de stock

$$\sigma_D = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x')^2}{n-1}}$$

Donde: n = es el número de semanas
 x' = demanda promedio
 x_i = demanda de la semana i

Nota: Google imágenes

En la

Figura 12 Control de stock se muestra la fórmula que se utiliza para el cálculo de este factor que integra el tema de inventario. En la ecuación salen diferentes siglas que su significado es el siguiente: (OD) es el nivel de stock, (\sum) que significa la sumatoria, (X_i) demanda de la semana, (X') demanda promedio y (n) es el número de semanas.

Cálculo de la capacidad del almacén.

Mejía (2023) indica que tiene inicio “una vez que los materiales se colocan en una ubicación del almacén y concluye cuando se inicia la preparación de pedidos. La actividad se orienta a guardar y preservar los materiales, resguardándolos a fin de entregarlos en condiciones óptimas” (p. 122)

El cálculo de la capacidad del almacén es una métrica planteada para saber los niveles máximos de espacio de almacenamiento que posee la empresa para no causar sobre acumulación de stock, ya que esto causaría costos adicionales al almacenamiento además de creación de material obsoleto por obsolescencia en el inventario (esto se refiere a piezas que tienen poca rotación en inventario y no generan valor agregado a las ventas) en existencia.

En la Figura 13 se presenta la fórmula para su cálculo.

Figura 13 Cálculo de capacidad del almacén

$$Tasa\ de\ utilización\ de\ la\ capacidad = \frac{nivel\ real}{capacidad\ de\ producción} \times 100$$

Nota: Google imágenes

En la **Figura 13 Cálculo de capacidad del almacén**, se muestra la fórmula para el cálculo de este indicador que está relacionado a la capacidad de almacenaje de la bodega. Esta operación toma en cuenta tres variables que una de ellas es el valor de la utilización de la capacidad actual, el resto pertenecen a variables tales como nivel real y capacidad de producción. El resultado ayuda a tener claro la cantidad exacta que se puede mantener en bodega.

Pronóstico de la demanda.

La función del pronóstico de la demanda es la siguiente:

Los pronósticos de la demanda son proyecciones de la demanda de productos o servicios de la compañía. Estos pronósticos también se conocen como pronósticos de ventas y ayudan a orientar los sistemas de producción, capacidad y programación de la empresa, y sirven como factores en la planeación financiera, marketing y personal (Heizer & Render, 2017, p. 135)

Los pronósticos es una parte fundamental en el desarrollo del sistema de requerimiento de materiales, esto se debe a que puede ser aplicados a demandas independientes por la cantidad de servicios realizados en los periodos anteriores, esto brinda un escenario confiable para iniciar con la planificación de los reabastecimientos. La demanda independiente que posee la empresa se usa como base para proyectar una demanda dependiente para cumplir con los servicios esperados para cada periodo.

Promedio móvil.

De acuerdo Heizer y Render (2017) indica que “el método de promedios móviles usa un número de valores de datos históricos reales para generar un pronóstico. Los promedios móviles son útiles si podemos suponer que la demanda del mercado permanecerá relativamente estable en el tiempo” (p. 139).

La consideración de los modelos de pronósticos mas comunes se debe a la posibilidad de su funcionalidad de sus características en el proyecto, en este caso el promedio móvil no fue una propuesta viable para el desarrollo de módulo de pronósticos del sistema ya que no se acopla a tendencias irregulares como lo son los servicios. Tomando los criterios además de las necesidades de la empresa se optó por modelos diferentes a este.

En la

Figura 14 se muestra la fórmula para calcularlo.

Figura 14 Promedio móvil

$$\text{Promedio móvil} = \frac{\sum \text{demanda en los } n \text{ periodos anteriores}}{n}$$

Nota: Jay Heizer y Barry Render

En la

Figura 14 Promedio móvil se observa la fórmula para poner en práctica el tipo de pronóstico, este modelo toma en cuenta la sumatoria de los datos de la demanda, cantidad de periodos que se toma en cuenta para el estudio y la cantidad de datos en general. La función de este modelo de pronóstico es anticiparse al comportamiento de la demanda en la función de tiempo, esperando que se mantenga estable.

Suavizamiento exponencial.

Los autores Heizer y Render (2017) define “el suavizamiento exponencial es un sofisticado método de pronóstico de promedios móviles ponderados cuya aplicación sigue siendo muy sencilla. Implica mantener muy pocos registros de datos históricos” (p. 140).

La definición integral brindada por el autor, es una afirmación asertiva con respecto a una de las variantes del modelo de suavizamiento exponencial. El proyecto mostro mejores resultados con este tipo de pronósticos (específicamente con el modelo de suavizamiento exponencial doble Hold), el cual a diferencia de la definición y alcance de la versión base que no toma en cuenta la

tendencia además de considerar una menor cantidad de históricos puede brindar proyecciones confiables según el correcto manejo de los errores de pronóstico.

En la Figura 15 se muestra la fórmula para calcularlo.

Figura 15 Suavizamiento exponencial

$$\begin{aligned} \text{Nuevo pronóstico} &= \text{pronóstico del periodo anterior} \\ &+ \alpha (\text{demanda real en mes anterior} - \text{pronóstico del periodo anterior}) \end{aligned}$$

Nota: Jay Heizer y Barry Rander

En la **Figura 15 Suavizamiento exponencial** se puede apreciar la fórmula empleada para el cálculo estadístico de la variable. Este tipo de pronóstico es bastante sencillo de poner en práctica además de su poca demanda de datos históricos, a diferencia de otros métodos de este tipo.

Medición de error del pronóstico.

Los autores Heizer y Render (2017) definen el concepto de la siguiente forma:

La precisión general de cualquier modelo de pronóstico promedios móviles, suavizamiento exponencial o cualquier otro se determina comparando los valores pronosticados con los valores reales u observados. Si F_t denota el pronóstico en el periodo t , y A_t denota la demanda real del periodo t , el error de pronóstico (o desviación) (p. 142).

Los errores de los pronósticos son fundamentales a la hora de proyectar una demanda, ya que se puede ver afectado la confiabilidad de la información. Las principales características que tienen los errores son su comportamiento o reacción frente a los cambios bruscos que puede sufrir las cantidades pronosticadas, es importante mencionar este punto por la velocidad de respuesta que pueda brindarle un modelo de acuerdo con el resultado de error promedio ponderado y pesos usados.

En la Figura 16 se muestra la fórmula para calcularlo.

Figura 16 Medición de error de pronóstico

$$\begin{aligned} \text{Error del pronóstico} &= \text{demanda real} - \text{valor pronosticado} \\ &= A_t - F_t \end{aligned}$$

Nota: Jay Heizer y Barry Rander

En la **Figura 16 Medición de error de pronóstico** se aprecia la fórmula para el cálculo de esta variable, en este caso es para saber la exactitud del pronóstico obtenido por cualquier modelo empleado para anticipar la demanda

Nivel de servicio al cliente.

Vélez (2014) indica que “es una labor que tiene que ser muy exclusiva de cada empresa y adaptada completamente a sus circunstancias, problemas y objetivos” (pág. 117).

Dentro de la empresa el nivel de servicio se ve afectado por la falta de disponibilidad inmediata de ciertos insumos, lo que retrasa la instalación y reduce la satisfacción del cliente. Con la aplicación del MRP, se busca mantener un nivel de inventario que garantice la atención oportuna de los pedidos, asegurando que cada servicio cuente con los materiales necesarios. Esto incrementará la confiabilidad del proceso y la percepción de calidad del servicio por parte del cliente final.

En la Figura 17 se muestra la fórmula para realizar el cálculo.

Figura 17 Nivel de servicio al cliente

$$\text{Clientes bien servidos} = \frac{\text{Despachos completos}}{\text{Pedidos recibidos}}$$

Nota: Tulio Vélez

En la **Figura 17 Nivel de servicio al cliente** se puede visualizar la fórmula empleada para el cálculo de esta, la operación ayuda a saber el nivel de servicios completados según el periodo seleccionado para el estudio, porque la operación no tiene función de tiempo lo que resulta en que se pueda integrar datos recolectados durante días, semanas, meses o anuales.

Herramientas para la recolección de datos

En esta sección se describen las herramientas utilizadas para la recolección de datos necesarios en el desarrollo del Trabajo Final de Graduación. Estas herramientas permiten obtener información precisa y estructurada sobre los procesos logísticos de la empresa. Su aplicación facilita el análisis de los indicadores definidos. Además, aseguran la validez y confiabilidad de los datos recolectados.

Entrevistas

Menciona Gillet (2015) que “las entrevistas cara a cara, semi descriptivas, realizadas en promedio a unos 15 clientes objetivo, permitirán elaborar el diagrama de expectativas y “hacer que la voz del cliente penetre en toda la empresa” (p. 127).

Seguidamente el autor da consejos y la metodología a seguir para realizarla:

Dos personas llevan a cabo las entrevistas: una formula las preguntas y la otra hace anotaciones (todo lo que el cliente manifiesta y todo lo que muestra como expresión no verbal). Las preguntas modelos son:

¿Con qué criterios juzga usted a nuestra empresa? ¿Qué espera usted de ella?

¿Cuáles son sus exigencias de cara a nuestro producto?

¿Cómo nos posiciona usted en relación con la competencia?

¿Qué haría que usted cambiara de proveedor?

¿Cuál sería para usted el producto o servicio ideal?

La transformación de la voz del cliente en expectativas se realiza mediante lo que se denomina una traducción semántica. Con frecuencia, el cliente te expresa una solución y no una expectativa. (p. 128)

Hoja de comprobación

De acuerdo López (2016) define este concepto de la siguiente manera:

Son formatos o modelos especialmente diseñados para recoger información relativa a una actividad, un proceso, un proyecto, entre otros. De todas las herramientas, es la única que no permite realizar un análisis, sino que su utilidad práctica es la recoger datos de forma sistemática y organizada. Suele ser la herramienta de partida de cualquier proceso de análisis (p. 27).

En la Figura 18 se muestra una hoja de control sobre un mortero hecho en obra.

Figura 18 Hoja de comprobación

HOJA DE CONTROL DE ENSAYOS PARA MORTERO HECHO EN OBRA			
PARTIDA	CARACTERÍSTICAS A ENSAYAR		
	VALOR RESISTENCIA A COMPRESIÓN (N/mm²)⁽¹⁾	VALOR ABSORCIÓN DE AGUA (Kg./m² · min^{0.4})⁽²⁾	VALOR ADHESIÓN⁽³⁾
1			
2			
3			
4			

Nota: Paloma López

En la **Figura 18 Hoja de comprobación** se aprecia una ejemplificación de una hoja de control para un mortero. En una herramienta que es útil para medir el rendimiento de algún proceso o máquina, esto se lleva a cabo bajo los parámetros solicitados. Las características por medir son muy importantes, ya que se refleja el propósito del estudio, es decir que tener claro los objetivos brinda una mejor visión al momento de medir parámetros.

Herramienta de estadística

En esta sección se presenta la herramienta estadística utilizada para analizar los datos recopilados en el proyecto. Su aplicación permite interpretar los resultados de manera objetiva y facilitar la toma de decisiones basada en evidencia. Se emplea principalmente para el cálculo de indicadores logísticos y evaluación del desempeño del sistema MRP. La estadística brinda soporte técnico al análisis cuantitativo del estudio. Su uso contribuye a validar las conclusiones obtenidas.

Estadística descriptiva

Según el libro de estadística para ingeniería y ciencia define este concepto de la siguiente manera:

Conjunto de métodos que se utilizan para organizar, clasificar y presentar la información contenida en los datos por medio de gráficas o tablas, así como el conjunto de medidas para indicar su dispersión y su localización. Esta rama de la estadística presenta una descripción de la información contenida en los datos. (Quevedo & Pérez, 2015, p. 11)

La estadística descriptiva resultó esencial en el proyecto para estructurar y analizar los datos recolectados en las entrevistas y registros operativos de High Light Store. Permitted identificar tendencias relacionadas con la frecuencia de instalación de autopartes, la demanda de insumos y los tiempos de servicio. Mediante tablas y gráficos, se logró representar de manera clara el comportamiento de las variables críticas, facilitando la toma de decisiones y el diseño del sistema MRP, el cual requiere de una base de datos precisa y organizada para planificar correctamente los requerimientos de materiales.

Muestras

El libro indica que “La muestra es un subconjunto de la población. La estadística estudia las muestras elegidas a través de un proceso aleatorio” (Quevedo & Pérez, 2015, p. 12)

En el desarrollo del trabajo, la utilización de muestras permitió obtener información representativa del comportamiento de la empresa sin necesidad de analizar la totalidad de los datos históricos. Se tomaron muestras de órdenes de trabajo, consumo de materiales y tiempos de instalación, lo que facilitó evaluar la variabilidad de la demanda y el uso de insumos. Este enfoque permitió aplicar el análisis estadístico con eficiencia, sirviendo de base para proyectar las necesidades futuras del inventario bajo el sistema MRP.

Moda

De acuerdo con el escrito” La moda de un conjunto de datos es el valor que ocurre con más frecuencia y se denota como M_o ” (Quevedo & Pérez, 2015, p. 15)

El uso de la moda en el análisis estadístico del proyecto permitió identificar cuáles insumos o tipos de servicios presentaban mayor frecuencia de uso o solicitud dentro de los registros operativos. Este indicador facilitó priorizar materiales de alta rotación para su control dentro del sistema MRP, asegurando su disponibilidad y evitando interrupciones en los procesos de instalación. Es un principio que es utilizado en el análisis ABC para estudio de la rotación del inventario en la empresa.

Mediana


Indica que “La mediana es el valor que se encuentra en el centro cuando se han ordenado los datos. La mediana se denota con la letra M ” (Quevedo & Pérez, 2015, p. 14).

La mediana se aplicó en el análisis de tiempos de instalación y consumo de materiales para determinar valores centrales representativos, eliminando la distorsión que podrían generar datos

extremos. Este enfoque permitió definir parámetros más precisos en la programación de servicios y en la estimación de recursos dentro del MRP, contribuyendo a una planificación más realista y alineada con el comportamiento promedio de las operaciones.

En la Figura 19 se muestra la fórmula para el cálculo.

Figura 19 Mediana



Mediana

Posición $Me = \frac{n + 1}{2}$

Nota: Google imágenes

En la **Figura 19 Mediana** se observa la fórmula para resolver la incógnita de cómo obtener la mediana, esto ayuda a encontrar el número situado en el centro de una cantidad de datos determinada, es importante mencionar que la n representa la cantidad de datos que posee la muestra.

Varianza

Según el libro de estadística para ingeniería y ciencias:

La varianza es una clase de promedio al cuadrado de las desviaciones de cada dato respecto a la media. Cuando todos los datos son iguales la varianza es igual a cero y conforme la dispersión de los datos aumenta el valor de la varianza también se incrementa (Quevedo & Pérez, 2015, p. 20).

La variación permitió medir la dispersión de los tiempos de servicio y del consumo de materiales entre diferentes tipos de instalaciones. Este análisis fue clave para identificar procesos con mayor inestabilidad y proponer mejoras en la estandarización de actividades. En el contexto del sistema MRP, conocer la variación contribuye a ajustar los márgenes de seguridad en los niveles de inventario ya estimar con mayor exactitud las necesidades materiales de cada servicio.

En la Figura 20 se muestra la fórmula para el cálculo estadístico.

Figura 20 Varianza

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Nota: Héctor Quevedo y Blanca Pérez

En la **Figura 20 Varianza** se observa la fórmula respectiva para ser posible el cálculo de este valor estadístico. Con el cálculo de esta es importante mencionar la variabilidad que sufre con respecto a los datos, es decir si la variabilidad de los datos es nula la varianza será 0, pero entre la dispersión de los datos aumente lo hará también este resultado.

Desviación estándar

Se define de la siguiente manera:

Al definir la varianza de los datos se introdujo el término al cuadrado en los sumandos para asegurar que la contribución a la suma de la variación de cada dato sea un valor positivo y que en consecuencia realmente mida qué tan diferente es el dato al valor central (Quevedo & Pérez, 2015, p. 21).

En el proyecto, la desviación estándar se utiliza para cuantificar la variabilidad en la duración de los servicios y en el consumo de insumos por tipo de instalación. Este indicador permitió definir rangos de tolerancia dentro del sistema MRP, contribuyendo a un control más preciso sobre los recursos y una mejor programación de los pedidos, reduciendo así el riesgo de desabastecimiento o sobre inventario.

En la Figura 21 se muestra la fórmula para la desviación estándar.

Figura 21 Desviación estándar

$$s = \sqrt{\text{varianza}} = \sqrt{s^2}$$

Nota: Héctor Quevedo y Blanca Pérez

En la **Figura 21 Desviación estándar** se aprecia la fórmula para el cálculo de variable estadística de este título. Este dato es dependiente de la varianza ya que es parte de su fórmula de resolución

como se puede apreciar, esto se debe a que mide la diferencia del dato central (varianza) contra el dato calculado.

Rango

En el libro se describe que “el rango es igual al valor máximo menos el valor mínimo y se denota con la letra R. Así pues, el rango corresponde a la longitud del intervalo donde se encuentran distribuidos los datos” (Quevedo y Pérez, 2015, p. 19).

El rango se aplicó para determinar la amplitud de las variaciones en el consumo de materiales y los tiempos de atención de los servicios. Al identificar las diferencias entre los valores máximos y mínimos, fue posible establecer límites operativos dentro del sistema MRP, especialmente para definir los niveles mínimos y máximos de inventario. De esta manera, se mejoró la capacidad de respuesta ante fluctuaciones en la demanda sin comprometer la disponibilidad de los insumos requeridos.

Herramienta para Describir el Problema

A continuación, se explicará las herramientas para describir el problema, que generan impedimentos para el desarrollo de un sistema de requerimientos de materiales (MRP). Estas serán utilizadas con el fin de entender la problemática que está teniendo la empresa y entender las razones por las que están sucediendo. En este apartado se describen definiciones de términos, fórmulas y el paso a paso de cómo emplearlas.

Mapeo de procesos

De acuerdo con Gillet (2015) indica que “el mapeo de procesos no representa a la empresa bajo la forma de un organigrama (de arriba hacia abajo), sino como un conjunto de procesos que busca satisfacer a los clientes” (p. 81).

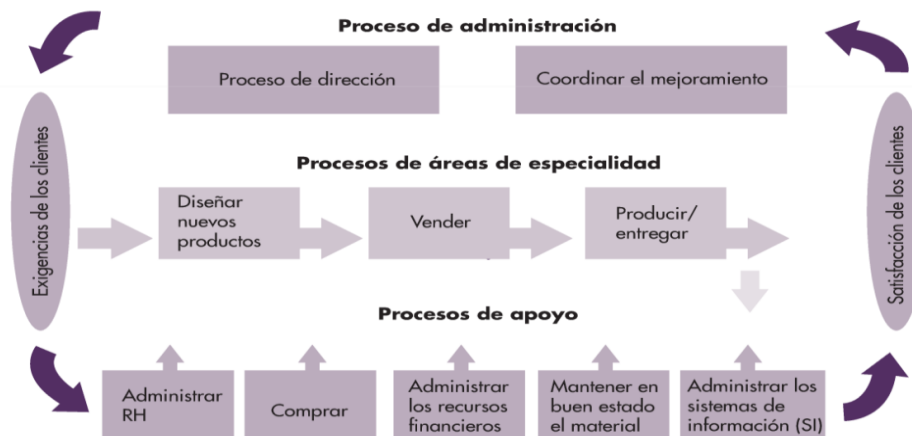
Siguiendo con lo que menciona Gillet (2015) sobre el mapeo de procesos “esta herramienta permite identificar los procesos medulares en el núcleo de una empresa; es una fase indispensable para después garantizar el control y el mejoramiento permanente” (p. 82)

En el negocio de tienda, el mapeo de procesos permitió visualizar de forma estructurada la secuencia de actividades que conforman el servicio de instalación de autopartes. Esta herramienta

fue esencial para identificar los procesos clave que impactan la satisfacción del cliente, así como los puntos críticos relacionados con el abastecimiento de insumos. A partir de su aplicación, se inició la base para el diseño del sistema MRP, delimitando las etapas operativas donde intervienen materiales, tiempos de espera y responsables directos, garantizando así una planificación alineada con los flujos reales de trabajo.

En la Figura 22 se aprecia un mapeo de procesos.

Figura 22 Mapeo de procesos



Nota: Florence Gillet Patria

En la **Figura 22 Mapeo de procesos** se aprecia la composición de cómo se vería uno en función a un proceso determinado. La función de este es la comprensión de la composición de un proceso de forma ilustrativa, mostrando los subprocesos que hacen posibles la continuidad de las operaciones. Es moldeable en la parte de la confección de cada uno, pero el principio de realizarlo se mantiene, como la división por departamentos y el final de la cadena.

Seguidamente el mismo autor indica el cómo utilizar el mapeo de procesos:

Etapas

- Hacer una lista de clientes.
- Enumerar lo que la empresa proporciona y pone a disposición de sus clientes.
- Trabajar en los procesos de las áreas de especialidad. ¿Cuáles son los procesos que garantizan la satisfacción de las necesidades de los clientes? ¿Cuál es la esencia de la labor de la empresa tal y como la percibe los clientes?

- Listar las fases de apoyo que harán posible el funcionamiento de los procesos de las áreas de especialidad, y las que permiten disponer de los recursos necesarios, como competencias, materias primas, medios, energías, etcétera.
- Registrar los procesos gerenciales que dinamizan el sistema
- Validar los mapas, esclareciendo los límites de los procesos, por ejemplo, entradas y salidas.
- Hacer una configuración definitiva con ayuda de las matrices FEE (funciones, estrategias y expectativas de los clientes) (p. 82).

5 W y 2H

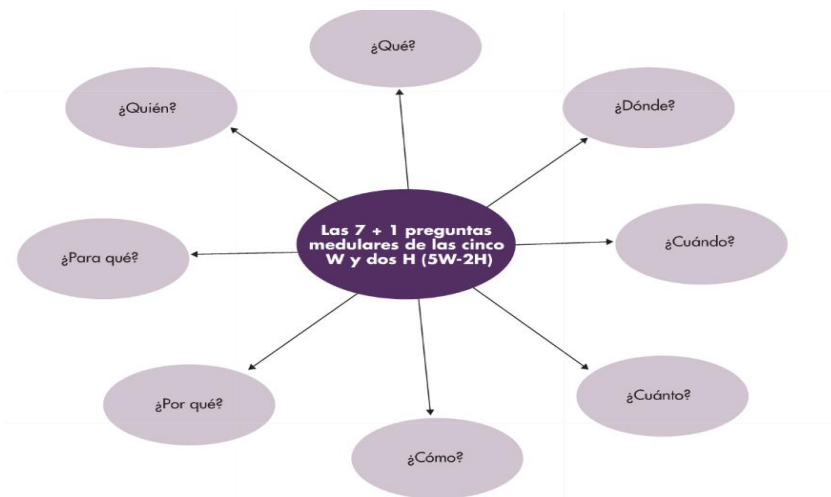
Un 5W y 2H es:

Las cinco W y dos H (5W-2H) es una herramienta sencilla que se utiliza para esclarecer un problema o una situación. Permite estructurar la reflexión, ya que ofrece una guía de análisis mediante preguntas basadas en hechos, cuyas respuestas brindan la posibilidad de definir con precisión el problema. (Gillet, 2015, p. 111).

En el proyecto ejecutado en la organización, la herramienta 5W-2H se aplicó para analizar las causas raíz de los retrasos en la disponibilidad de materiales y en la programación de servicios. Mediante preguntas orientadas al qué, quién, cuándo, dónde, por qué, cómo y cuánto, se logró definir con precisión las deficiencias en el proceso de planificación de insumos. Este análisis sirvió de base para justificar la implementación del sistema MRP, al evidenciar la necesidad de un método estructurado para controlar las entradas y salidas de materiales de manera oportuna.

En la Figura 23 se aprecia la composición de 5W Y 2H además de sus preguntas clave.

Figura 23 5W Y 2H



Nota: Florence Gillet Patria

En la **Figura 23 5W Y 2H** se puede apreciar las preguntas que se deben de resolver para aplicar esta herramienta, las siglas naturalmente están en inglés, pero para efecto de un mejor entendimiento, están traducidas. En la imagen se aprecian 8 preguntas, pero por lo general son 7 pero se indica que se trata de una pregunta medular de la herramienta.

Siguiendo con el mismo autor, los pasos para emplear el 5W y 2H:

Etapas:

- Plantear el problema
- Responder en forma creativa a todas las preguntas que debe responderse orientarse hacia un análisis de causa sin riesgo de interpretación.

¿Quién? (Who?): ¿a quién concierne el problema?, ¿quién lo ha señalado?, ¿quiénes son los participantes en la actividad o el proceso al que concierne el problema?

¿Qué? (What?): ¿qué problema se tiene? (Formularlo en la forma más precisa posible.)

¿Dónde? (Where?): ¿dónde sucede?, ¿en qué sectores?

¿Cuándo? (When?) ¿desde cuándo existe el problema?

¿Cuánto? (How much?) ¿Cuánta importancia tiene el problema?

¿Como? (How?) ¿Cómo se desarrolla el proceso en cuestión?

¿Por qué? (Why?) ¿Qué objetivo hay? (Debe relacionarse con el cuanto que da la situación) (Gillet, 2015, p.111)

Diagrama de Flujo

Los lineamientos para el desarrollo de un diagrama de flujo por parte de Pardo (2017) es que:

El diagrama de flujo o flujograma es una representación gráfica de la secuencia de actividades que forman un proceso. Los flujogramas son de fácil elaboración e inter- prestación, constituyendo una alternativa muy apropiada para documentar los procesos, pues de un solo vistazo pueden entenderse con rapidez, incluso no estando familiarizado con esta herramienta (p. 72).

Siguiendo con lo que menciona Pardo (2017) sobre el diagrama de flujo:

Se pueden dibujar flujogramas en formato matricial o lineal. En el formato matricial, los agentes intervinientes en el proceso aparecen en la cabecera del flujograma, y subordinadas a ellos se sitúan las actividades desempeñadas por cada uno. El formato lineal, por su parte, es más sencillo, basta con ir secuenciando las actividades una tras otra; la información sobre los agentes se puede colocar en un lateral o dentro de cada símbolo (p. 73).

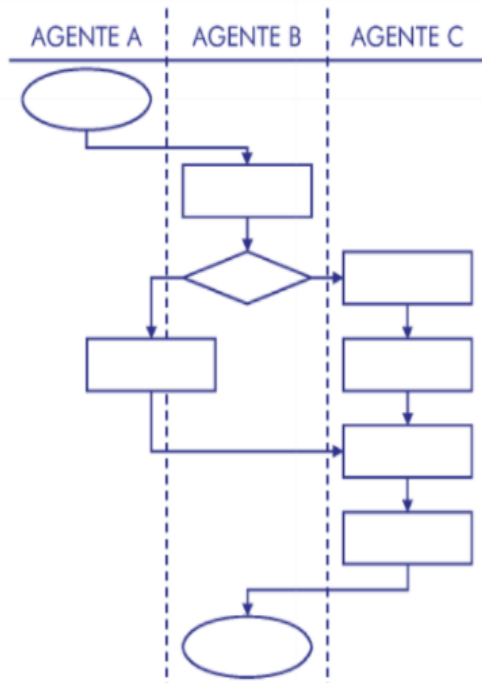
El uso del diagrama de flujo en High Light Store permitió representar de forma clara y visual cada etapa del proceso de instalación de autopartes, desde la recepción del cliente hasta la entrega del vehículo. Esta herramienta facilitó la comprensión de las interacciones entre departamentos y la identificación de cuellos de botella asociados a la falta de materiales. El flujograma sirvió como referencia directa para integrar el MRP, ya que permitió vincular las actividades operativas con las órdenes de compra, la lista de materiales (BOM) y la programación de la demanda independiente.

En la

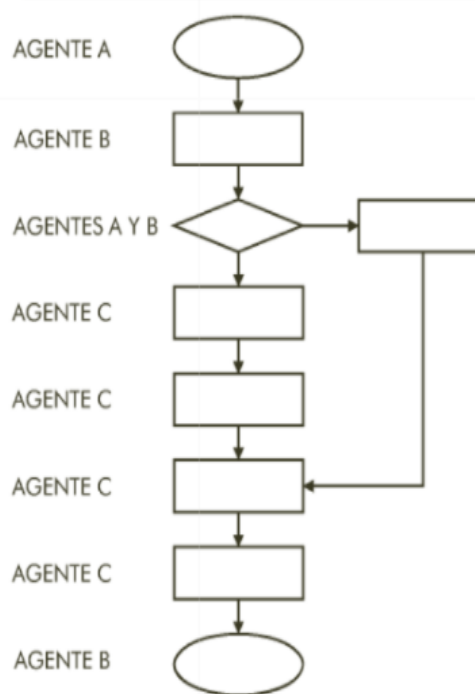
Figura 24, se puede apreciar un ejemplo de los dos tipos de diagrama de flujo.

Figura 24 Diagrama de flujo

FLUJOGRAMA MATRICIAL



FLUJOGRAMA LINEAL



Nota: José Manuel Pardo

En la

Figura 24 Diagrama de flujo se observan las distintas maneras de confeccionar un diagrama de este tipo, en el cual su función es ilustrar las acciones que se ejecutan en los procesos completos en una empresa. La diferencia en los dos tipos que se pueden apreciar en la imagen es la sección de procesos por parte de flujograma matricial y en el caso del flujograma lineal se ve una representación más lineal que nos presenta el inicio, procesos, decisiones y el final de dicha actividad en curso.

Continuando con lo que mencionaba el autor, se les presenta los pasos para realizar un diagrama de flujo:

Para elaborar un flujograma podemos seguir los siguientes pasos:



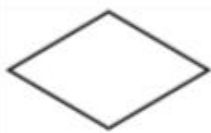

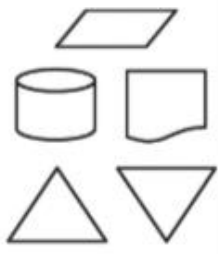
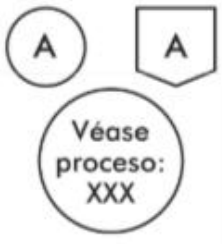
- Reúna a los agentes intervinientes en el proceso que se va a documentar (basta con que haya una o dos personas por tipología de agente interviniente). Esto es muy

importante, recuerde que el enfoque participativo será determinante para el éxito de lo que estamos emprendiendo.

En la

Figura 24 se observa la simbología del diagrama de flujo.

Figura 25 Simbología del Diagrama de Flujo

Símbolo	Nombre	Descripción
	Elipse u óvalo	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo Está reservado a la primera y a la última actividad Un proceso puede tener varios inicios y varios finales
	Rectángulo o caja	Se utiliza para definir cada actividad o tarea Debe incluir siempre un verbo de acción Las cajas se pueden numerar
	Rombo	Aparece cuando es necesario tomar una decisión. Incluye siempre una pregunta
	Flecha	Utilizada para unir el resto de símbolos entre sí, indicando la dirección secuencial de las actividades
	Símbolos de entrada y salida	Se utilizan para representar entradas necesarias para ejecutar actividades del proceso, o para recoger salidas generadas durante el desarrollo del mismo El símbolo de entrada elegido se conectará con una flecha hacia la actividad que lo emplea El símbolo de salida elegido se conectará con una flecha desde la actividad de la que surge hacia el símbolo de salida
	Conectores	Usados para representar conexiones con otras partes del flujograma o con otros procesos. Si el proceso es largo y el diagrama de flujo no cabe en una hoja, se suele utilizar algún símbolo para conectar una hoja con otra. Una letra o un número en el interior del símbolo indica que la secuencia enlaza con un símbolo equivalente. También se pueden utilizar para vincular el proceso que estamos dibujando con otro proceso relacionado

Nota: José Manuel Pardo

En la **Figura 25 Simbología del Diagrama de Flujo** los principales símbolos utilizados para elaborar un diagrama de flujo son los cuatro primeros símbolos (elipse, rectángulo, rombo y flecha) es posible dibujar el diagrama de flujo de cualquier proceso, independientemente de su complejidad. Además de estos símbolos, es frecuente utilizar algunos otros para señalar entradas y salidas que surgen en actividades del proceso y también conectores para interconectar distintas partes del flujo.

Cabe destacar que las figuras son esenciales pero el entendimiento de sus funciones además de su significado en el diagrama es indispensable a la hora de comprender tanto la imagen como el flujo de lo que se desea representar.

- Con la colaboración de los reunidos, lista las actividades que conforman el proceso a partir de la actividad inicial, la que sirve de detonante del proceso, la que lo dispara (con muchas ocasiones suele ser la recepción de una petición de un cliente interno o externo o la necesidad de cumplir con una programación específica). A partir de la actividad inicial, nos preguntaremos reiteradamente para cada actividad identificadas ¿qué se realiza después de esta actividad?
- A medida que vamos desgranando las actividades, iremos anotando los agentes que ejecutan cada una de ellas.
- Si durante el listado de tareas aparecen puntos de decisión también los anotaremos, describiendo las actividades que se deriven de cada alternativa de decisión.
- Elegiremos un formato de diagrama de flujo (matricial o lineal) y, con la biblioteca de símbolos acordada, se ira dibujando la secuencia cronológica de actividades hasta completar el flujograma del proceso. Es conveniente dibujar el flujograma sobre alguna pizarra o papelógrafo para que todos los intervinientes en la reunión puedan observar el flujo que se va dibujando y puedan realizar cualquier consideración al respecto. Para representar el flujograma también se pueden usar notas adhesivas sobre una pizarra o pared.
- Al finalizar se pueden dibujar, o señalar aparte, las entradas y salidas del proceso (p. 73-75).

Análisis FODA

Sánchez (2020) define el análisis FODA como:

El análisis FODA, también conocido en los países hispanohablantes como DAFO o DOFA y en los angloparlantes como SWOT, 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. 16).

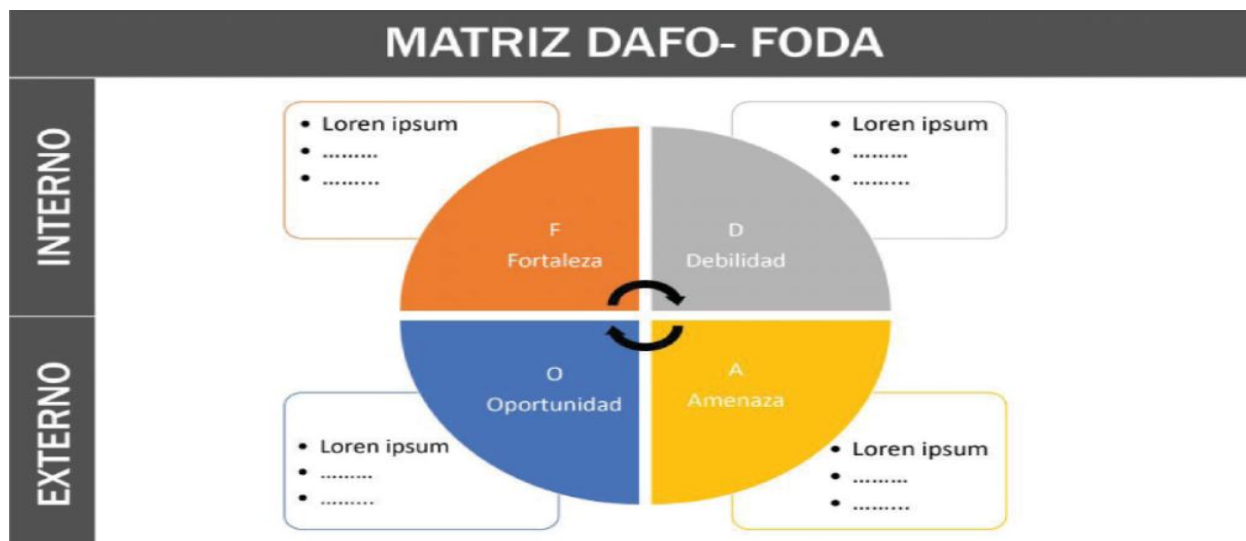
Siguiendo con el autor anterior, se indica que también:

Es también una metodología de trabajo que facilita la toma de decisiones. Fue inventada por Albert S. Humphrey en la Universidad de Stanford (EE. UU.) en los años sesenta, y sigue estando plenamente vigente a hoy. 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. La forma visual de un análisis FODA o DAFO es una matriz de cuatro cuadrantes donde se listan las principales características y observaciones correspondientes a cada categoría mencionada (p. 16).

De acuerdo con el análisis sobre la herramienta, el análisis FODA fue fundamental para diagnosticar la situación actual de la empresa antes de la implementación del sistema MRP. Permitió identificar como fortaleza la experiencia técnica en instalación de autopartes, y como debilidad la falta de planificación de materiales. Entre las oportunidades se destacó la automatización de procesos administrativos y el uso de sistemas de control, mientras que la principal amenaza fue la variabilidad en la demanda del cliente. Este análisis permitió orientar las estrategias de mejora hacia la eficiencia operativa y el control de inventarios, pilares esenciales del MRP.

En la Figura 26 se visualiza la representación de la matriz de la herramienta.

Figura 26 Matriz FODA O DAFO



Nota: David Sánchez Huertas

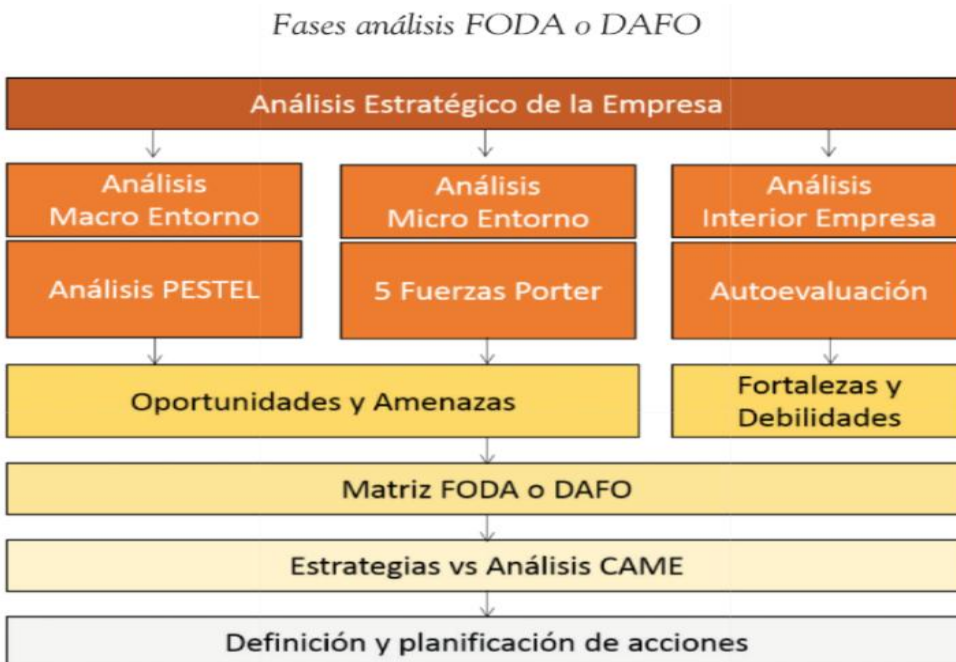
En la **Figura 26 Matriz FODA O DAFO** sirve para que cualquier empresa o particular pueda tomar las mejores decisiones basadas en un análisis pormenorizado de la situación considerando tanto los factores internos (fortalezas y debilidades) como los factores externos que le afectan (oportunidades y amenazas). Es una herramienta de fácil uso y de rápida implementación por lo que deja sin excusas a todos aquellos que habitualmente adoptan decisiones estratégicas poco razonadas y razonables (p. 18).

Continuando con el autor, indica los pasos para realizar un FODA o DAFO:

Aunque es relativamente sencillo de realizar, somos partidarios de seguir siempre un proceso estructurado y minucioso, especialmente cuando se está hablando de una empresa. El proceso que recomendamos llevar a cabo no se detiene en la realización de la matriz FODA-DAFO, sino que va más allá, definiendo los siguientes pasos para la selección, planificación e implementación de las acciones más apropiadas en función del análisis realizado y de la estrategia seleccionada para la empresa.

En la Figura 27, se visualizan las fases para realizar este tipo de análisis.

Figura 27 Fases del análisis FODA o DAFO



Nota: David Sánchez Huertas

En la **Figura 27 Fases del análisis FODA o DAFO** se presenta la conformación del análisis necesario para comenzar la confección de la herramienta, cabe destacar que esta parte del proceso solo se centra en el análisis de la situación. Le da un marco de trabajo estructurado el cual debe de completar con los pasos a continuación. En la imagen se presentan distintos aspectos de la empresa como son: el macroentorno, microentorno e interior de la empresa.

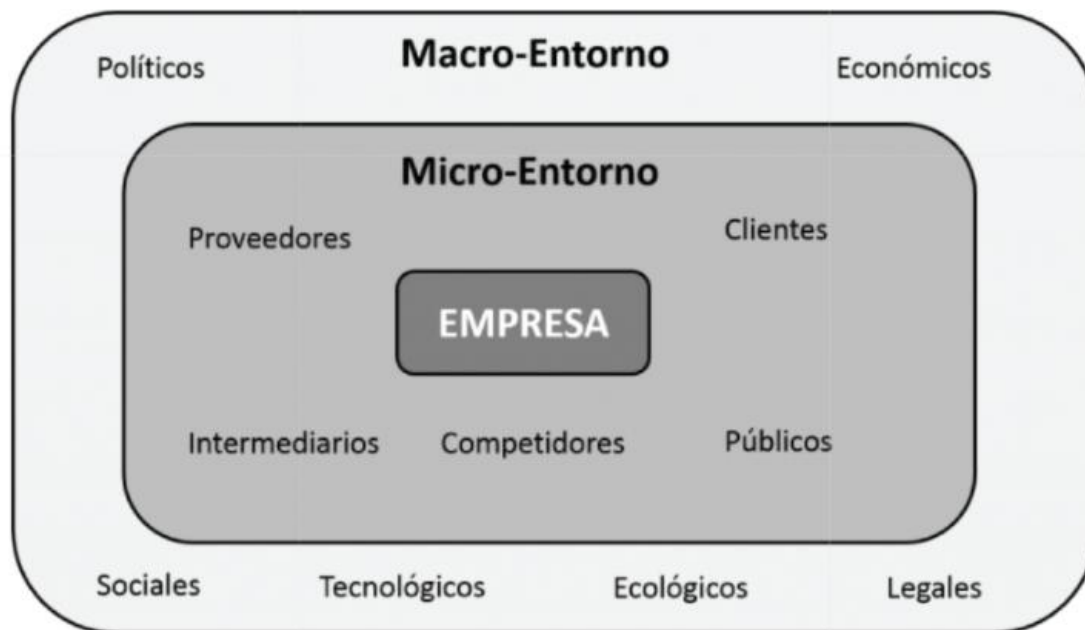
En primer lugar, hay que identificar las oportunidades y amenazas, así como las fortalezas y debilidades a través del estudio del micro y macroentorno y de un concienzudo análisis interno. Justo después hay que cumplimentar la matriz FODA o DAFO. En tercer lugar, realizaríamos el análisis CAME, herramienta para corregir las debilidades, afrontar las amenazas, mantener las fortalezas y explotar las oportunidades anteriormente identificadas. Luego seleccionaríamos la estrategia de la compañía. Por último, definiríamos y planificaríamos las acciones a implementar. Se inicia con la primera fase: detectar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

- Análisis de oportunidades y amenazas (análisis externo)

El análisis externo engloba tanto el análisis de microentorno como el macroentorno en búsqueda de oportunidades y amenazas.

En la Figura 28 se observa la descripción visual del análisis externo para el FODA O DAFO.

Figura 28 Descripción Visual de Análisis externo



Nota: David Sánchez Huertas

En la **Figura 28 Descripción Visual de Análisis externo** se presenta una imagen que contribuye a un mejor entendimiento del texto, la representación explica los distintos entornos que engloban a la empresa. Los entornos que se deben de tomar en cuenta a la hora de la confección de su análisis es el macroentorno el cual son los factores externos que influyen en la actividad de una empresa, pero su control es limitado o de pleno nulo.

Factores políticos

- Las diferentes políticas de los gobiernos nacionales, locales...
- Las subvenciones públicas dependientes de los gobiernos.
- La política fiscal de los diferentes países.
- Las modificaciones de los tratados comerciales (p. ej.: TTIP).
- Posibles cambios de partidos políticos en los gobiernos y sus ideas sobre la sociedad y la empresa (Brexit, Trump...).

Factores económicos

- Ciclos económicos.
- La política económica del gobierno.
- La inflación.

- Los niveles de renta.
- La tasa de desempleo.

Factores sociales

- Estructura de edades cambiantes de la población.
- La estructura familiar en permanente cambio (solteros, parejas sin hijos...).
- Cambios geográficos de la población.
- Una población con mejor preparación, más profesional.
- Mayor diversidad (racial, discapacidad, opción sexual, religión).

Factores tecnológicos

- Realidad virtual.
- Realidad aumentada.
- Impresiones en 3D.
- IOT (Internet of Things o internet de las cosas).
- Vehículos autónomos.

Factores ecológicos

- Escasez de materias primas.
- Aumento de la contaminación.
- Reciente intervención del gobierno.
- Leyes de protección medioambiental.
- Regulación sobre el consumo de energía.
- Conciencia social ecológica actual y futura.

Factores legales

- Leyes sobre el empleo.
- Derechos de propiedad intelectual.
- Leyes de salud y seguridad laboral.
- Sectores protegidos o regulados.
- Certificaciones y acreditaciones necesarias para ejercer.
- Privacidad de los usuarios. Cookies.

Análisis externo del microentorno (5 fuerzas de Porter)

El microentorno está formado por las fuerzas del entorno más cercano a la empresa para la que se realiza el análisis DAFO o FODA. Estamos hablando de proveedores, clientes, públicos, intermediarios y competidores. La mejor herramienta para determinar las amenazas y oportunidades del microentorno son las 5 fuerzas de Porter. Esta fue desarrollada por Michael Porter en 1979 y se centra en que la rivalidad con los competidores viene dada por cuatro elementos o fuerzas:

- Las amenazas de nuevos competidores entrantes.
- El poder negociador de los clientes.
- La amenaza de nuevos productos o servicios sustitutivos.
- El poder negociador de los proveedores.

En la

Figura 29 se observa la representación gráfica de las 5 fuerzas de Porter.

Figura 29 Descripción grafica de 5 fuerzas de Porter



Nota: David Sánchez Huertas

En la

Figura 29 Descripción grafica de 5 fuerzas de Porter se puede visualizar la información brindada de una manera visual, esto le permite un mejor entendimiento del impacto de estos factores o fuerzas. Las fueras de Porter se refieren a los acontecimientos que se pueden generar por factores externos que su incidencia es baja, pero son probabilidades que deben de tomar en cuenta para la confección del análisis.

Algunos ejemplos de oportunidades y amenazas vinculados a estas fuerzas del microentorno son:

Amenazas de nuevos competidores entrantes

- Existencia de barreras de entrada.
- Economías de escala.
- Valor de la marca.
- Costes de cambio.
- Requerimientos de capital.
- Acceso a la distribución.
- Ventajas absolutas en coste.
- Ventajas en la curva de aprendizaje.
- Mejoras en la tecnología.

Poder negociador de clientes

- Concentración de compradores respecto a la concentración de compañías.
- Posibilidad de negociación, especialmente en industrias con altos costes fijos.
- Volumen comprador.
- Costes o facilidades del cliente de cambiar de empresa.
- Disponibilidad de información para el comprador.
- Capacidad de integrarse hacia atrás.

Amenaza de productos sustitutivos

- Sensibilidad del comprador al precio.
- Ventaja diferencial (exclusividad) del producto.
- Propensión del comprador a sustituir.
- Precios relativos de los productos sustitutos.
- Coste o facilidad de cambio del comprador.
- Nivel percibido de diferenciación de producto.

Poder de negociación con los proveedores

- Facilidades o costes para el cambio de proveedor.
- Grado de diferenciación de los productos del proveedor.
- Presencia de productos sustitutivos.
- Concentración de los proveedores.
- Amenaza de integración vertical hacia adelante de los proveedores.
- Amenaza de integración vertical hacia atrás de los competidores.
- Coste de los productos del proveedor en relación con el coste del producto final.
- De analizar las cuatro variables salen la quinta, la rivalidad de los competidores.

Rivalidad de los competidores

- Poder de los compradores.
- Poder de los proveedores.
- Amenaza de nuevos competidores.
- Amenaza de productos sustitutivos.
- Crecimiento industrial.
- Sobrecapacidad industrial.
- Barreras de salida.
- Diversidad de competidores.
- Valor de la marca.

Debilidades y fortalezas (análisis interno)

En la selección y listado de debilidades y fortalezas de una empresa que generen ventajas o desventajas competitivas y que atañan a aspectos organizativos, de recursos, activos, calidad y/o percepción de los consumidores, lo ideal es que este proceso se lidere internamente y que no sea una única persona la que llegue a las conclusiones, sino que se rodee y pida opinión a otras personas involucradas en la situación, como puede ser los miembros de comité de dirección, compañeros, empleados, proveedores, clientes o incluso a su pareja y amigos cercanos en caso de un análisis FODA o DAFO personal.

Tipos de fortalezas

Se trata de aquellos puntos donde estamos bien o incluso mejor que nuestros competidores:

- Propiedad de la tecnología principal.
- Capacidad de fabricación.
- Capacidad de financiación.
- Habilidades y recursos superiores.
- Instalaciones modernas.
- Costes unitarios bajos.
- Buena rentabilidad.

Tipo de debilidades

Aspectos que limitan o reducen la capacidad de desarrollo efectivo de la estrategia de la empresa y que por tanto constituyen un serio problema para la organización que debe ser superado. No hay dirección estratégica clara.

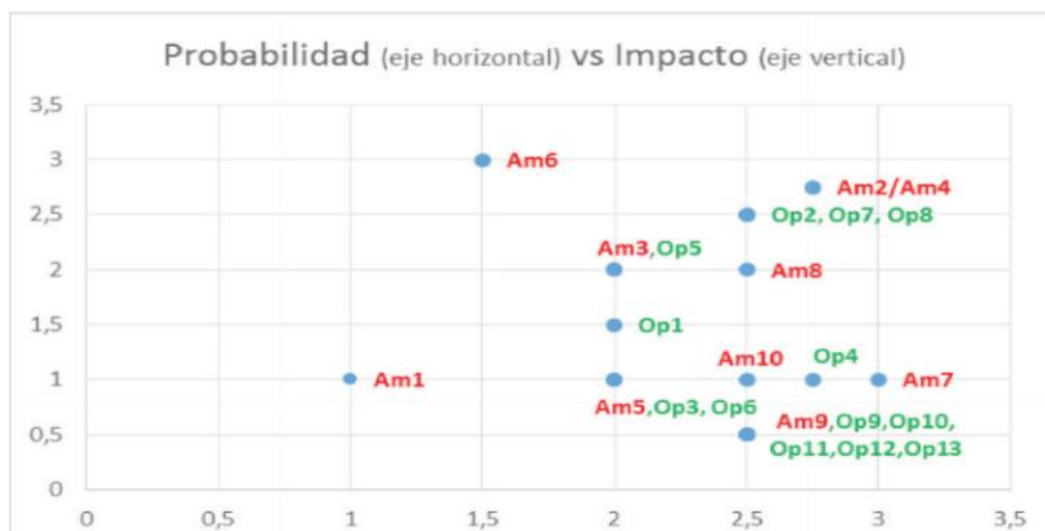
- Incapacidad de financiación.
- Falta habilidades o capacidades clave.
- Atraso en I+D.
- Exceso problemas operativos internos.
- Instalaciones obsoletas.
- Costes unitarios elevados.
- Rentabilidad insuficiente.

Seleccionar las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas más relevantes

Tras el análisis del microentorno y el macroentorno, una vez se tiene todas las oportunidades y amenazas listadas, recomendamos que el siguiente paso sea asignar, a cada una, una puntuación del 0 al 3 en cuanto a la probabilidad de que se materialicen en un futuro cercano, y que hagamos lo mismo según el impacto que causarían (positivo en el caso de las oportunidades y negativo en el caso de las amenazas). Así podremos eliminar aquellas menos importantes y quedarnos solo con las más relevantes. Mostramos a continuación, y a modo de ejemplo, un gráfico donde se pueden ver todas las amenazas y oportunidades representadas en función de su grado de probabilidad e impacto.

En la Figura 30, se muestra el análisis de la matriz de las amenazas y oportunidades con mayor incidencia.

Figura 30 Matriz de amenazas y oportunidades



Nota: David Sánchez Huertas

En la **Figura 30 Matriz de amenazas y oportunidades** se cuantifican los datos de los aspectos tomados en cuenta para la gráfica, los cálculos se centran en el porcentaje de incidencia en la empresa, además de un descarte de las que no representan una diferencia en el estudio que se desea realizar. Con base en los resultados ya se tiene dos de los cuatro aspectos que se toman en cuenta para la confección de un diagrama SIPOC.

Nos quedamos solo con las 4 oportunidades y con las 4 amenazas más importantes, ya que sino corremos el riesgo de perder foco. Filtrar las debilidades y las fortalezas es más sencillo: no hace falta un eje de ordenadas y abscisas, sino que utilizaríamos una única variable de filtro. Se debe hacer por el grado de impacto, tanto positivo como negativo, que esas fortalezas y debilidades suponen para la consecución del objetivo planteado.

Una vez tenemos todas las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas seleccionadas, cumplimentamos la matriz FODA o DAFO (p. 19-30).

SIPOC

El autor Pardo (2017) indica que “el diagrama SIPOC es una representación esquemática de los componentes principales de un proceso. SIPOC responde a las siglas en inglés: Suppliers (proveedores), Input: (entradas), Process (proceso), Output: (salidas), Customer (clientes)” (p.78).

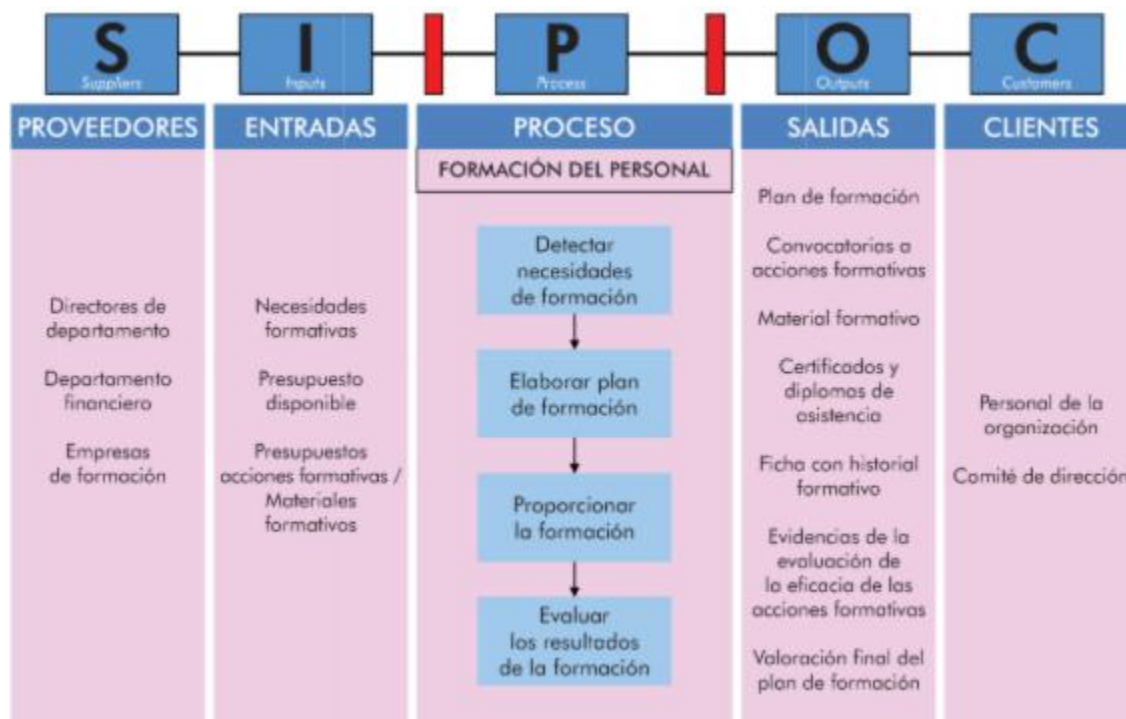
Siguiendo con lo que menciona el autor, se refiere a la herramienta como:

El diagrama SIPOC es un documento de aproximación al proceso, igual que la ficha de proceso. En este caso sí que contiene información sobre las actividades desarrolladas en el proceso, aunque con muchos casos más que actividades de detalle lo que incluye son las 4 o 5 etapas o fases principales (agrupación de actividades) del proceso (p. 78).

El diagrama SIPOC fue empleado en High Light Store para definir de manera estructurada los elementos del proceso de instalación de autopartes. Permitted visualizar la relación entre los proveedores de materiales, los insumos requeridos (Inputs), las etapas operativas del servicio, los resultados obtenidos (Outputs) y los clientes finales. Este enfoque integral facilitó la comprensión del flujo de materiales dentro de la empresa, apoyando directamente la configuración del MRP al delimitar los puntos donde se generan los requerimientos de materiales y las interacciones con los proveedores.

En la Figura 31, se aprecia el ejemplo de un diagrama de SIPOC dirigido al proceso de formación de personal.

Figura 31 Diagrama SIPOC



Nota: José Manuel Pardo Álvarez

En la **Figura 31 Diagrama SIPOC** se puede observar el proceso de formación de personal, este proceso tiene subprocesos que lo conforman para llevar a cabo la tarea además de las pautas necesarias para realizarlo dentro de los parámetros de aceptación. En el diagrama se aprecia los 5 apartados que lo conforman que son: proveedores, entradas, procesos, salidas y cliente. La importancia de la herramienta radica en la correcta identificación de las entradas y salidas del proceso además de su secuencia en el flujo, es importante mencionar que se deben de identificar su proveedor y cliente para cada operación.

Herramientas para Medir las Consecuencias

En este apartado se presenta la herramienta utilizada para medir las consecuencias de las fallas operativas en el proceso de instalación de autopartes. Su aplicación permite identificar el impacto que tienen sobre la eficiencia, el nivel de servicio y la satisfacción del cliente. Esta medición es clave para justificar la necesidad de implementar un sistema MRP. Además, facilita la priorización de problemas según su nivel de afectación. Los resultados obtenidos orientan el diseño de soluciones dentro del TFG.

AMFE

Según Pardo (2017) indica que el AMFE es:

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 última de garantizar que han sido tenidos en cuenta todos los fallos potenciales posibles (p. 110).

Siguiendo con el autor anterior, se debe de tomar en cuenta que:

El AMFE de proceso es una alternativa muy interesante para abordar la gestión de riesgo operacional, ya que los fallos potenciales posibles o modos de fallo no dejan de ser riesgos inherentes en la ejecución del proceso (p. 111).

De acuerdo con la problemática actual e implementación de nuevos procesos, el AMFE se aplicó como herramienta de evaluación preventiva para identificar posibles fallos en la gestión de materiales y en la secuencia de instalación de autopartes. Con los análisis se lograron establecer controles en las etapas críticas del proceso, tales como la verificación del inventario previa y la validación de los insumos antes del montaje. Los resultados permitieron incorporar al sistema MRP alertas y parámetros de control que reducen la probabilidad de errores y mejoran la confiabilidad operativa del servicio.

En la

Figura 32 se observa la composición de un AMFE.

Figura 32 AMFE

Riesgo	Causa	Consecuencia	Acciones preventivas o correctivas
Parada de la máquina	1) Solo se realiza mantenimiento correctivo 2) La utiliza personal no autorizado 3) Antigüedad de la máquina	<ul style="list-style-type: none"> • Parada de la producción • Posible retraso en las entregas 	a) Programar acciones de mantenimiento preventivo para la máquina b) Limitar la utilización de la máquina a personal autorizado mediante llave o clave de acceso c) Estudiar viabilidad económica para la sustitución de la máquina

Nota: José Pardo

En la

Figura 32 AMFE se muestra un cuadro en el que se puede observar los principios de la herramienta puestas en acción, la tabla consta de cuadro columnas que definen los riesgos, causas, consecuencias y acciones preventivas o correctivas. En la imagen se gestiona el riesgo de parada de máquina, a

partir de ese punto se estudian las distintas repercusiones que podría tener además de sus alternativas para resolver o anticiparse al suceso.

Continuando con el autor, menciona que los pasos habituales en un AMFE son los siguientes:

- Identificar los posibles modos de fallo (riesgos) para las distintas actividades del proceso, determinando las consecuencias o impactos que estos tendrían para la organización y señalando las posibles causas que los generan.
- Analizar los modos de fallo identificados en función de tres criterios:

Gravedad: pérdida que puede provocar el modo de fallo para la organización. La pérdida se traduce habitualmente en un coste económico o de insatisfacción de los clientes. 7

Ocurrencia: repetitividad potencial del modo de fallo o de la causa o causas que lo producen. 7

Detectabilidad: capacidad de detección del modo de fallo antes de que llegue al cliente externo.

Para cuantificar estos criterios, se pueden utilizar escalas de valoración cualitativas, cuantitativas o semicuantitativas

- Multiplicar las valoraciones de los criterios gravedad, ocurrencia y detectabilidad calculando el denominado Índice de Prioridad de Riesgo (IPR: $G \gg O \gg D$). Este índice, que es una valoración del riesgo operacional, debe ser calculado para todas las causas de fallo.
- Determinar riesgos prioritarios: para ello, previo al cálculo del IPR, o bien una vez calculado, estableceremos un valor límite para el mismo (criterio de significancia del riesgo), que representara el valor frontera a partir del cual la organización debe actuar sobre los modos de fallo. De esta forma, todos los modos de fallo y consecuentemente, sus causas con IPR superior o igual al valor límite representarán los riesgos prioritarios, que deberán ser objeto de actuación (tratamiento del riesgo operacional).
- Proponer acciones para tratar los riesgos prioritarios e implantarlas: la efectividad de las acciones adoptadas para eliminar o minorar las causas que originan los modos de fallo determinará la eficacia en la gestión del riesgo operacional (p. 112).

Muda

De acuerdo con Guillet (2015) define la muda de la siguiente manera:

Un Muda se relaciona con todas las formas de desperdicio, tal como se describe en el sistema de producción de Toyota. Los desperdicios (Mudas) pueden definirse como “todo lo que consume recursos sin generar valor”. No aportan valor al cliente, pero cuestan dinero a la empresa. En producción, puede desperdiciarse en: materias primas, energía, dinero, y tiempo (p.22).

Siguiendo con lo que menciona Guillet (2015) su utilidad:

“Cazar mudas” consiste en hacer una búsqueda implacable de los desperdicios que puedan generarse de un proceso.

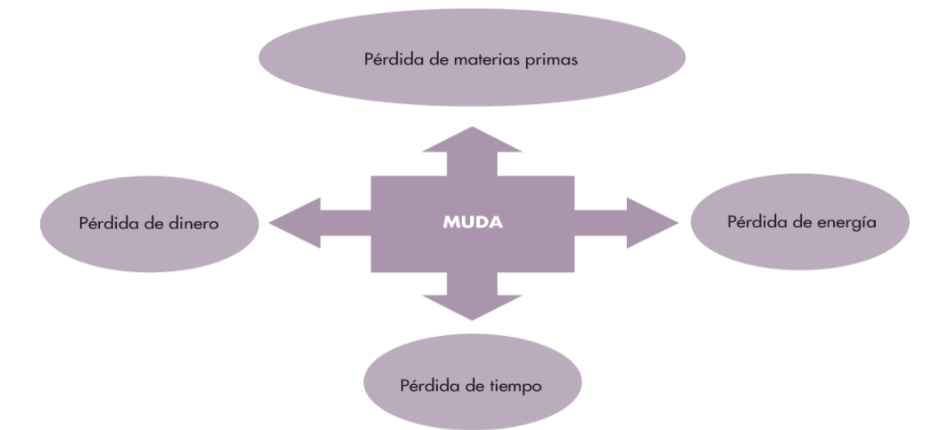
Si la falta de calidad, en forma general se define como el incumplimiento de las especificaciones definidas, los desperdicios en el núcleo de las mudas se consideran como una forma de calidad excesiva. En una logística de mejorar plazos y costos, una de las posibles aproximaciones es la casa de desperdicios (p23).

Durante el análisis de los procesos, la identificación de mudas permitió reconocer actividades que no aportaban valor al proceso de instalación, como tiempos de espera por materiales, movimientos innecesarios y reprocesos. La implementación del sistema MRP contribuyó a eliminar estos desperdicios al mejorar la sincronización entre la demanda de servicios y la disponibilidad de insumos. De esta manera, se fortaleció la eficiencia operativa, reduciendo costos y garantizando un flujo continuo de trabajo.

En la

Figura 33 se visualiza la herramienta Muda y conceptos relacionados.

Figura 33 Muda



Nota: Florence Guillet Patria

En

Figura 33 Muda se aprecia un ejemplo de las distintas áreas que ataca la herramienta, se especializa en la detección de pérdidas de materias primas durante el proceso, pérdida de energía por parte de los operarios por movimiento innecesarios en el proceso, pérdida de tiempo por mala organización de la plata u otros factores y perdida de dinero que viene asociados a los reprocesos además de los atrasos en producción.

Siguiendo con el mismo autor, menciona los pasos a seguir para aplicar la muda:

Etapas:

En términos clásicos hay 7 formas de desperdicio.

- Producciones excesivas: se produce demasiado o demasiado pronto.
- Esperas: se espera piezas, una decisión, etcétera.

- Transporte y manipulación inútiles: en esencia, todo transporte constituye a un derroche y debe reducirse al mínimo.
- Operaciones inútiles: acciones con valor agregado que no se realizan con facilidad o no se llevan a cabo lo antes posible.
- Existencias excesivas
- Movimientos inútiles: desplazamientos que no aportan un valor agregado directo.
- Correcciones y desechos: las actividades de reparación se consideran un desperdicio.
- Con demasiada frecuencia se trabaja en función de estos siete desperdicios clásicos, pero es posibles otros según el caso y el entorno. El método matricial permite descubrirlos pues en este se utiliza las 5 M, para identificar las pérdidas de tiempo, materia, dinero y energía (el recuadro siguiente lo ejemplifica) (p.23).

En la Figura 34 se observa los desperdicios mencionados anteriormente.

Figura 34 Desperdicios

	Materias	Métodos	Mano de obra	Máquina	Medio
Desperdicios	Existencia de producción excesiva	Documentos demasiado complejos	Demasiado competente	Capacidad excesiva	Diseño demasiado complejo
		Demasiadas etapas en el proceso	Mal equilibrada en la jornada		Consumo de energía

Nota: Florence Guillet Patria

En la **Figura 34 Desperdicios** se puede observar un recuadro con 6 apartados que esta dirigidos a los desperdicios. En cada apartado aparece los tipos de desperdicios clásicos como: materias, métodos, mano de obra, máquina y medio. En las columnas están los desperdicios que causa cada

área y por lo general se hace con la ayuda de las 5 M para identificar de la mejor manera la pérdida en tiempo, dinero y energía.

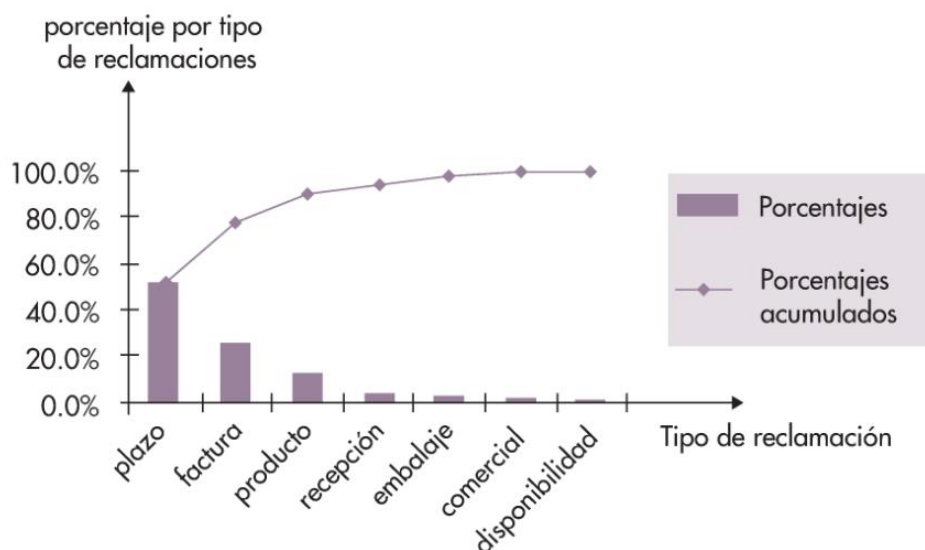
Diagrama de Pareto

Según Guillet (2015) indica que “el diagrama de Pareto permite elegir en forma visual el problema a tratar con base en los datos calculados respaldados por hechos. Se basa en la Ley del 80/20 de las disfunciones de una empresa ocasionando 80% de sus problemas” (p. 109).

El diagrama de Pareto fue utilizado para priorizar los principales problemas que afectaban la productividad del servicio. A través de su aplicación se calcularon que un porcentaje reducido de causas como el desabastecimiento de materiales y la falta de planificación de órdenes generaban la mayoría de los retrasos operativos. Este hallazgo orienta la atención hacia las causas críticas, permitiendo enfocar los esfuerzos de mejora en la integración del MRP como herramienta correctiva y preventiva.

En la Figura 35 presenta un ejemplo de un diagrama de Pareto.

Figura 35 Diagrama de Pareto



Nota: Florence Guillet Patria

En la **Figura 35 Diagrama de Pareto** se aprecia la gráfica de dicha herramienta. Esta alternativa facilita a convertir la recolección de datos a un complemento visual que es utilizado para encontrar los problemas principales a resolver en un proyecto, proceso o mejora. Su composición consiste en un gráfico de columnas con sus respectivos rangos del 1 al 100, este sigue la ideología del 80/20

que significa que el ochenta por ciento de los resultados proviene del veinte por ciento de las causas.

Siguiendo con el mismo autor, presenta el cómo utilizar un diagrama de Pareto:

Etapas

- Recopilar los datos y colocarlos en un cuadro intermedio.
- Reclasificar los datos en un orden decreciente desde la sección más “relevante” hasta la sección que lo sea menos. Traducir los datos en porcentaje acumulado.

Lo primero es realizar el cuadro como el siguiente:

En la Figura 36 se aprecia el cuadro que contiene los datos que le dan forma a la herramienta diagrama de Pareto.

Figura 36 Diagrama de Pareto - cuadro

Categoría de defecto	Cantidad de reclamaciones recibidas	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Plazo	154	51.7%	51.7%
Factura	78	26.2%	77.9%
Producto	37	12.4%	90.3%
Recepción	12	4.0%	94.3%
Embalaje	10	3.4%	97.7%
Comercial	5	1.7%	99.4%
Disponibilidad	2	0.6%	100.0%
TOTAL	298	100.0%	

Nota: Florence Guillet Patria

En la **Figura 36 Diagrama de Pareto - cuadro**, en esta ilustración se puede observar los datos reflejados en el gráfico que da el diagrama de Pareto siguiendo la regla del 80/20. En el caso del ejemplo se divide en 4 columnas, las cuales son: categoría de defecto, cantidad de reclamaciones recibidas, porcentaje y porcentaje acumulado.

Trazar la gráfica de Pareto: graduar la escala vertical de 0 a 100%. Colocar un rectángulo por cada sección (la altura del rectángulo debe ser igual al porcentaje de la sección) respetando el orden decreciente del cuadro.

- Trazar la curva de los porcentajes acumulados.
- Interpretar. (p. 110)

Análisis ABC

De acuerdo con Arenal (2020) “el análisis ABC consiste en aplicar el principio de Pareto o regla 80/20 para segmentar entidades (productos, clientes, proveedores, entre otros.)” (p. 32).

Mediante el análisis ABC, se logró clasificar los insumos utilizados en la instalación de autopartes según su valor y frecuencia de uso. Esta clasificación permitió identificar los materiales de tipo A como los más relevantes para el control del inventario dentro del MRP, estableciendo políticas diferenciadas de abastecimiento y almacenamiento. Como resultado, la empresa pudo priorizar los recursos más críticos, optimizando el capital invertido en inventarios y mejorando la respuesta ante la demanda.

El valor de la herramienta además de la función de panoramas claros brindados por los 3 meses de datos de las ventas realizadas es la centralización del trabajo. La empresa tiene un catálogo de 1300 artículos relacionados con los servicios de instalación de auto partes, el análisis ordeno por categorías los productos mas vendidos en un periodo trimestral el cual se usó para desarrollar de la implementación del sistema MRP, además de los controles necesarios de acuerdo con las metas propuestas por el proyecto.

Siguiendo con lo que menciona Arenal (2020):

Típicamente se aplica en el ámbito del almacén para clasificar el inventario según su importancia. Aunque se pueden seguir diferentes criterios (según cada almacén y tipos de mercancía que manejen), un criterio típico es el valor de inventario de cada referencia, calculado como su demanda anual multiplicada por su coste unitario. Después, se ordenan de mayor a menor y se agrupan según el porcentaje que representan respecto al total.

Así, los porcentajes típicos resultantes serán:

Categoría A: En torno al 20% de las referencias representan aproximadamente el 80% del valor del inventario (regla 80/20).

Categoría B: En torno al 30% de las referencias representan aproximadamente el 15% del valor del inventario.

Categoría C: En torno al 50% de las referencias representan sólo el 5% del valor del inventario (p. 33).

De acuerdo con el autor, menciona que estos son los pasos por seguir para desarrollar un análisis ABC:

A continuación, se detallan las tres categorías de productos:

Categoría A

Los productos de la categoría A son los más importantes para el negocio, típicamente un 20% de las referencias representando el 80% del valor. Por tanto, deberán destinarse recursos para que su control de inventario sea más exhaustivo y con conteos cíclicos más frecuentes. Puesto que problemas en stock de productos de categoría A tendrán un gran impacto en el negocio, deberán realizarse esfuerzos en evitar situaciones de falta de stock y en combatir el inventario fantasma.

Para la preparación de pedidos, será recomendable que el slotting favorezca las referencias de categoría A. Además, es especialmente ventajoso implantar sistemas de almacenaje automatizados que agilicen al máximo la preparación de pedidos. * slotting: es la forma, metodología o criterio de cómo se ubica estratégicamente los productos en el almacén.

Categoría B

Los productos de la categoría B tienen una importancia moderada, intermedia entre la categoría A y la categoría C. Típicamente serán en torno al 30% de las referencias, constituyendo el 15% del valor. Es importante hacer un seguimiento de los productos B, puesto que algunos estarán próximos a promocionar a la categoría A, mientras otros estarán próximos a decaer hacia la categoría C.

Categoría C

Los productos de la categoría C son relativamente poco importantes. Típicamente representarán en torno al 50% de las referencias, pero constituyendo sólo un 5% del valor. Son productos de poca rentabilidad. Será incluso cuestionable si compensa mantener stock de algunas de estas referencias. No compensa dedicar

una gran cantidad de recursos a su control de inventario, puesto que los costes de almacenaje y los costes operativos podría superar fácilmente la baja rentabilidad de estos productos.

En la Figura 37 se visualiza los datos asociados al inventario de una empresa.

Figura 37 Datos de inventario

Código	Demanda Anual	Valor Artículo
1	40	\$ 3,750,000.00
2	200	\$ 40,000.00
3	220	\$ 4,315,000.00
4	235	\$ 17,500.00
5	260	\$ 950,000.00
6	365	\$ 40,500.00
7	405	\$ 5,200.00
8	538	\$ 138,500.00
9	675	\$ 1,200,000.00
10	812	\$ 158,000.00

Nota: Carmen Arenal

Los criterios porcentuales respecto a la "valorización" son:

Ítems Clase A = 74% del total de las ventas

Ítems Clase B = 21% del total de las ventas

Ítems Clase C = 5% del total de las ventas

El paso siguiente es generar la valorización total de los inventarios (demanda anual * valor del artículo):

En la

Figura 38 se aprecia los valores asociados a los artículos en inventario.

Figura 38 Valoración de inventario

Código	Valor Total
1	\$ 150,000,000.00
2	\$ 8,000,000.00
3	\$ 949,300,000.00
4	\$ 4,112,500.00
5	\$ 247,000,000.00
6	\$ 14,782,500.00
7	\$ 2,106,000.00
8	\$ 74,513,000.00
9	\$ 810,000,000.00
10	\$ 128,296,000.00
TOTAL	\$ 2,388,110,000.00

Nota: Carmen Arenal

El siguiente paso es determinar la participación porcentual, y esta se acumula. luego se ordena de mayor a menor porcentaje del valor total. por ejemplo: porcentaje del valor total del ítem 1 = \$150.000.000 / \$2.388.110.

En la Figura 39 se visualiza los porcentajes que se le asigna a cada artículo.

Figura 39 Asignación de porcentajes

Código	Valor Total	Porcentaje del Valor total
1	\$ 150,000,000.00	6.28%
2	\$ 8,000,000.00	0.33%
3	\$ 949,300,000.00	39.75%
4	\$ 4,112,500.00	0.17%
5	\$ 247,000,000.00	10.34%
6	\$ 14,782,500.00	0.62%
7	\$ 2,106,000.00	0.09%
8	\$ 74,513,000.00	3.12%
9	\$ 810,000,000.00	33.92%
10	\$ 128,296,000.00	5.37%
TOTAL	\$ 2,388,110,000.00	100.00%

Nota: Carmen Arenal

Luego se ordena de mayor a menor, según el porcentaje del valor total y se acumula el porcentaje.

En la

Figura 40 se observa cómo se realiza un reorden de los valores de mayor a menor.

Figura 40 Reorden de los valores

Código	Valor Total	Porcentaje del Valor total	Porcentaje Acumulado
3	\$ 949,300,000.00	39.75%	39.75%
9	\$ 810,000,000.00	33.92%	73.67%
5	\$ 247,000,000.00	10.34%	84.01%
1	\$ 150,000,000.00	6.28%	90.29%
10	\$ 128,296,000.00	5.37%	95.67%
8	\$ 74,513,000.00	3.12%	98.79%
6	\$ 14,782,500.00	0.62%	99.40%
2	\$ 8,000,000.00	0.33%	99.74%
4	\$ 4,112,500.00	0.17%	99.91%
7	\$ 2,106,000.00	0.09%	100.00%
TOTAL	\$ 2,388,110,000.00	100.00%	

Nota: Carmen Arenal

Por último, se agrupan teniendo en cuenta el criterio definido:

En la Figura 41 se visualiza las zonas asignadas para cada producto según los criterios del análisis ABC (p. 33-36).

Figura 41 Asignación de zona

Código	Valor Total	Porcentaje del Valor total	Porcentaje Acumulado	Clasificación ABC
3	\$ 949,300,000.00	39.75%	39.75%	A
9	\$ 810,000,000.00	33.92%	73.67%	
5	\$ 247,000,000.00	10.34%	84.01%	B
1	\$ 150,000,000.00	6.28%	90.29%	
10	\$ 128,296,000.00	5.37%	95.67%	
8	\$ 74,513,000.00	3.12%	98.79%	C
6	\$ 14,782,500.00	0.62%	99.40%	
2	\$ 8,000,000.00	0.33%	99.74%	
4	\$ 4,112,500.00	0.17%	99.91%	
7	\$ 2,106,000.00	0.09%	100.00%	
TOTAL	\$ 2,388,110,000.00	100.00%		

Nota: Carmen Arenal

En la **Figura 41 Asignación de zona** se visualiza los productos seccionados por zonas, las cuales son: categoría A (estos artículos representan la alta rotación de estos artículos en el inventario, esto refleja importancia del monitoreo de las existencias de estos productos), categoría B (representan una gama de productos con una rotación media, esto se deben de controlar pero no son prioridad)

y categoría C (los productos que forman parte de esta zona no representan un impacto importante en el inventario y se denominan baja prioridad).

Herramientas para Analizar las Causas

En la siguiente sección, se abordará temas como las herramientas predilectas para el análisis de las causas del TFG. Se presentarán los instrumentos capaces de proyectar la situación actual contra los objetivos que se desean alcanzar, además de los posibles obstáculos que puede presentar el proyecto con respecto al proceso actual. A continuación, se abordarán términos, definiciones e indicaciones para llevarlas a cabo.

Modelo Kano

Según Guillet (2015) define el modelo Kano de la siguiente manera:

El diagrama de Kano clasifica las expectativas en tres categorías: 1) obligatorias, 2) proporcionales y 3) atractivas. Esta jerarquización es posible al interrogar a los clientes acerca de nivel de satisfacción en dos casos: aquel en el que la empresa responde a la expectativa y aquel en el que no responde (p. 124).

Siguiendo con el mismo autor Guillet (2015) sobre el modelo Kano:

El diagrama de Kano brinda la oportunidad de comprender la logística de la generación de valor para el cliente. Marca la diferencia entre:

- Las expectativas obligatorias o de base; es decir, si están satisfechas, al cliente esto le resulta “normal”; si no, se molesta mucho. Juzga la respuesta a este tipo de expectativas como una evidencia; por ejemplo, funcionamiento de un teléfono móvil en el momento de la compra o eficacia de la anestesia en el consultorio de un odontólogo.
- Las expectativas atractivas de desempeño o proporcionales; si la empresa responde a esta expectativa, el cliente está contento; por ejemplo, ligereza del teléfono móvil o rapidez en el registro de una cita con el odontólogo.
- Las expectativas o seductoras; las cuales son necesidades latentes para las que el cliente no por fuerza espera una respuesta y que, por tanto, lo sorprenderán de

manera positiva; como nuevos juegos para un teléfono móvil o la posibilidad de hacer una cita por internet con el odontólogo (p. 125).

El modelo Kano permitió identificar las necesidades del cliente y clasificarlas según su impacto en la satisfacción. En el contexto del servicio de instalación, se distinguieron requisitos obligatorios como la calidad del montaje y la entrega puntual; proporcionales como la disponibilidad de repuestos; y atractivos como la personalización de accesorios. Estos resultados fueron considerados en el diseño del MRP, orientando la planificación de materiales hacia la disponibilidad de los componentes que generan mayor valor percibido por el cliente.

En la

Figura 42 se muestra un ejemplo de un diagrama de Kano.

Figura 42 Modelo de Kano



Nota: Florence Gillet Patria

En la

Figura 42 Modelo de Kano se aprecia un diagrama el cual se evidencia dos parámetros diseñados para visualizar la satisfacción del cliente. En la imagen se observa líneas de tipo plano cartesiano que ejemplifica los siguientes aspectos en sus extremos: satisfacción, falta de respuesta a la expectativa, respuesta a la expectativa e insatisfacción, dentro de esos parámetros hay líneas perpendiculares que representan las expectativas de los clientes.

Siguiendo con el mismo autor, menciona el paso a paso:

- Realizar un diagrama en forma de árbol de las expectativas.

- Aplicar el cuestionario de Kano a 50 clientes
- Tratar las respuestas para identificar el tipo de expectativa prioritaria (p. 125).

Ishikawa

Menciona Guillet (2015) que la 5M constituye una herramienta de clasificación de todas las causas que pudieron originar un problema, actualmente esta herramienta se usa con la 6M. En el momento de diagramar la herramienta de causa y efecto se realiza de acuerdo con sus 6 familias las cuales son: 1) Mano de obra, 2) Medición, 3) Material, 4) Medio ambiente, 5) Método y 6) Maquinaria (p. 115).

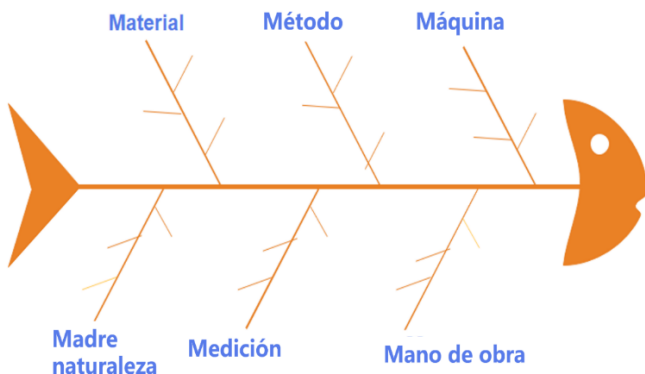
Siguiendo con lo que mencionaba Guillet (2015) sobre el Ishikawa:

El objetivo de esta herramienta (también llamada diagrama de causa y efecto, diagrama en forma de espina de pescado incluso diagrama de Ishikawa) es investigar y clasificar por familias las causas de un problema (mano de obra, métodos, entorno, materias primas y medio ambiente). También es una excelente herramienta de comunicación para explicar un fenómeno. No da la causa del problema, pero permite elegir, entre las posibles causas, las que pueden evaluarse (p. 116).

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto, permite identificar las causas potenciales de un problema mediante la clasificación en seis categorías: mano de obra, medición, material, medio ambiente, método y maquinaria. Facilitar el análisis estructurado de los factores que afectan la calidad o el desempeño. El planteamiento preciso del problema en estudio hace de esta herramienta un importante recolector de causas que puede fundamentar los criterios tomados para el diagrama de Pareto.

En la Figura 43 se aprecia un Ishikawa para resolución de una causa raíz de calidad.

Figura 43 Ishikawa



Nota: Google imágenes

En la **Figura 43 Ishikawa** se aprecia un diagrama llamado espina de pescado, que por lo general se usa con las 6m para identificar el posible problema que se quiere resolver. Las 6 M está compuesto por mano de obra, materia prima, maquinaria, métodos y medio ambiente, a partir de esas secciones se reúnan las posibles causas relacionadas con cada categoría para llegar al problema.

Siguiendo con el mismo autor, menciona las etapas para realizar un Ishikawa:

Etapas

- Plantear el problema comenzando por el “¿Por qué?”; por ejemplo, “¿Por qué se despegan los cartones?”.
- Hacer que surjan todas las ideas y causas posibles en una sesión de lluvia de ideas.
- Clasificar después las ideas en seis familias: las que se relacionan con la medición, los individuos (mano de obra), las materias primas, las formas de trabajar (métodos), la maquinaria
- y las condiciones de trabajo (entorno o medio ambiente).
- Identificar, por votación en última instancia, las causas que deben evaluarse (causas probables).
- Por último, después de realizar las pruebas, hay que encuadrar la causa real a la que se podrán aplicar por fin los 5 porqués (p. 116).

Herramienta para el Diseño

En esta sección de herramientas para el diseño del TFG, fueron seleccionados distintas fuentes que proporcionaran datos con respecto al proceso actual que se lleva a cabo como de los colaboradores asociados a la empresa. Se incorporarán recursos orientados al diseño y la evaluación de un sistema

de requerimiento de materiales, los cuales facilitan el control de los inventarios, la programación de actividades y atención eficiente a la demanda.

Auditoría internas

Indica Guillet (2015) que en “cualquiera que sea el contexto de la empresa, la práctica de la auditoría interna siempre da a conocer indicadores relacionados con el control de calidad y permite emprender acciones de progreso útiles y compartibles” (p. 77).

Siguiendo con lo que mencionaba Guillet (2015) el objetivo de una auditoría interna:

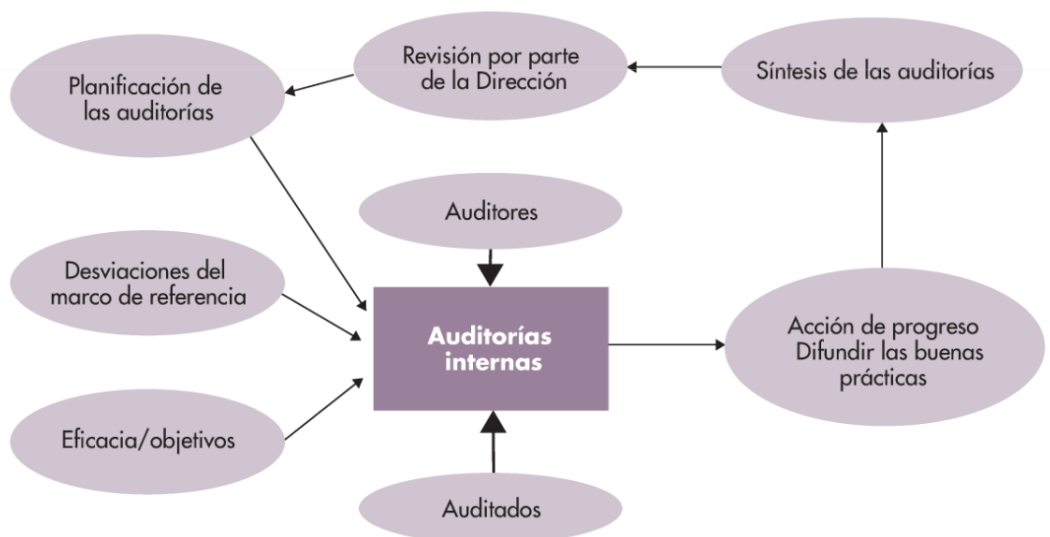
El objetivo principal de las auditorías es evaluar la aplicación y eficiencia del sistema de administración de la calidad instrumentado, o de una parte de este sistema (por ejemplo, la auditoría de una actividad nueva o un proceso crucial para la empresa), para identificar señales del proceso (p. 78).

Las auditorías internas son procedimientos sistemáticos de evaluación que permiten verificar el cumplimiento de los estándares de calidad y la eficacia de los procesos. Su práctica contribuye a detectar desviaciones, generar indicadores de control y promover acciones de mejora continua dentro de la organización. Las auditorías son procesos indispensables en la implementación, ya que se pueden identificar puntos de mejoras durante los distintos procesos a auditar mediante un profesional a cargo y una buena estructura de visoria.

En la

Figura 44 se muestra la estructura de una auditoría interna.

Figura 44 Auditoría Internas



Nota: Florence Guillet Patria

En la

Figura 44 Auditoría Internas se presenta los entes que participan de esta actividad además de sus ventajas a la hora de su ejecución. Una herramienta utilizada para la capacitación de los colaboradores que por lo general se están introduciendo a un nuevo procedimiento, tener charlas previas para despejar dudas con respecto a los escenarios que se puedan presentar en la ejecución de dicha actividad.

Siguiendo con el mismo autor, los pasos para realizar una auditoría interna:

Etapas

- Planificar las auditorías: definir y hacer que el comité de dirección valide los temas que deben auditarse en un año, o durante varios, teniendo en cuenta los resultados anteriores.
- Preparar cada auditoría: reunir la información del marco de referencia (documentos relacionados con las actividades que se auditarán; por ejemplo, referencias, descripciones de proceso, procedimientos, entre otros.), elaborar las guías de las auditorías y establecer una relación constructiva con las personas que se auditarán.
- Presentar la visita de auditoría: recordar y validar el desarrollo previsto.
- Realizar entrevistas de auditoría con los auditados y hacer hincapié en las pruebas de prácticas adecuadas o en las necesidades de mejora.
- Validar junto con los auditados las pruebas efectuadas.

- Formalizar el informe de la auditoría, según las reglas internas.
- Comprometer a los auditados con las acciones de proceso suscitadas por los intercambios (p. 78).

KPI's

Los KPI's son:

Las siglas KPI responden al acrónimo en inglés Key Performance Indicator (indicadores clave del desempeño). Son elementos de medida utilizados para determinar el grado de cumplimiento de los aspectos principales del desempeño de una entidad. Estos indicadores son específicos para cada organización y son utilizados por la dirección para analizar el estado actual del negocio y tomar las decisiones oportunas. En muchos casos, se utilizan para medir el progreso hacia objetivos organizacionales relacionados con la estrategia de una entidad (Pardo, 2017, p. 141).

Siguiendo con lo que indica el autor sobre los KPI's:

Los indicadores claves de desempeño generalmente se seleccionan de entre los indicadores que ya pudieran estar midiéndose, aunque también podrían crearse específicamente para el seguimiento de alguna cuestión clave. Como su nombre indica, son los indicadores primordiales para el seguimiento del negocio, y por ello son los que tutela la dirección. En el cuadro de indicadores KPI o cuadro de mando manejado por la dirección deberían estar presentes indicadores relacionados con:

- Niveles de consecución de la estrategia organizacional (surgida del proceso de planificación estratégica, si este proceso gerencial se realiza).
- Indicadores de resultado de los procesos más críticos para el negocio.
- Indicadores de cliente (calidad percibida y calidad objetiva).
- Indicadores financieros.

Los indicadores clave de desempeño (KPI's) son métricas utilizadas para medir el grado de cumplimiento de los objetivos estratégicos de una organización. Proveen información cuantitativa que facilita el monitoreo de resultados, la toma de decisiones y la evaluación del progreso hacia metas previamente establecidas. Su integración puede verse en el apartado de modulo de

indicadores de rendimiento estipulados para las necesidades de la empresa, los cuales se alimenta de las operaciones diarias de la empresa.

En la Figura 45 se muestra los KPI's para los requerimientos.

Figura 45 KPI's

Proceso: preparación y distribución de pedidos	
Requisitos válidos	Indicadores
Entrega en menos de 48 horas desde la petición	Porcentaje de pedidos servidos en menos de 48 horas
Entrega sin roturas ni desperfectos	N.º de reclamaciones por rotura o desperfecto de la mercancía
Eficiencia en el empleo de recursos	Coste medio de entrega por pedido

Nota: José Pardo

En la Figura 45 KPI's se observa una tabla destinada para el proceso y distribución de pedidos, está dividida por dos hileras, las cuales son requisitos válidos e indicadores. En la creación de los indicadores de rendimiento, es importante tener definidos bien los requerimientos de las operaciones a medir para que la recolección de datos sea de ayuda al control de procesos que se realice.

Para diseñar indicadores de resultado se debe efectuar lo siguiente:

- Identificar al cliente o clientes del proceso: debemos reflexionar sobre quien o quienes reciben los productos y servicios generados con el proceso.
- Determinar los requisitos de los clientes: cada tipo de cliente puede tener distintas necesidades o expectativas respecto al resultado del proceso. Debemos idéntica esas necesidades, que por lo general los clientes expresan de manera genérica (rapidez, garantía, capacidad...) y traducirlas en requisitos concretos, en especificaciones o atributos fácilmente reconocibles (entrega en menos de 24 horas, sin deficiencias en el producto, mayor o igual a 2 n13...). Debemos asegurarnos de que los requisitos definidos sean válidos, es decir, que los podamos y queramos cumplir. Si no es posible validar un requisito, será necesario replantearlo y volver a intentar su validación. Si el número de requisitos es muy elevado, puede ser

interesante priorizar y elegir los dos o tres requisitos más relevantes para no generar un número excesivo de indicadores

- Asociar una medida a cada requisito para cada requisito valido buscaremos algún tipo de medición a través de la cual podamos contrastar su cumplimiento. Las medidas más habituales son porcentajes (valores relativos), recuento del número de casos (valores absolutos) y medias. Aparte de estas medidas más comunes se pueden utilizar otras como índices adimensionales, ranking, indicadores compuestos, etc.
- Fijar un valor umbral: constituye la referencia a alcanzar por el indicador y a través de ella juzgar si el funcionamiento es adecuado o no. Si los indicadores de un proceso cumplen con su valor umbral, podríamos afirmar que tenemos nuestro proceso bajo control. De lo contrario, será necesario investigar que está ocurriendo y poner en marcha acciones. Todos los valores umbral deberían llevar asociado un $<$, $>$, $=$ o un intervalo de validez (Pardo, 2017, p. 142-143)

Herramienta para el Control de la Implementación del Diseño

En la sección de herramientas para el control de la implementación del diseño, se definirán conceptos relacionados a las estrategias utilizadas en este apartado además de un paso a paso de su aplicabilidad como también ejemplos gráficos de su uso en un ambiente laboral, que puede ser aplicado en el proyecto. La función de cada una de ellas es brindarnos un porcentaje de avance como el control de la implementación del diseño.

Metodología Lean

De acuerdo con Pardo (2017):

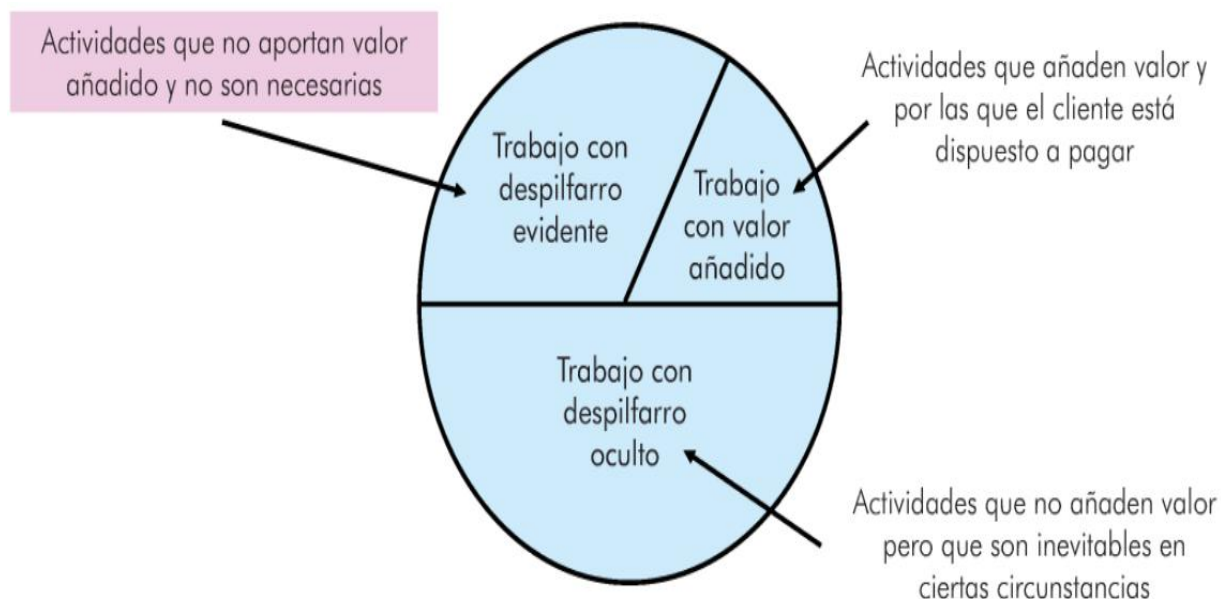
El lean o lean management centra sus propuestas en la aportación de valor. Preconiza que los procesos de una cadena productiva, y por extensión todos los demás, deben aportar valor añadido sobre los anteriores. Si cada proceso debe aportar valor añadido, cada actividad o etapa del mismo debería hacerlo también (p. 197).

La metodología Lean se centra en la creación de valor a través de la eliminación de desperdicios y actividades que no aportan al cliente. Promueve la optimización de procesos y recursos mediante la mejora continua, buscando alcanzar la máxima eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

En el proyecto se toma en cuenta por la variabilidad de herramientas que hacen sinergia con los objetivos y controles de la propuesta.

En la Figura 46 se observa las definiciones de las actividades que aportan valor a los procesos operativos, al igual que las que no lo hacen.

Figura 46 Clasificación de actividades por su aportación de valor



Nota: José Pardo

Siguiendo con el autor, con respecto a la Figura 46 se menciona que:

Como vemos, la metodología Lean trata de reducir el despilfarro (las actividades y los medios para ejecutarlas que no aportan valor) y aumentar el valor aportado al cliente, para reducir costes y mejorar la competitividad y sostenibilidad de la organización cara al futuro. Lean persigue el despilfarro, desperdicio o muda (en japonés), que supone coste, pero no valor. En Toyota se definió despilfarro como todo lo que no sea la cantidad mínima de máquinas, materiales, piezas, espacio y tiempo del trabajador que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto. (p. 198).

El autor Pardo (2017) menciona la aplicabilidad en las distintas industrias:

Estos despilfarros en procesos operativos fueron descritos en una empresa de fabricación automovilística, pero esta misma tipología de despilfarros la podemos

encontrar en organizaciones de servicios y también ligados a otro tipo de procesos (estratégicos y de soporte).

Para comprender algunos de los ejemplos presentados a continuación hay que tener en cuenta que la prestación de un servicio es simultánea a la entrega, y que el cliente, en muchos casos, forma parte de la prestación:

Transporte y manipulación innecesarios:

- Excesivas explicaciones o información exagerada.
- Aprobaciones múltiples.
- Transporte de productos de un sitio a otro por fallos de dirección en los albaranes, entregas a horas no acordadas, entre otros.

Tiempos de espera:

- Por caída de los sistemas de información.
- Tiempo esperando la llegada del cliente
- Horarios mal asignados.

Procesado inadecuado:

- Reuniones improductivas en las que no se toma ningún tipo de decisión.
- Solicitudes incompletas.
- Grupos de clientes no homogéneos (por ejemplo, en sesiones de formación).

Desplazamientos innecesarios de las personas:

- Viajes improductivos.
- Desplazamientos entre departamentos alejados.
- Visitas de comerciales a clientes que se han dado de baja.

Existencias o tracks:

- Colas de clientes a la espera de que se les preste el servicio.
- Excesivo material de oficina.
- Exceso de productos utilizados en la prestación del servicio.

Defectos:

- Errores en la prestación del servicio.

- Falta de competencia del personal que presta un servicio.
- Citas no programadas adecuadamente.

Exceso de producción:

- Documentos generados que nadie utiliza.
- Productos asociados al servicio que resultan inservibles o con escasa utilidad para el cliente... Excesivas propuestas (págs. 200-201).

Filosofía Kaizen

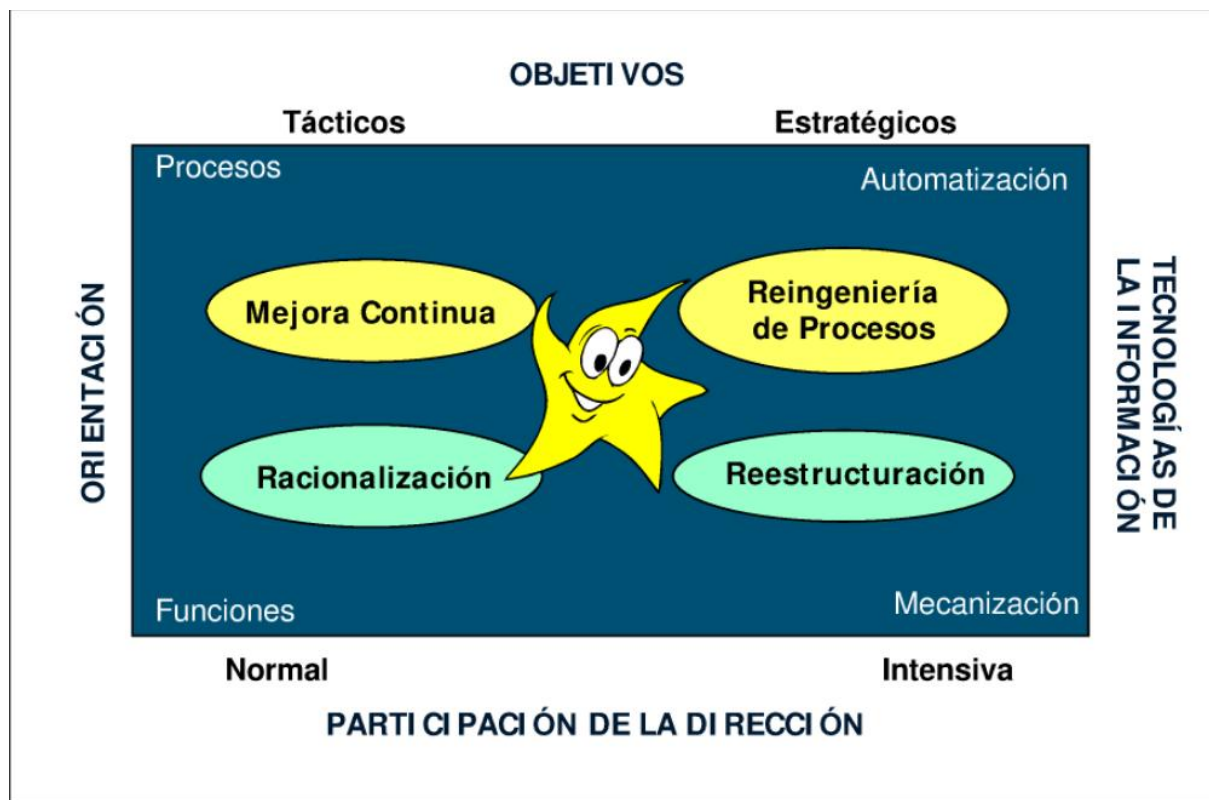
Los autores Miranda, Chamorro, y Rubio (2016) indican que “la mejora continua (Kaizen) es un proceso de carácter dinámico que implica la realización de cambios graduales, pero muy frecuentes, estandarizando los resultados obtenidos tras cada mejora alcanzada. Su idea básica es que siempre es posible hacer mejor las cosas” (p. 77).

La filosofía Kaizen se basa en la mejora continua mediante la implementación de pequeños cambios graduales que, al ser estandarizados, generan resultados sostenibles en el tiempo. Fomenta la participación de todo el personal y la búsqueda constante de oportunidades para optimizar procesos y aumentar la eficiencia. Se busca una participación integral de los diferentes entes que conforman la empresa como es los operarios y dirección de operaciones de la empresa para adaptarse a filosofía.

En la

Figura 47 se muestra los cambios de los procesos organizacionales en una empresa.

Figura 47 Proceso de cambio organizacional



Nota: Francisco Miranda, Antonio Chamorro y Sergio Rubio

Siguiendo con los mismos autores, en la

Figura 47 indican que:

Si clasificamos los procesos de cambio organizacional en función del grado de cambio y la rapidez de este podemos distinguir cuatro procesos diferentes. De dichos procesos de cambio, la GCT (Gestión de Calidad Total) apuesta por la mejora continua y la reingeniería de procesos (dada su ya comentada orientación hacia los procesos). Como definimos anteriormente, el modelo GCT contempla dos tipos de actividades de gestión: de mantenimiento y de mejora. Esta última a su vez se puede dividir en mejora continua (kaizen) o innovación (kayrio), también denominadas innovaciones incrementales e innovaciones radicales, respectivamente. La consideración japonesa de la mejora ha estado más orientada hacia la primera, aunque esto no significa que ignore o reste importancia a la segunda (p. 77).

Los autores indican pautas necesarias para su aplicación:

La inversión financiera necesaria suele ser mínima, requiriendo la participación de todos los empleados en dicho proceso. La principal preocupación de la filosofía kaizen es la calidad de las personas, si contamos con personas capacitadas y comprometidas con el proceso de mejora, la

empresa alcanzará el éxito. Este proceso de mejora continua es explicado de forma clara por Deming en su ciclo PDCA y por Juran en su trilogía de la calidad (p. 78).

Ciclo PHVA

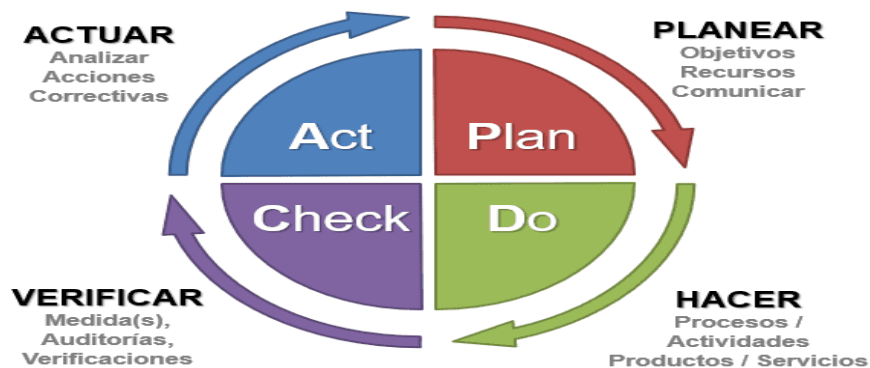
De acuerdo con los autores Miranda, Chamorro y Rubio (2016), Deming establece que: “para mejorar la calidad se tiene que utilizar el Ciclo PDCA o ciclo de Deming. Dicho ciclo propone seguir las siguientes fases en la solución de cualquier problema” (p.43).

- Planificar (Plan): Significa individualizar el problema, recoger datos, estudiar las relaciones causa-efecto y ver las hipótesis de solución.
- Realizar (Do): Consiste en llevar a cabo lo establecido en el plan
- Controlar: (Check): Compara el plan inicial con los resultados obtenidos.
- Actuar: (Act): Actuar para corregir los problemas encontrados, prever posibles problemas futuros y establecer las condiciones que permitan mantener el proceso de forma estable e iniciar un nuevo proceso de mejora. (p.44)

El ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) es un modelo de gestión desarrollado por Deming que promueve la mejora continua. Su aplicación permite planificar acciones, ejecutarlas, evaluar los resultados y establecer medidas correctivas, garantizando la estabilidad y evolución de los procesos organizacionales. Es una herramienta distintiva que divide las actividades en categorías, las cuales posteriormente se representaran en un ciclo de cumplimiento como es el diagrama de Gantt.

En la Figura 48 se muestra los ciclos y el significado de las siglas de la herramienta.

Figura 48 Ciclo PHVA



Nota: Google foto

En la **Figura 48 Ciclo PHVA**, se puede observar cómo se representa el ciclo de Deming, de acuerdo con los autores Miranda, Chamorro y Rubio (2016): “una vez finalizado el ciclo, este volverá a repetirse nuevamente partiendo del conocimiento acumulado en el ciclo anterior, lo que supone un modelo de la mejora continua que difiere por completo del sistema tradicional de gestión” (p.44).

Diagrama de Gantt

El autor Guillet (2015) indica que “el diagrama de Gantt cubre todas las acciones prioritarias del plan de acción y las posiciona en el tiempo. Permite visualizar la duración de las acciones y constituye en el punto de referencia de los plazos que deben observarse” (p. 55).

Siguiendo con lo que mencionaba el autor, el diagrama de Gantt tiene como objetivo:

El diagrama de Gantt hace que el plan de acción sea visible en la escala del tiempo. Permite al gerente de control de calidad disponer de un auxiliar visual que remota los elementos medulares de su gestión (“quién hace qué y en qué plazo”). También pone de manifiesto las zonas temporales cruciales, aquellas en las que se concentran numerosas acciones (p. 56).

La aplicación del diagrama de Gantt resultó esencial para la planificación y el control temporal de las acciones relacionadas con la implementación del sistema MRP. Esta herramienta permitió estructurar visualmente cada fase del proyecto, desde el levantamiento de información inicial hasta la validación del sistema propuesto, asegurando el cumplimiento de los plazos establecidos. Además, facilitó la coordinación entre las distintas áreas operativas, evidenciando las tareas críticas y los periodos de mayor carga de trabajo. Con lo proyectado en su representación cronológica, se logró optimizar la secuencia de actividades y garantizar un seguimiento constante del avance del proyecto, fortaleciendo así la eficiencia en la gestión de los recursos disponibles.

En la

Figura 49 se observa un diagrama de Gantt.

Figura 49 Diagrama de Gantt

Acciones	Quién	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mejorar plazos	LP												
Instrumentar metrología	FG												
Instrumentar autocontrol, línea 1	ML												
Instrumentar autocontrol, línea 2	MC												
Sensibilizar al personal administrativo	CD												
Sensibilizar al personal de producción													

Nota: Florence Guillet Patria

En la

Figura 49 Diagrama de Gantt se aprecia la confección de un diagrama dividida de la siguiente manera: acciones, departamentos (los responsables que cada actividad se cumpla) y una métrica de porcentaje de avance (este dato ayuda a comprender el avance del proyecto en función de tiempo

según el planteamiento). En estas herramientas es importante marcar las actividades que se vayan completando para tomar decisiones en el transcurso del proyecto.

Siguiendo con el mismo autor, los diagramas de Gantt se ejecutan de la siguiente manera:

Etapas

- Retomar las acciones medulares del plan de acción y elaborar el diagrama de Gantt informando las acciones en la columna izquierda y, en la derecha, su duración, cuya estimación se realiza con los responsables de la acción, por supuesto.
- Identificar si ciertas acciones se relacionan entre sí. Por ejemplo, no se podría iniciar el autocontrol hasta que se allá sensibilizado al personal de producción.
- Hacer que el comité de dirección valide la planificación y oficializarlo como referencia del plan de acción (p. 56).

Análisis financiero

Dentro del análisis financiero que se presenta en el apartado de herramienta para el control de la implementación del diseño, las distintas partes que conforma el estudio de la rentabilidad de un proyecto como son el VAN, TIR y Plazo de recuperación. Se brinda la definición de cada concepto además de la formula respectiva para su cálculo.

Valor actual Neto (VAN)

De acuerdo con Chu (2016):

Es un método utilizado para evaluar alternativas de inversión de capital mediante la obtención del valor actual de los flujos de caja futuros que se estima que generará el proyecto, descontando a un costo de oportunidad o tasa de rendimiento requerida. El VAN se basa en las técnicas del flujo de caja descontado, que a su vez se sustenta en el concepto del valor del dinero a través del tiempo (VAN y TIR). (p.223)

La aplicación del Valor Actual Neto (VAN) permitió determinar la viabilidad financiera de implementar el sistema MRP en el entorno operativo de la organización. Mediante esta herramienta se evaluaron los flujos de efectivo esperados frente a la inversión inicial, descontándolos a una tasa de oportunidad representativa del costo del capital. Este análisis facilitó identificar si la propuesta generase valor económico a largo plazo, demostrando la conveniencia de adoptar el sistema desde una perspectiva financiera.

En la

Figura 50 se visualiza la fórmula para el cálculo del VAN.

Figura 50 VAN

Valor actual de los flujos - inversión inicial $I_0 = \text{VAN}$

$$\text{VAN} = \frac{f_1}{(1+i)^1} + \frac{f_2}{(1+i)^2} + \frac{f_3}{(1+i)^3} + \frac{f_4}{(1+i)^4} + \frac{f_5}{(1+i)^5} - I_0$$

$$\text{VAN} = \frac{2.500,00}{(1+0,12)^1} + \frac{2.500,00}{(1+0,12)^2} + \frac{2.500,00}{(1+0,12)^3} + \frac{2.500,00}{(1+0,12)^4} + \frac{2.500,00}{(1+0,12)^5} - 8.000,00$$

$$\text{VAN} = \$ 9.011,94 - \$ 8.000,00$$

$$\text{VAN} = \$ 1.011,94$$

Nota: Manuel Chu

Tasa interna de retorno (TIR)

Chu. M (2016) indica que “es una medida de rentabilidad que depende únicamente de la duración de los flujos de tesorería del proyecto. El TIR hace que el VAN sea igual a 0” (p.229).

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se empleó como complemento al análisis del VAN para medir la rentabilidad del proyecto de implementación del sistema MRP. Este indicador permitió comparar la rentabilidad esperada con la tasa mínima aceptable de rendimiento, evidenciando la eficiencia económica del proyecto. Su cálculo proporcionó una visión clara del potencial de retorno de la inversión, asegurando que la decisión de ejecución se basara en parámetros financieros sólidos y cuantificables. A través de esta herramienta se verificó que la propuesta no solo era técnica y operativamente viable, sino también financieramente sostenible.

En la Figura 51 se observa la fórmula para el cálculo del TIR.

Figura 51 TIR

$$\text{VAN} = -I_0 + \frac{f_1}{(1+\text{TIR})^1} + \frac{f_2}{(1+\text{TIR})^2} + \dots + \frac{f_n}{(1+\text{TIR})^n} = 0$$

Nota: Manuel Chu

Plazo de recuperación (pay back)

Siguiendo con el mismo autor, define el plazo de recuperación como:

Se determina contando el número de años que han de transcurrir para que la acumulación del flujo de caja previsto iguale a la inversión. Cuando los flujos de caja netos son variables, el pay back se determinará acumulando los flujos de caja hasta que la suma se igual al desembolso inicial. Así el número de años transcurridos será el plazo de recuperación, y en el supuesto de que el número de años no sea exacto, procederemos a aproximar todo lo posible. Aquí las inversiones que gozan de preferencia son aquellas cuyo plazo de recuperación esperado es el más corto. (p.227)

El plazo de recuperación (Pay back) fue utilizado como una medida complementaria para evaluar el tiempo requerido para recuperar la inversión inicial destinada a la implementación del sistema MRP. Este análisis permitió estimar el período en que los beneficios netos del proyecto igualarían el diseño realizado, aportando una perspectiva temporal al retorno financiero. Su aplicación fue fundamental para priorizar la eficiencia en la asignación de recursos, destacando la conveniencia de proyectos con menores tiempos de recuperación. De esta manera, se garantizó que la inversión en la mejora del sistema productivo contribuirá rápidamente a la estabilidad y rentabilidad de la operación.

En la Figura 52 se visualiza la fórmula para el cálculo de la variable de plazo de recuperación.

Figura 52 Pay Back

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Flujo de efectivo por periodo}}$$

Nota: Manuel Chu

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo, se describe la metodología de la investigación para analizar el problema y brindar la solución de los objetivos. Mediante las herramientas mencionadas en la sección anterior, sin embargo, en este caso se mostrará el paso a paso de cómo implementarlas y la aplicabilidad de estas en el trabajo. En esta parte de la investigación se verán temas como el enfoque, alcance, diseño, variables, muestra, instrumentos, recolección de datos, métodos de análisis y cronograma.

Enfoque

En la sección del enfoque de investigación se elegirá la línea acorde al trabajo de investigación, los enfoques se dividen en tres tipos diferentes, los cuales son los siguientes:

Cuantitativo

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), el enfoque cuantitativo se “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p.4).

Los mismos autores menciona que “los análisis cuantitativos se interpretan a la luz de las predicciones iniciales (hipótesis) y de estudios previos (teoría)” (p.5).

El trabajo se desarrolló con un enfoque cuantitativo, ya que se representó las diferentes situaciones que se daban en la situación actual con respecto a la problemática en estudio como es la falta de planificación de los servicios de instalación de auto partes. Los estudios previos se fundamentaron con la base de datos que posee la empresa además de las hipótesis planteadas de la problemática que llevaría a la causa raíz del problema.

Cualitativo

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), el enfoque cualitativo “utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (p.7).

El mismo autor menciona que:

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden

desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos (p.7).

El enfoque cualitativo permite comprender en profundidad el comportamiento operativo y organizacional dentro del entorno del servicio de instalación de autopartes. A través de la observación y el análisis de las percepciones del personal técnico y administrativo, fue posible identificar las causas de los retrasos y las deficiencias en el control de inventario. Este método facilitó la formulación de hipótesis y el ajuste de las estrategias de mejora conforme avanzaba el estudio, lo cual resultó esencial para adaptar la propuesta del sistema MRP a la realidad de los procesos internos y garantizar su aplicabilidad práctica.

Mixto

Hernández-Sampieri y Mendoza (2008), citados por Hernández, Fernández y Baptista (2014), describen que el enfoque mixto representa:

Un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (p.534).

El presente trabajo adopta un enfoque cuantitativo, ya que se fundamenta en la recolección y análisis de datos numéricos para evaluar el desempeño logístico de una empresa del sector de autopartes, específicamente en el área de instalación de dichos componentes. A través de indicadores como la demanda, los niveles de inventario, los tiempos de servicio y el cumplimiento de citas, se busca medir de forma objetiva las variables clave que afectan la eficiencia operativa. Este enfoque permite aplicar herramientas estadísticas y técnicas de medición concretas para sustentar el diseño e implementación de un sistema de planificación de requerimientos de materiales (MRP). La interpretación de los resultados se realiza con base en evidencias cuantificables, lo cual garantiza una propuesta técnica basada en datos reales.

Alcance

A continuación, se exponen los cuatro tipos de alcances que existen y su aplicabilidad en el proyecto:

Exploratorio

De acuerdo con los autores Hernández, Fernández, y Baptista (2014), el objetivo del alcance exploratorio es:

Examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas (p.91).

Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, indagar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados (p.91).

El alcance exploratorio fue considerado debido a que la problemática de planificación de materiales en el área de servicios no contaba con antecedentes dentro de la organización. Su aplicabilidad permite familiarizarse con la naturaleza del sistema actual, identificar los puntos críticos de abastecimiento y reconocer oportunidades de mejora. Este tipo de estudio resulta idóneo para establecer una base conceptual que sustentara el diseño del sistema MRP, ya que posibilitó el descubrimiento de variables relevantes, como el flujo de insumos, la coordinación con los proveedores y los tiempos de respuesta en el servicio.

Descriptivo

Hernández, Fernández, y Baptista (2014) explican que los estudios descriptivos buscan:

Especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas (p.92).

En esta clase de estudios el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (qué conceptos, variables, componentes, entre otros.) y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos) (pp.92).

El enfoque descriptivo se utiliza para caracterizar los procesos operativos y los recursos involucrados en la instalación de autopartes. A través de la recopilación de datos sobre tiempos de atención, consumo de materiales y frecuencia de servicios, con esto se logra definir el comportamiento actual de las operaciones. Esta descripción permite cuantificar la demanda interna de insumos y detallar los perfiles de cada proceso, lo cual fue se consideraría para estructurar las listas de materiales y órdenes de trabajo dentro del sistema MRP propuesto.

Correlacional

A continuación, los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que:

Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables (p.93).

La utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a partir del valor que poseen en las variables relacionadas (p.94).

El método correlacional es posible emplearlo para analizar la relación entre variables clave, como la demanda de servicios, el nivel de inventario y los tiempos de entrega. Este análisis permite determinar cómo la variación de una de ellas afectaba el desempeño general del proceso, aportando información valiosa para la programación de requerimientos de materiales. De acuerdo a este enfoque, se podría evidenciar la dependencia existente entre la planificación de los recursos y la eficiencia operativa, lo que respaldó el diseño de un modelo MRP ajustado a las condiciones reales de la organización.

Explicativo

En cuanto a este enfoque, los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) explican que el alcance explicativo va dirigido a:

Responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. 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 (p.95).

El alcance de esta investigación es de tipo explicativo, ya que no solo busca describir el funcionamiento actual del área de instalación de autopartes en la empresa, sino también analizar las relaciones causales entre las variables logísticas que afectan su desempeño. A través del estudio de la demanda, los niveles de inventario, los tiempos de servicio y la programación de requerimientos, se pretende identificar los factores que inciden en las ineficiencias operativas.

Diseño

El enfoque de la investigación se divide en dos tipos diferentes de diseño (experimental y no experimental), los cuales se subdividen en otros dos tipos de diseños no experimentales mencionados, a continuación:

Experimental

Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que “los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (p.130).

El mismo autor menciona los tres requisitos para un diseño experimental:

- El primer requisito es la manipulación intencional de una o más variables independientes. La variable independiente es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente, y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente (consecuente). Cabe destacar que el investigador puede incluir en su estudio dos o más variables independientes o dependientes. Cuando en realidad existe una relación causal entre una variable independiente y una dependiente, al variar intencionalmente la primera, la segunda también variará; por ejemplo, si la motivación es causa de la productividad, al variar la motivación deberá variar la productividad.

- El segundo requisito consiste en medir el efecto que la variable independiente tiene en la variable dependiente. Esto es igualmente importante y como en la variable dependiente se observa el efecto, la medición debe ser adecuada, válida y confiable.
- El tercer requisito es el control o la validez interna de la situación experimental. El término “control” tiene diversas connotaciones. Sin embargo, su acepción más común es que, si en el experimento se observa que una o más variables independientes hacen variar a las dependientes, la variación de estas últimas se debe a la manipulación de las primeras y no a otros factores o causas; y si se observa que una o más independientes no tienen un efecto sobre las dependientes, se puede estar seguro de ello. Es decir, saber qué está ocurriendo realmente con la relación entre las variables independientes y las dependientes. (pp.130 -135)

El diseño experimental se comprende como un enfoque en el que el investigador manipula deliberadamente una o más variables independientes para observar el efecto que sobre las variables dependientes. Su propósito principal es establecer relaciones causales directas entre los fenómenos estudiados, bajo condiciones controladas que permitan verificar hipótesis específicas. Este tipo de diseño requiere un control riguroso del entorno y la posibilidad de intervenir en las condiciones del objeto de estudio. En el caso de la presente investigación, este diseño no fue considerado adecuado debido a que el proyecto se desarrolló en un entorno real de trabajo, donde no era posible manipular las variables operativas ni intervenir directamente en los procesos de la empresa. El objetivo se centró en analizar la situación actual y proponer mejoras sin alterar las condiciones existentes, por lo que un diseño experimental no resultaba relevante para el alcance planteado.

No experimental

En cuanto a este, los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) exponen que un diseño 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 investigación 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. (p.152)

El diseño no experimental se caracteriza por observar los fenómenos tal y como se presentan en su entorno natural, sin manipular deliberadamente las variables involucradas. En este caso, la

investigación se limitó a analizar los procesos y resultados existentes dentro de la empresa, interpretando las relaciones entre los elementos observados sin intervenir directamente en ellos. Este enfoque fue relevante, ya que el propósito del estudio consistió en examinar la situación actual y proponer mejoras basadas en la evidencia obtenida, sin alterar las condiciones reales de operación.

El diseño no experimental se divide en dos tipos que se definen, a continuación:

Transaccional

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen el diseño transaccional como:

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único Liu (2008) y Tucker (2004) citado por Hernández, Fernández, y Baptista (2014). Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede. Por ejemplo: 1. Medir las percepciones y actitudes de mujeres jóvenes (18-25 años) que fueron abusadas sexualmente en el último mes en una urbe latinoamericana. 2. Evaluar el estado de los edificios de un barrio o una colonia, después de un terremoto. 3. Analizar el efecto que sobre la estabilidad emocional de un grupo de personas provocó en lo inmediato un acto terrorista (como el atentado del maratón de Boston en abril de 2013). 4. El estudio de Lee y Guerin (2009) citado por Hernández, Fernández, y Baptista (2014) para identificar si la satisfacción respecto a la calidad del diseño ambiental del interior de áreas de trabajo u oficinas afecta significativamente la satisfacción general del espacio de trabajo por parte de sus ocupantes y su desempeño laboral, en un momento específico. (p.154)

El diseño transaccional, también conocido como transversal, implica la recolección de datos en un solo momento con el fin de describir y analizar las condiciones presentes en una situación determinada. Su aplicación en la investigación permitió obtener una “fotografía” precisa del funcionamiento actual de los procesos operativos y administrativos de la empresa, facilitando la identificación de problemáticas, oportunidades de mejora y relaciones significativas entre las variables estudiadas. Este tipo de diseño fue idóneo para diagnosticar el estado actual del sistema y sustentar las propuestas de optimización desarrolladas.

Longitudinal

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) explican que los diseños longitudinales “recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos generalmente se especifican de antemano” (p.139).

Siguiendo con los autores anteriores, mencionan que:

Los diseños longitudinales se fundamentan en hipótesis de diferencia de grupos, correlacionales y causales. Estos diseños recolectan datos sobre categorías, sucesos, comunidades, contextos, variables o sus relaciones, en dos o más momentos, para evaluar el cambio en éstas. Ya sea al tomar a una población (diseños de tendencia), a una subpoblación (diseños de análisis evolutivo de un grupo o cohorte) o a los mismos casos o participantes (diseños panel). (p.162)

El diseño longitudinal se caracteriza por recolectar información en distintos momentos o periodos con el propósito de analizar los cambios y las variaciones que ocurren a lo largo del tiempo en las variables observadas. Este tipo de diseño permite identificar tendencias, comportamientos evolutivos y efectos causales entre los elementos del estudio, lo que resulta especialmente útil en investigaciones que se desarrollan a mediano o largo plazo.

Sin embargo, en la presente investigación no fue aplicable, ya que el período asignado para la ejecución del trabajo corresponde únicamente a diez semanas. Este lapso no permite realizar mediciones en diferentes momentos ni observar variaciones temporales significativas. Por tal motivo, se optó por un diseño de tipo transaccional, que permitió obtener una visión clara del estado actual de la empresa dentro del tiempo disponible para el desarrollo de la tesis.

El diseño metodológico de esta investigación es no experimental de tipo transeccional, ya que no se manipulan variables de manera deliberada, sino que se observa y analiza la realidad tal como ocurre en el área de instalación de autopartes de la empresa. La recolección de datos se realiza en un único momento del tiempo, con el fin de describir el funcionamiento actual del sistema logístico y proponer, a partir de esa base, la implementación de un modelo MRP que responda a las necesidades detectadas.

Variables

Las diferentes variables que se han tomado para el desarrollo del proyecto son consideradas para proponer el diseño de sistema de requerimiento de materiales para la sección de servicio de instalación de autopartes, por lo que se determina su variable en referencia a los objetivos específicos; también los conceptos, operacional e instrumental para cada una de ellas.

En la Tabla 1 se muestra las variables para cada objetivo específico.

Tabla 1 Variables

Objetivos específicos	Variables	Conceptual	Operacional	Instrumental
Describir el problema de ineficiencia en la prestación del servicio de instalación de autopartes en la empresa High Light Store.	Tasa de cumplimiento de citas programadas	La tasa de cumplimiento define el porcentaje de la demanda de pedidos de clientes que se satisface, el nivel de servicio define la probabilidad de no agotar existencias durante un ciclo de pedidos. (Vaiana, 2021, pp. 3)	Tasa de cumplimiento = $\frac{\text{Número de citas cumplidas en tiempo/ total de citas programadas}}{\text{total de citas programadas}} \times 100$	Boletas de servicio
Medir la afectación en los retrasos de servicios de instalación de autopartes.	Demanda independiente	Es el proceso de entender la demanda de los consumidores hacia un producto o servicio en un mercado objetivo. Las técnicas de análisis se utilizan para abrir camino a un mercado exitosamente y generar los resultados esperados. (Torres, 2024, pp.2)	Promedio móvil = $\frac{\sum \text{demanda de los } n \text{ periodos anteriores}}{n}$	Programa de facturación de la empresa

Objetivos específicos	Variables	Conceptual	Operacional	Instrumental
Analizar las causas que originan las ineficiencias en el proceso de instalación de autopartes.	Lead time	Hace referencia al tiempo que discurre desde que se genera una orden de pedido a un proveedor hasta que se entrega la mercancía de ese proveedor al cliente (puede ser un particular o una tienda). El manejo de este concepto es fundamental para la organización de todos los procesos a lo largo de toda la cadena de suministro. (Carrillo, 2019, pp.1)	Lead time = fecha de entrega - fecha de pedido	Fechas de pedidos anteriores contra reabastecimientos
Diseñar un sistema de requerimiento de materiales que optimice el reabastecimiento de insumos para los servicios de instalación en High Light Store.	Tiempo promedio de reabastecimiento.	Mide el lapso que transcurre entre la solicitud de materiales y su recepción en bodega. (Nelsen, 2017, p.147)	Tiempo = Fecha de recepción - Fecha de solicitud	Bitácoras de pedidos, registros de entrada de materiales
Establecer los indicadores de control para para la implementación del diseño de un sistema de	Indicadores de control para el diseño	Mide el porcentaje de indicadores clave de desempeño (KPIs) alcanzados según lo definido para el MRP. (Nelsen, 2017, p.240)	Porcentaje de control del diseño MRP = $\frac{\text{KPIs alcanzados}}{\text{Total de KPIs establecidos}} \times 100$	Tabla de indicadores para el diseño.

Objetivos específicos	Variables	Conceptual	Operacional	Instrumental
requerimiento de materiales.				

Nota: Peña Hurtado Jorge

En la **Tabla 1 Variables** se puede apreciar los distintos apartados, los cuales son objetivos, variables, conceptos, fórmulas e instrumental. En dicha tabla se visualizan los objetivos planteados para el proyecto, que reflejan una variable acorde a ellos para realizar la recolección de datos que brindarán un panorama de los puntos de mayor importancia a desarrollar y profundizar. Se considera las variables acordes a la necesidad del proyecto.

Muestra

Para el diseño de la muestra en esta investigación orientada a la planificación de requerimientos de materiales (MRP), se parte de los indicadores clave relacionados con la operación logística en el área de instalación de autopartes. Este apartado detalla la unidad de análisis, el tipo de muestra a utilizar, así como la fórmula correspondiente para su determinación, asegurando una base cuantitativa sólida para evaluar el comportamiento del sistema propuesto en función de los objetivos específicos planteados.

En la Tabla 2 se aprecia información sobre las muestras.

Tabla 2 Muestra

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
Porcentaje de tasa de cumplimiento de citas programadas	Poblacional	Citas programadas	Registro de las citas programadas durante 8 semanas.
Porcentaje de demanda histórica	Poblacional	Productos	Registro de la cantidad demandada por producto durante 8 semanas
Porcentaje de lead time	Poblacional	Producto	Registro del tiempo real transcurrido desde la solicitud hasta la entrega durante 8 semanas
Porcentaje de tiempo promedio de reabastecimiento	Poblacional	Horas	Registro del promedio de la cantidad de tiempo de

			reabastecimiento durante 8 semanas
Porcentaje de cumplimiento de los KPI'S	Poblacional	Cumplimiento	Registro de la tasa de cumplimiento de los parámetros planificados durante 8 semanas

En la **Tabla 2 Muestra** se observan las unidades de muestreo que se emplean para el desarrollo del trabajo final de graduación. En la tabla se mencionan cuatro apartados que son los indicadores, tipo de muestra, unidades de muestreo y fórmula. Cada apartado de esta sección muestra los horizontes de tiempo que se tomará en cuenta para las muestras además del tipo de la información por recolectar.

Instrumentos

Para llevar a cabo la recolección de datos en esta investigación, se seleccionaron instrumentos que permiten obtener información precisa y confiable, en correspondencia con los indicadores definidos y los objetivos específicos del estudio. Estos instrumentos están orientados tanto a recopilar datos históricos como a registrar variables operativas actuales, tales como cumplimiento de citas, niveles de inventario y tiempos de entrega. Su aplicación facilita el análisis cuantitativo necesario para evaluar la viabilidad y efectividad de la implementación del sistema MRP propuesto.

En la Tabla 3 Instrumentos se visualizan los seleccionados.

Tabla 3 Instrumentos

Indicador	Instrumento	Recurso requerido
Porcentaje de tasa de cumplimiento de citas programadas	Hoja de comprobación	Herramienta Exel y Word
Porcentaje de demanda histórica	Hoja de comprobación	Herramienta Exel, Word y Sistema de Inventario
Porcentaje de lead time	Hoja de comprobación Lista de materiales	Herramienta Exel y Word
Porcentaje de tiempo promedio de reabastecimiento	Hoja de comprobación Lista de chequeo	Herramienta Exel, Word y Sistema de Inventario
Porcentaje de cumplimiento de los KPI'S	Hoja de comprobación Encuestas	Herramienta Exel y Word

Nota: Peña Hurtado Jorge

En la **Tabla 3 Instrumentos** se aprecia una tabla con el siguiente contenido: indicadores, instrumentos y recursos requeridos. En cada sección está compuesta por lo que indica el título, la importancia de este apartado es las distintas herramientas que serán utilizadas para completar la recolección de datos para cada indicador.

Recolección de Datos

La recolección de datos en esta investigación se orienta a obtener información precisa y confiable que permita evaluar el comportamiento actual del sistema logístico y operacional en el área de instalación de autopartes. Para ello, se utilizarán registros internos de la empresa, tales como historiales de citas programadas, niveles de inventario, tiempos de respuesta, órdenes de instalación y reportes de cumplimiento. Esta información servirá como base para calcular los indicadores definidos en función de los objetivos específicos del proyecto y para sustentar técnicamente la propuesta de implementación del sistema MRP.

En la

Tabla 4 se presenta la recolección de datos para el proyecto.

Tabla 4 Recolección de datos

Indicador	Fuente de los datos	Metodología de recolección de datos	Beneficios esperados
Porcentaje de tasa de cumplimiento de citas programadas	Registro de citas programadas y realizadas en el sistema de agendamiento	Consultar semanalmente el sistema de citas e identificar cuántas se cumplieron en tiempo. Transcribir los datos a una hoja de recolección	Determinar el porcentaje de cumplimiento del servicio de instalación en el período de análisis
Porcentaje de demanda histórica	Historial de pedidos y consumo de autopartes registrado en el sistema de ventas	Obtener los registros históricos de demanda mensual por producto. Transcribir los datos a una hoja de cálculo	Conocer el comportamiento de la demanda pasada para alimentar el sistema MRP y mejorar la planificación de insumos
Porcentaje de lead time	Registros de órdenes de instalación desde su programación hasta su ejecución	Medir semanalmente el tiempo transcurrido entre la solicitud y la finalización del	Identificar retrasos o cuellos de botella en el proceso de instalación para optimizar el

Indicador	Fuente de los datos	Metodología de recolección de datos	Beneficios esperados
		servicio. Registrar cada caso	cronograma operativo
Porcentaje de tiempo promedio de reabastecimiento	Informes de bodega y bitácoras de solicitud y entrega de insumos	Revisar semanalmente los ciclos de reabastecimiento y calcular el tiempo entre la solicitud y la llegada del material. Registrar resultados en hoja de comprobación	Evaluar si el nuevo diseño del sistema MRP logra reducir el tiempo de reabastecimiento, permitiendo una atención más ágil de los servicios.
Porcentaje de cumplimiento de los KPI'S	Checklist de indicadores clave del sistema, cronogramas del MRP y reportes de cumplimiento	Verificar semanalmente el cumplimiento de los KPI'S definidos en el sistema MRP. Registrar cuántos se alcanzaron vs. cuántos estaban programados.	Determinar si los indicadores de desempeño muestran que el sistema MRP está funcionando correctamente y cumpliendo los parámetros de eficiencia establecidos.

Nota: Peña Hurtado Jorge

En la

Tabla 4 Recolección de datos se representa cuáles son los métodos para llevar a cabo la tarea de este apartado además de qué herramientas se utilizarán. En la tabla se habla de los beneficios esperados al hacer uso de las herramientas con los diferentes indicadores que se presentan en ese apartado.

Métodos de Análisis

Para interpretar los datos recolectados y dar respuesta a los objetivos específicos de esta investigación, se utilizarán métodos de análisis cuantitativos orientados a evaluar el comportamiento logístico y operacional de la empresa. A través de cálculos estadísticos, medición de indicadores clave y comparación entre registros históricos y actuales, se busca identificar patrones, niveles de desempeño y oportunidades de mejora en la planificación de requerimientos de materiales. Este análisis permitirá validar la viabilidad del sistema MRP propuesto y sustentar técnicamente las recomendaciones para su implementación.

En la Tabla 5 se muestra los métodos de análisis.

Tabla 5 Métodos de análisis

Indicador	Análisis a realizar	Programa	Uso
Porcentaje de tasa de cumplimiento de citas programadas	Calcular el porcentaje de citas cumplidas en tiempo versus el total de citas programadas. Realizar gráfico comparativo semanal para observar tendencias.	Excel	Identificar el nivel de cumplimiento del servicio y determinar si existen retrasos recurrentes en la atención al cliente.
Porcentaje de demanda histórica	Comparar la demanda mensual registrada con la demanda estimada. Analizar la variación de la demanda por tipo de autoparte	Excel	Estimar con mayor precisión los requerimientos de materiales y alimentar el sistema MRP con datos de comportamiento real
Porcentaje de lead time	Calcular el tiempo promedio entre la solicitud y la ejecución de la instalación. Representar los resultados en una gráfica de barras comparativa	Excel	Medir el desempeño operativo y detectar puntos críticos en el flujo del servicio que afecten la planificación de recursos
Porcentaje de tiempo promedio de reabastecimiento	Calcular el porcentaje de ciclos de reabastecimiento completados en tiempo y sin generar faltantes. Representar los resultados en gráficos semanales para identificar eficiencia del sistema.	Excel	Evaluar la efectividad del diseño del sistema de requerimiento de materiales y su capacidad para mantener el flujo continuo de insumos.
Porcentaje de cumplimiento de los KPI'S	Análisis porcentual basado en la comparación entre los KPI'S establecidos y los realmente alcanzados en un periodo de evaluación.	Excel	Verificar si el sistema implementado está garantizando la disponibilidad de materiales para cumplir con los servicios planificados sin interrupciones

En la **Tabla 5 Métodos de análisis** se observa los indicadores planteados para los objetivos específicos, en la sección de análisis a realizar se menciona los procedimientos que se llevarán a

cabo con los datos recolectados, en la sección de programa se utilizará el Excel para realizar distintos estudios y por último los usos que son el propósito del análisis que se realizó previamente para el trabajo.

El apartado de métodos de análisis donde la tabla actúa como un puente entre los resultados obtenidos y las recomendaciones propuestas, ya que el análisis adecuado de los datos permite sustentar decisiones basadas en evidencia. De esta manera, se asegura que las soluciones planteadas estén alineadas a la implementación del diseño de un sistema de requerimiento de materiales. Su inclusión brinda estructura y rigor metodológico al estudio, garantizando que los indicadores definidos no solo se midan, sino que también se analizan con técnicas apropiadas según su naturaleza.

Cronograma

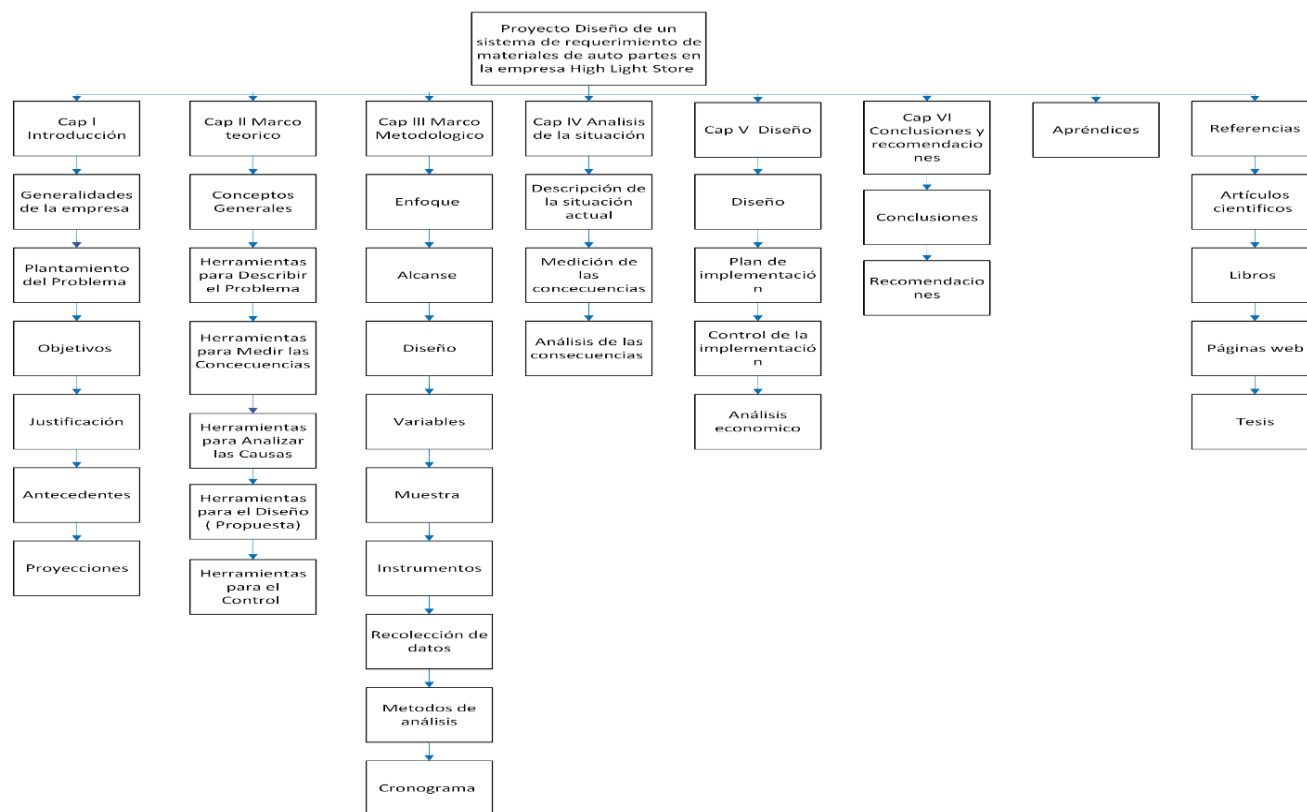
El presente apartado detalla la planificación temporal del desarrollo del Trabajo Final de Graduación (TFG). En primer lugar, se presenta la estructura general del documento, la cual organiza los capítulos y apartados que lo componen, permitiendo visualizar de forma clara su construcción lógica. Posteriormente, se incluye un diagrama de Gantt que refleja las actividades, entregables y fechas estimadas para cada etapa del proyecto, desde la fase de investigación y recolección de datos hasta la elaboración, revisión y entrega final del informe. Esta planificación permite gestionar adecuadamente el tiempo, garantizar el cumplimiento de los objetivos y asegurar una ejecución ordenada del trabajo.

Estructura del Trabajo Final de Graduación

En la imagen a continuación se podrá visualizar los distintos apartados del TFG, estos están conformados por: capítulo I, capítulo II, capítulo III, capítulo IV, capítulo V, capítulo VI, apéndices y referencias. En las secciones anteriores, están conformadas por distintos subtítulos que hacen de esqueleto de cada capítulo además le da un sentido al trabajo en curso. Es importante validar y entender las labores que se realizan, de ahí viene el uso de esta herramienta.

En la Figura 53 se aprecia la conformación del TFG.

Figura 53 Estructura del TFG



Nota: Peña Hurtado Jorge

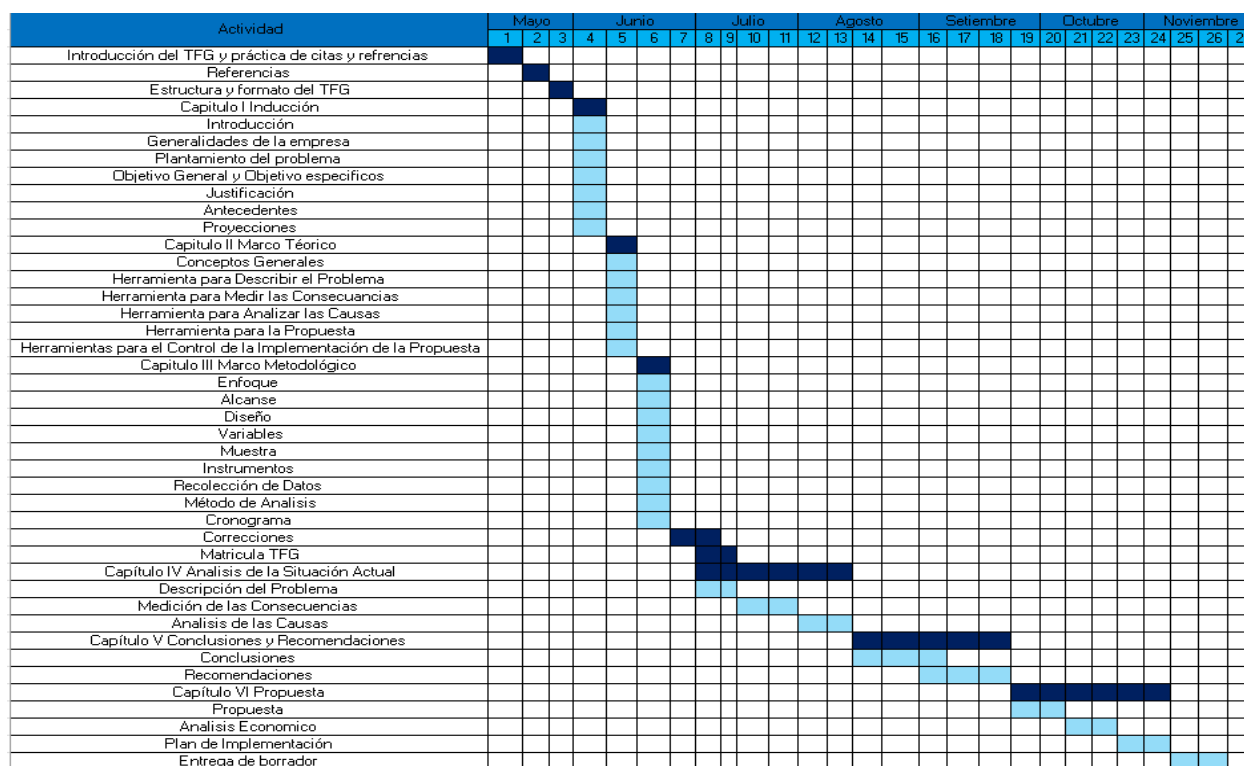
En la **Figura 53 Estructura del TFG** se observa un diagrama que muestra toda la composición del trabajo final de graduación, es importante el nivel de entendimiento para el lector como para la persona que realiza el proyecto, los procesos además de los subprocesos que contiene las distintas tareas a realizar durante el desarrollo de un trabajo de este tipo o proyectos en general. Una herramienta visual es la que se aprecia en la imagen.

Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta fundamental para la gestión del tiempo en el desarrollo del proyecto final de graduación, ya que permite visualizar de forma clara y ordenada las actividades y entregables a lo largo del cronograma establecido. Su utilidad radica en facilitar el seguimiento del progreso, identificar retrasos y tomar decisiones correctivas a tiempo. Además, mejora la planificación, distribución de tareas y priorización de fases clave del trabajo. Entre sus principales ventajas se destacan la claridad visual, el control del avance y la posibilidad de optimizar recursos y esfuerzos. Mediante la herramienta Gantt, el proyecto puede ejecutarse de manera más eficiente y organizada.

En la Figura 54 se muestra el diagrama del TFG.

Figura 54 Diagrama de Gantt



Nota: Peña Hurtado Jorge

En la **Figura 54 Diagrama de Gantt** se muestra la herramienta en uso, en función a las actividades que se deben de realizar a lo largo del trabajo final de graduación. La ilustración ayuda a ver las líneas de tiempo con respecto a las actividades realizadas durante el avance del proyecto, la función de dicha gráfica es mostrar el avance de este respectivo trámite para el requisito que es la tesis para el bachillerato.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

En la sección de capítulo IV donde se lleva a cabo el proceso del análisis de la situación actual en la empresa High Light Store. En esta parte del trabajo final de graduación se desarrollará los apartados de descripción del problema en la cual se evidencia el problema raíz de la organización que les obstaculiza en la implementación del sistema, posteriormente esta la medición de las consecuencias, en la cual se evidencia las malas prácticas del problema raíz que se planteó y por último el análisis de las causas que evidencian el porqué de la situación actual.

Se desarrolla las herramientas preseleccionadas en el Marco Teórico para su previa explicación acerca de los resultados. Cabe destacar que los datos que se utilizaron para el abastecimiento de cada estudio fueron a partir del mes de agosto del 2025 hasta diciembre del 2025. Este trabajo permite dimensionar las consecuencias de la falta de un sistema estructurado de gestión de materiales e identificar las oportunidades de mejora.

Descripción del Problema

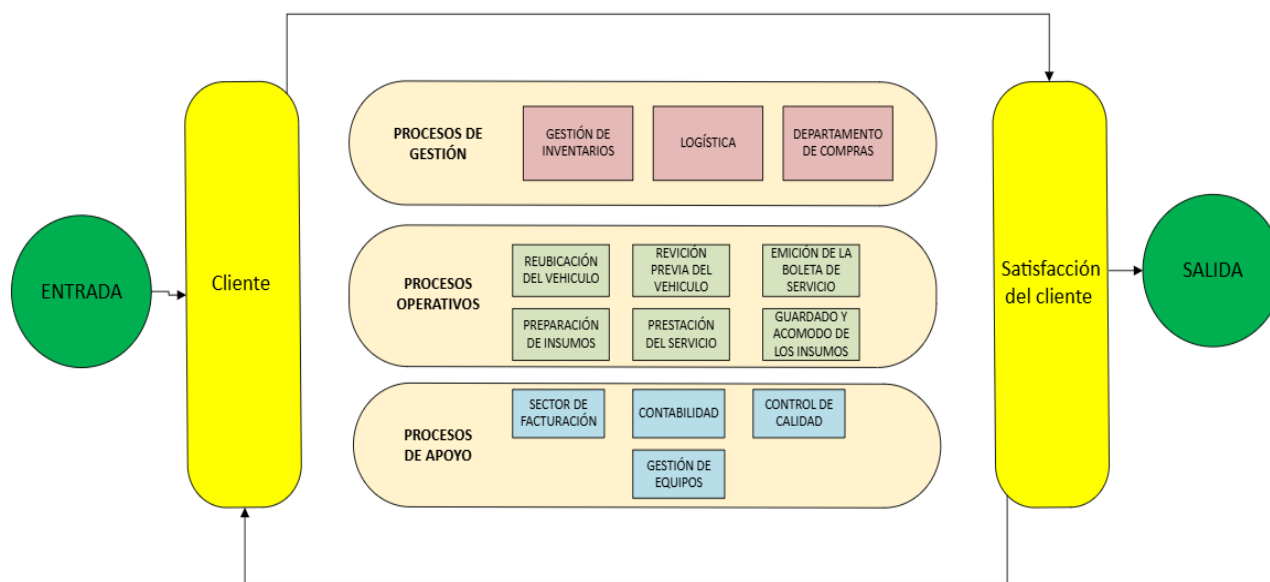
En el apartado descripción del problema, constituye un paso esencial en el desarrollo del presente trabajo, ya que permite identificar, comprender y delimitar las causas que afectan el desempeño de los procesos en estudio. Para ello, se emplearán herramientas de análisis propias de la ingeniería industrial, como el diagrama de procesos, análisis FODA, SIPOC y la metodología 5W y 2H, los cuales facilitarán la detección de las principales deficiencias, su priorización y la caracterización detallada de las actividades involucradas. Este enfoque sistemático permitirá establecer una base sólida para la propuesta de mejoras, orientada a incrementar la eficiencia y la efectividad del sistema actual.

Mapeo de Procesos

En la

Figura 55, se aprecia los procesos que forman parte de la gestión, procesos operativos y procesos de apoyo. Este mapeo constituye a una mejor comprensión de los procesos prioritarios además de los colaborativos que influye en la persona que es atendida y la satisfacción del cliente. La representación de las entradas y salidas de un servicio son difíciles de previsualizar, por este motivo se escogió la herramienta.

Figura 55 Mapeo de Procesos



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la

Figura 55 Mapeo de Procesos se puede evidenciar las entradas y salidas del proceso de instalación de auto partes. El mapeo se divide en 5 categorías las cuales son el cliente, procesos de gestión, procesos operativos, procesos de apoyo y la satisfacción del cliente. En la parte de gestión de los inventarios, logística y departamento de compras son los ejes para el abastecimiento de la empresa ya que se encarga de monitorear la actividad de las ventas, además, la cantidad de servicios prestados.

Por su parte, los procesos operativos están directamente relacionados con la prestación de servicios de instalación de auto partes y la venta. En los procesos se destacan 6 áreas principales:

- **Reubicación del vehículo:** consiste en el traslado del vehículo que se encuentra parqueado en el exterior del negocio hacia la zona de trabajo. Este procedimiento se da ya que previo

a las instalaciones o revisiones de auto partes se realiza la atención al cliente y se les da voz a las necesidades de este. Cabe destacar la capacidad del taller de instalaciones que es para dos vehículos tipo SUV (vehículo utilitario deportivo).

- **Revisión previa del vehículo:** la revisión previa del vehículo se lleva a cabo por el técnico de instalación que según su disponibilidad puede variar entre 2 operarios. Este proceso es indispensable ya que previene averías sin identificar alrededor del área del vehículo que se desea trabajar, la falta de estas medidas puede ocasionar un descontento en la satisfacción al cliente y una mala instalación por parte del técnico.
- **Emisión de la boleta de servicio:** las boletas de servicios son indispensables en la cadena de prestación del servicio ya que les indica a los técnicos en instalación las distintas piezas que van a trabajar y los insumos necesarios para llevar la tarea a cabo. La emisión de esta boleta se da previo a la facturación y atención al cliente que se le brinda al mismo para tener una transparencia en el proceso, además de la aclaración de dudas de los artículos que está consumiendo de igual manera en la instalación.
- **Preparación de insumos:** la preparación de los insumos se lleva a cabo previo a la emisión de la boleta de servicio, los tiempos de anticipación que poseen para realizar esta tarea depende de la forma en la que se atendió al cliente, ya que hay dos flujos que permiten tener acceso a los servicios de instalación. Los accesos varían por medio del sistema de citas previas o el servicio puro que se da cuando es el cliente asiste al local para cumplir con su necesidad.
- **Prestación de servicios:** la prestación de servicios se lleva a cabo cuando el técnico de instalación se realiza la tarea designada, que consiste en trabajos de mecánica. Los trabajos varían según la cantidad o naturaleza de la instalación, además de la auto parte, esto supone que los trabajos van desde carácter eléctrico, carrocería o mecánico. Se dispone de insumos, herramientas y carritos móviles para realizar las labores.
- **Guardado y acomodo de las herramientas:** una vez realizadas las tareas agendadas los colaboradores deben despejar el área donde se realiza los servicios de instalación para evitar accidentes con otros miembros de la empresa o posibles daños a terceros (los cuales puede incluir los autos). Este proceso se lleva a cabo para tener un orden en sus áreas de trabajo como con sus herramientas además que evita posibles extravíos.

Los procesos de apoyo son aquellos que cumplen con la función de respaldo a las operaciones prioritarias como son los operativas los cuales ayudan a dar un cierre al ciclo de la actividad de

compra de auto partes, servicio de instalación y concluyendo en la satisfacción del cliente. Los procesos mencionados son los siguientes:

- **Sector de facturación:** este proceso se puede realizar de dos formas, esto queda sujeto al tipo de cliente que ingresa ya que en un inicio se recibe al cliente y se dan todas las pautas para realizar el cobro además de la facturación, pero existen dos biotipos de clientes. Los clientes que realizan el proceso de forma lineal y el otro caso es cuando deciden supervisar la instalación que se le realiza a su vehículo para que a la hora de finalizar la tarea dirigirse a cajas para cancelar el monto correspondiente.
- **Contabilidad:** el proceso de contabilidad se lleva a cabo por medio del trabajo en conjunto con el encargado de la tienda y el contador de la empresa. El procedimiento consiste en el uso del sistema para el registro de las cantidades de materia prima se movió, además de las entradas y salidas de caja fueron efectuadas. El correcto funcionamiento del proceso de contabilidad permite la legitimidad del negocio además de los reportes a las instituciones regulatorias.
- **Control de calidad:** en el caso de los controles de calidad se da por medio del encargado de tienda o mejor conocido como gerente, este se encarga de la supervisión del trabajo de los técnicos de instalación. El control se basa en una correcta instalación de la pieza correspondiente, funcionalidad y satisfacción del cliente con respecto a los acabados del componente.
- **Gestión de equipos:** la gestión de equipos es parecido al proceso de preparación de insumos, pero con la gran diferencia de que es la verificación de la funcionalidad de esos insumos y las posibles consecuencias que puede causar a partir de un mal mantenimiento, por ende, se solicita su recambio o la correcta preservación de la herramienta necesaria para llevar a cabo el proceso de instalación de la auto parte solicitada.

Estadística

En la sección de estadística se busca explicar textualmente como cuantitativamente el problema en estudio, las afectaciones que genera las causas con asociadas a la falta de planificación en la empresa y representaciones de los datos reflejados según la situación actual. En la Tabla 6 se representan los datos recolectados del nivel de citas por mes, esta recolección refleja los meses de junio, julio y agosto. En el estudio se tomó en cuenta los dos horarios que existen que son los de

la mañana y tarde ya que se dan un descanso en el almuerzo, esto supone la necesidad de fraccionarlo.

En la Tabla 6 se visualizan los datos mencionados, refiérase a ella para un mejor entendimiento.

Tabla 6 Nivel de Citas por Mes

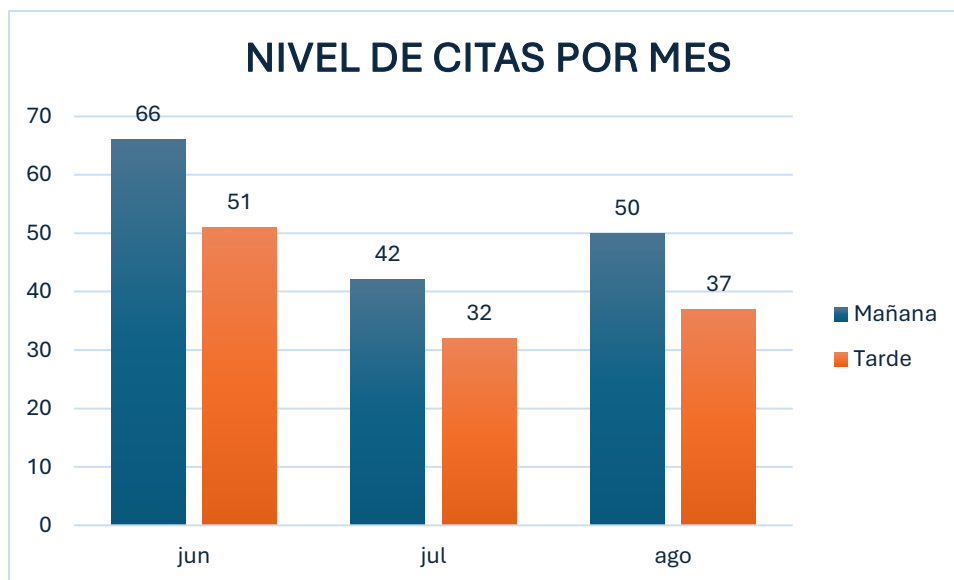
Cuenta de Meses (Fecha)	Mañana	Tarde	Total General
Junio	66	51	117
Julio	42	32	74
Agosto	50	37	87
Total General	158	120	278

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 6 Nivel de Citas por Mes**, se visualiza los datos recolectados en un periodo de 3 meses, se realizó con el fin de comprender el nivel de las citas agendadas por parte de la empresa, además de su afectación en el nivel de ventas en un periodo trimestral. El sistema es manual con variaciones por el medio de comunicación que es vía redes sociales como puede ser contacto directo mediante el número personal de la tienda o las distintas redes sociales que posee el encargado del área de instalación.

En la Figura 56 se visualiza de manera gráfica los datos de la tabla anterior.

Figura 56 Gráfico de Nivel de Citas por Mes



Nota: Tabla 6 Nivel de Citas por Mes

En la **Figura 56 Gráfico de Nivel de Citas por Mes** se visualizan los datos repartidos por los distintos 3 meses, además del horario en donde se agendaron, los datos suponen la subida de actividad en el mes de junio durante los horarios diurnos con una incidencia del 66/108 de las citas totales en ese punto del día. La importancia de la representación de las citas es comprobar una posible aumento o disminución de su actividad con la implementación de un sistema de requerimiento de materiales además de tiempos estándar de servicio.

En la

Tabla 7 se observa el nivel de reprogramaciones y cancelación de citas durante 3 meses.

Tabla 7 Cumplimiento de citas por mes

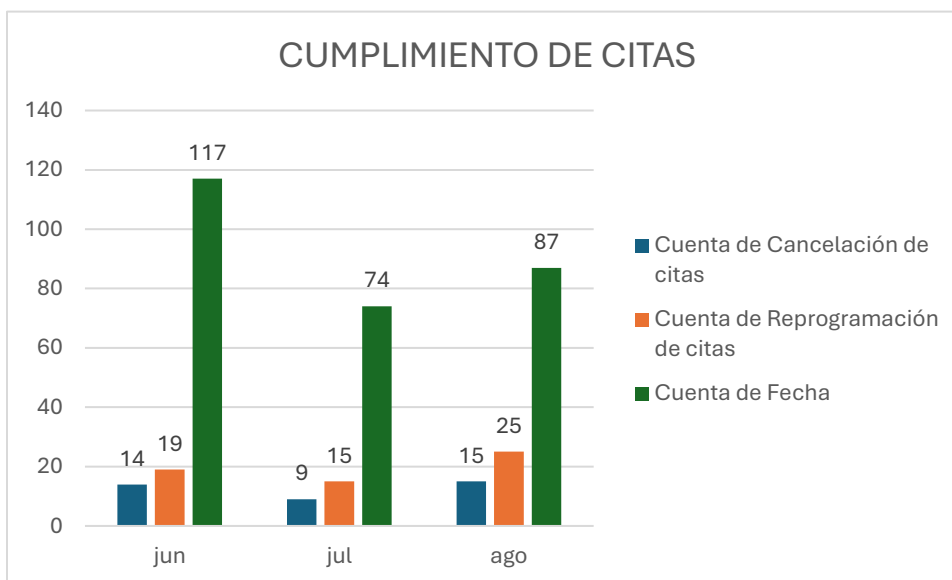
Cuenta de Meses (Fecha)	Cancelación	Reprogramación	Total General
Junio	14	19	117
Julio	9	15	74
Agosto	15	25	87
Total General	39	59*	278

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la

Tabla 7 Cumplimiento de citas por mes se muestra los datos recopilados durante un periodo trimestral, la recolección se hizo mediante la bitácora de citas agendadas por parte del encargado que organiza las actividades del departamento de instalación de auto partes. Se visualiza la cantidad de citas programadas que corresponde a un total de 278 de las cuales, se cancelaron 39 y se planteó la reprogramación de 59 citas por distintos factores.

En la Figura 57 se visualiza la cantidad de citas canceladas y reprogramadas contra el total de citas agendadas.

Figura 57 Gráfico de cumplimiento de citas

Nota: Tabla 7 cumplimiento de citas por mes

En la **Figura 57 Gráfico de cumplimiento de citas** se observa que, en cuanto a las cancelaciones, estas se mantuvieron en un rango relativamente estable, oscilando entre 9 y 15 casos, lo que sugiere un comportamiento controlado. No obstante, la reprogramación de citas mostró un aumento relevante en agosto, alcanzando un total de 25 casos, lo cual representa un factor de inestabilidad en la planificación, ya que obliga a la empresa a realizar ajustes operativos no previstos, generando ineficiencias en la utilización de los recursos. De esta manera, el gráfico no solo refleja el nivel de cumplimiento de los clientes, sino también la capacidad de la organización para responder ante la variabilidad de la demanda de servicios.

Este análisis adquiere relevancia al relacionarlo con la gestión de inventarios, durante el estudio se encontró una gran barrera relacionado con la centralización de esfuerzos, esta estaba relacionada con la variedad de productos con la que cuenta la empresa. Ante a la situación planteada, se optó por realizar un análisis ABC de productos, el cual se llevó a cabo por medio de las ventas reflejadas en un periodo trimestral. A continuación, se explica la situación actual:

En la empresa High Light Store cuentan con una gama de más de 1130 artículos en los cuales tiene más de 140 familias que pueden cumplir con las necesidades en el área de accesorios, repuestos entre otros. Para efectos del trabajo se decidió que era óptimo el uso de un análisis ABC de los productos que se vendieron en un periodo de 3 meses, esto con el fin de centralizar el estudio. La base de datos que se visualiza en la Tabla 8 se presenta los 10 primeros productos por zona

realizado por el análisis, esto brinda un panorama claro al momento de realizar un MRP en una empresa de servicios.

Tabla 8 Base de datos del ABC

Lista de Productos	Mayo	Junio	Julio	Suma de los 3 meses	Porcentaje	% Acumulado	Zona
Bombillo OEM	26	21	28	75	10,96%	10,96%	A
Kit led-Q5	26	15	16	57	8,33%	19,30%	A
Polarizado	19	13	24	56	8,19%	27,49%	A
Halógenos OEM	9	18	19	46	6,73%	34,21%	A
Cámara de reversa	12	9	12	33	4,82%	39,04%	A
Pantalla Android	6	6	20	32	4,68%	43,71%	A
Bombillo led T10	6	15	8	29	4,24%	47,95%	A
Stop	6	14	8	28	4,09%	52,05%	A
Rack	10	2	11	23	3,36%	55,41%	A
Kit led-E270	4	6	11	21	3,07%	58,48%	A
Arnés Halógenos	3	2	3	8	1,17%	80,26%	B
Sensores	4	4	0	8	1,17%	81,43%	B
Radio	2	3	3	8	1,17%	82,60%	B
Halógenos led	1	3	4	8	1,17%	83,77%	B
Tapa dura	0	2	4	6	0,88%	84,65%	B
Lupa	6	0	0	6	0,88%	85,53%	B
Pito bosh	0	5	1	6	0,88%	86,40%	B
Parilla	3	0	3	6	0,88%	87,28%	B
Pegaderos	2	0	4	6	0,88%	88,16%	B
Bombillo led T12	2	3	1	6	0,88%	89,04%	B
Cola	0	1	2	3	0,44%	95,32%	C
Barra Led	2	0	1	3	0,44%	95,76%	C
Balastro	1	1	0	2	0,29%	96,05%	C
GPS	0	2	0	2	0,29%	96,35%	C
RCA	0	2	0	2	0,29%	96,64%	C
Canasta	0	2	0	2	0,29%	96,93%	C
Interfase	0	1	1	2	0,29%	97,22%	C
Micrófono	0	1	1	2	0,29%	97,51%	C
Botonera	0	1	1	2	0,29%	97,81%	C
Pedido especial	0	1	1	2	0,29%	98,10%	C

Nota: Tabla 27 Base de datos completa ABC

Los datos recolectados fueron ordenados de mayor a menor para aplicar los criterios del análisis ABC, los cuales son: 0 – 80% representan los productos con alta prioridad además de alta rotación en inventario (esto significa alta incidencia en el servicio de instalación de auto partes) y son representados por una “A”, 80 – 95% que representan la prioridad media (esta sección es

representado por la letra “B”) y 95 – 100% que pertenece al apartado de baja prioridad que es representada por la letra “C”.

En la Tabla 9 se aprecia el análisis ABC de productos, actividad reportada trimestralmente.

Tabla 9 Análisis ABC de productos

Crterios	Zona	Número de Elementos	% de Artículos
0 – 80%	A	21	33,33%
80 – 95%	B	20	31,75%
95 – 100%	C	22	34,92%
Porcentaje	Total	63	100%

Nota: Tabla 27 Base de datos completa ABC

En la Tabla 9 Análisis ABC de productos se aprecia los criterios para la clasificación de zonas, esas zonas son cuantificadas en el apartado de número de elementos para saber los productos que forman parte de los más solicitados hasta los que pertenecen a los de menor rotación. Los resultados obtenidos por el análisis es que los productos A conforman un 33.33% de existencias en inventario, además del responsable de la mayoría de las ventas efectuadas en un periodo trimestral que lo conforman mayo, junio y julio.

El estudio es vital para el desarrollo del proyecto, ya que da un panorama de la situación actual de la empresa además de centralización del trabajo en los productos con mayor incidencia para una mejor aplicabilidad del sistema. El rango ajustable que brinda el estudio maximiza la efectividad en los tiempos de entrega del prototipo además de los ajustes necesarios para su correcta implementación en la empresa. La falta de planificación que se puedan presentar en los productos tipo A serán identificados con el fin de calcular las insuficiencias relacionadas a la instalación de auto partes.

Tabla 10 Cantidad de Unidades por Zona

Zona	Cantidad de unidades por zona
A	541
B	108
C	35
Total	684

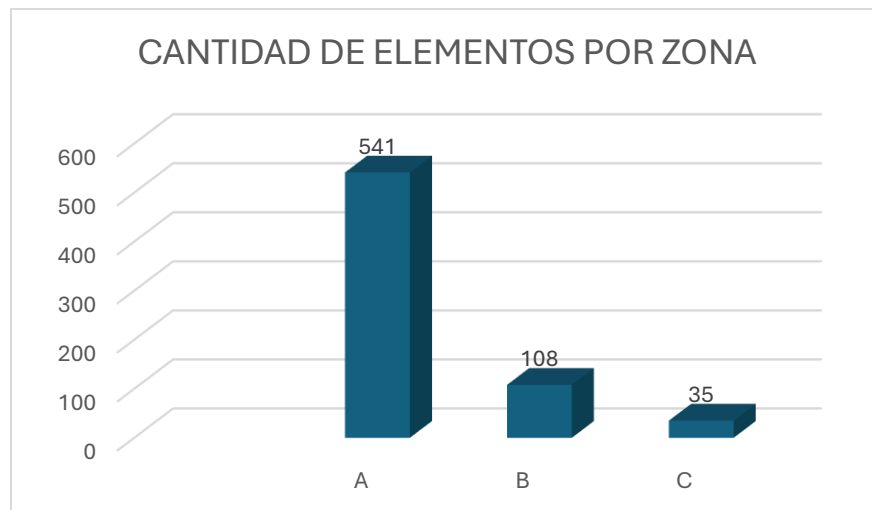
Nota: Tabla 27 Base de datos completa ABC

En la **Tabla 10 Cantidad de Unidades por Zona** se presenta los datos de la cantidad de producto vendido, esto por la suma de los tres meses. Esto representa el volumen de ventas que se tuvieron

durante el periodo y el cual se está basando gran parte del estudio para la creación del sistema de requerimiento de materiales. Cabe resaltar que en el estudio no se refleja la cantidad de insumos para cada producto porque es centralizado al volumen de ventas y productos en sí.

En la Figura 58 se visualiza la cantidad de elementos por zona en el análisis ABC.

Figura 58 Gráfico de Cantidad de Elementos por Zona

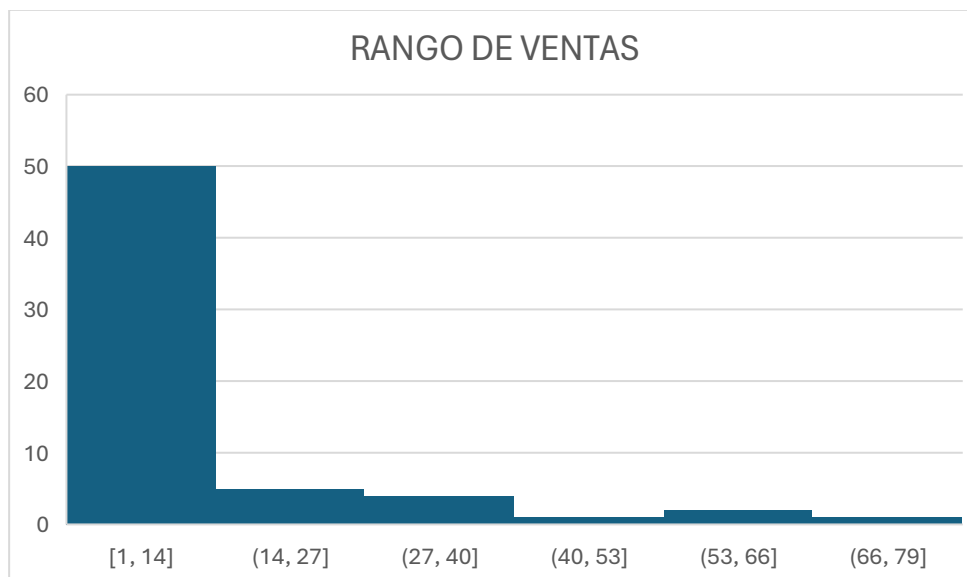


Nota: Tabla 10 Cantidad de Unidades por Zona

En la **Figura 58 Gráfico de Cantidad de Elementos por Zona** se visualiza los números de productos que pertenecen a la zona “A” (representan a los artículos con alta prioridad) con una suma de 543 de unidades vendidas, la zona “B” (representan a los artículos con una prioridad media) con un total de 101 artículos y la zona “C” (que representa a los productos con baja prioridad) con 40 en total siendo el parámetro con menor incidencia en la rotación de inventario.

En la Figura 59 se visualiza el gráfico que representa el rango de ventas.

Figura 59 Gráfico de Rango de Ventas



Nota: *Tabla 27 Base de datos completa ABC*

En la **Figura 59** Gráfico de Rango de Ventas sugiere que el análisis de este comportamiento tiene implicaciones importantes en la gestión administrativa y operativa de la empresa. En primer lugar, desde la perspectiva del inventario, la alta proporción de productos con bajo nivel de ventas sugiere la necesidad de implementar mecanismos de control que reduzcan el riesgo de sobreacumulación y los costos asociados al almacenamiento.

En segundo lugar, en el ámbito comercial, los resultados reflejan la urgencia de diseñar estrategias de mercadeo y promoción que permitan estimular la salida de los productos menos demandados o, en su defecto, evaluar la conveniencia de mantenerlos en el catálogo. Finalmente, los productos que se encuentran en los rangos superiores, aunque representan una minoría, constituyen elementos estratégicos que deben ser gestionados con especial cuidado, garantizando su disponibilidad continua y orientando los esfuerzos de la empresa hacia su fortalecimiento en el mercado.

En síntesis, el histograma de rango de ventas demuestra que la distribución de la demanda no es homogénea, sino que se encuentra claramente concentrada en categorías de baja rotación. Este hallazgo resalta la importancia de aplicar metodologías analíticas de clasificación, como el análisis ABC. El estudio resalta la incidencia de los productos con mayor demanda, pero con poco volumen, los resultados ayudan a determinar los productos que deben centrarse el MRP.

En la **Tabla 11** se observa la ineficiencia de instalación de auto partes por los atrasos generados por los pedidos especiales.

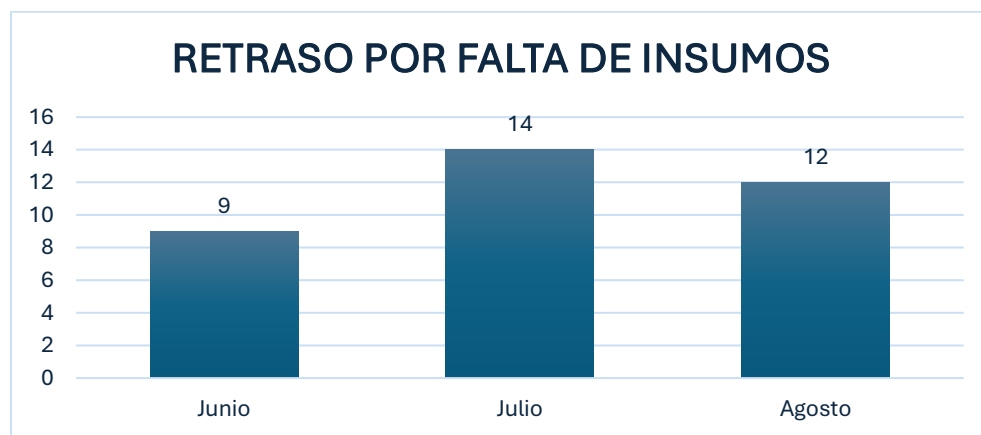
Tabla 11 Ineficiencia de instalación de auto partes

Mes	Pedido especial
Junio	9
Julio	14
Agosto	12
Total	35

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 11 Ineficiencia de instalación de auto partes** se aprecia las cantidades asociadas a las insuficiencias experimentadas en un periodo trimestral. En la empresa se necesitó 35 pedidos especiales, los cuales tiene un costo económico fuera de los presupuestos de inventario planteados y que se puede visualizar en la Tabla 12 Resumen de pérdidas con el sistema actual. En el contexto económico, representa una afectación seria a las ganancias de la empresa y perjudica la satisfacción del cliente.

En la Figura 60 se aprecia la cantidad de retrasos durante un periodo trimestral causando la ineficiencia del servicio de instalación.

Figura 60 Gráfico de retraso por faltantes

Nota: Tabla 11 Ineficiencias de instalación de auto partes

En la **Figura 60 Gráfico de retraso por faltantes** se observa el faltante de insumos en la empresa, esto presenta la necesidad de un pedido especial. Las insuficiencias pueden estar relacionadas con distintas piezas fundamentales para completar los servicios de instalación. En la gráfica se representa esa necesidad repartida en tres meses, lo cual refleja que en junio hubo 9 incidentes la cantidad más baja y en julio con el punto de inflexión más alto con 14.

5W y 2H

En la herramienta 5W y 2H donde se crean preguntas con base en 7 incógnitas que deben de ser formuladas de la manera más específica a sí mismo en la parte de las respuestas que buscan dar una resolución a esa problemática planteada en la interrogante de cada sección. En el caso del proyecto en curso se planteó la problemática de la ineficiencia de la instalación de auto partes para elaborar cada pregunta.

¿Who? (¿Quién?): ¿quiénes son los participantes del proceso que consiste el problema?

- Mecánicos: Afectados por la falta de materiales e insumos.
- Clientes: Experimentan retrasos y mala atención al cliente.
- Gerente: Desbordado por múltiples tareas y tiene sobre carga de tareas además monitoria la calidad de las operaciones.
- Mensajeros: Deben buscar material de emergencias que en algunos casos retrasan las entregas pendientes.
- Proveedor: Parte esencial en el suministro de insumos.

¿What? (¿Qué?): ¿qué problema existe actualmente?

Falta de un sistema de pronósticos y control de inventario, lo que ocasiona desabastecimientos, excesos de inventario, retraso en el proceso de instalaciones y mala experiencia al cliente.

¿Where? (¿Dónde?): ¿Dónde sucede el problema del proceso?

En la empresa High Light Store, específicamente en el área de instalaciones de auto partes, bodega, gestión de citas y atención al cliente.

¿When? (¿Cuándo?): ¿Cuándo se requiere implementar el sistema?

Lo antes posible, idealmente posterior al diseño y validación del sistema propuesto en este proyecto, ya que actualmente hay pérdidas y desorganización. Además, se debe considerar los tiempos de recepción de insumos desde los proveedores.

¿How much? (¿Cuánto?): ¿Cuánta importancia tiene el problema?

En la **Tabla 12** se aprecia los montos asociados a las pérdidas por faltantes de insumos y auto partes en la empresa. El estudio está sustentado en la necesidad de pedidos especiales, que se presenta cuando se detectan faltantes. Los periodos de la suma de valores de los pedidos especiales son trimestrales, los cuales incluyen los costos adicionales de la necesidad del cuerpo de repartidores y el costo asociado a la mala utilización de recursos de la empresa en relación con la falta de planificación.

Tabla 12 Resumen de pérdidas con el sistema actual

Perdida	Costo Asociado
Pago de los servicios de mensajería	¢60 000,00
Pérdidas al no contar con los insumos de instalación	¢564 500,00
Promedio de mala utilización de recursos.	¢11 628 000,00
Gasto total	¢12 252 500,00

Nota: Jorge Peña Hurtado

¿How? (¿Cómo?): ¿cómo se desarrolla el proyecto?

El proyecto estará sustentado por los capítulos IV y V, los cuales se tratan de análisis de la situación, el cual cuenta con los siguientes apartados: descripción del problema actual (este apartado le dará al lector la ejemplificación del problema y análisis de los procesos actuales), medición de tiempos (dará datos de tiempos y posible estandarización de tiempo estándar para ciertas operaciones), faltantes y costos. En la parte de medición de las consecuencias se podrá ver las repercusiones si no se lleva a cabo el proyecto y análisis de las causas para determinar las fallas en el proceso.

Por último, se requerirá el sistema MRP para el éxito del proyecto en curso, además de distintos indicadores, estos servirán como medidores de rendimiento frente a la implementación del sistema y el que se encarga de reflejar los buenos avances que pueda presentar el sistema de requerimiento de materiales en el área de instalaciones de auto partes además si el panorama no es óptimo puede estar sujeto a cambios para garantizar su óptimo funcionamiento.

¿Why? (¿Por qué?): ¿por qué es necesario el diseño de un sistema y requerimiento de materiales?

¿Por qué la ausencia de planificación y control en los insumos afecta directamente la eficiencia operativa, provoca costos adicionales, desorganización en los servicios, pérdida de clientes y una mala utilización de los recursos humanos y materiales?

Diagrama de Flujo

Para analizar con detalle los procesos operativos de la tienda, se procede con la elaboración de un flujo grama o mejor conocido como diagrama de flujo. En la

Figura 61 Diagrama de flujo de servicio al cliente y facturación se detalla los procesos asociados a las interacciones con los clientes potenciales además de los procesos contables asociados a pagares de los productos adquiridos por los interesados.

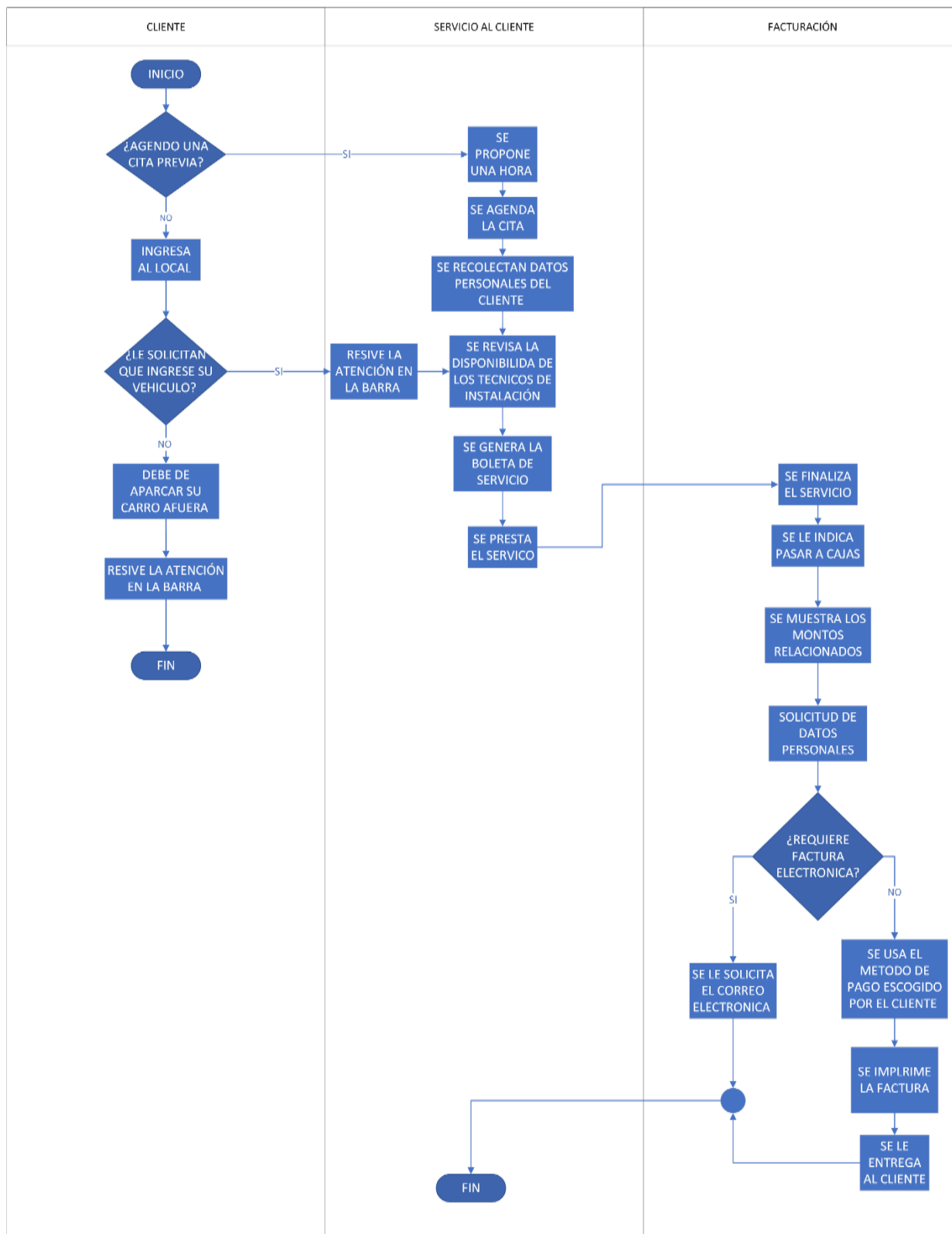
El servicio al cliente se da mediante el ingreso de las personas al local o el contacto por medio de variedad de redes sociales que posee la tienda, anteriormente mencionando la interacción vía internet se maneja con un sistema de agendamiento de citas para mayor control de las operaciones y priorización de servicios. La guía de los clientes hasta la barra se hace por medio de los colaboradores que rondan por las instalaciones, el colaborador de coordinar las instalaciones realiza la recolección de datos necesarios para realizar el proceso de instalación al igual que la instalación.

Posterior a la recolección de datos se emita la boleta de servicio, la cual se desarrolló según la naturaleza de la visita. Aquí es importante mencionar las diferencias que existe entre los servicios de instalación programados y los que no se ejecutan de esta forma, es importante mencionar la preparación de los insumos con anterioridad además de la disponibilidad de los técnicos de instalación. Con la correcta prestación del servicio se procede con el proceso de facturación además de los montos asociados.

El proceso descrito anteriormente para el proceso de atención al cliente y facturación se representa en la

Figura 61

Figura 61 Diagrama de flujo de servicio al cliente y facturación

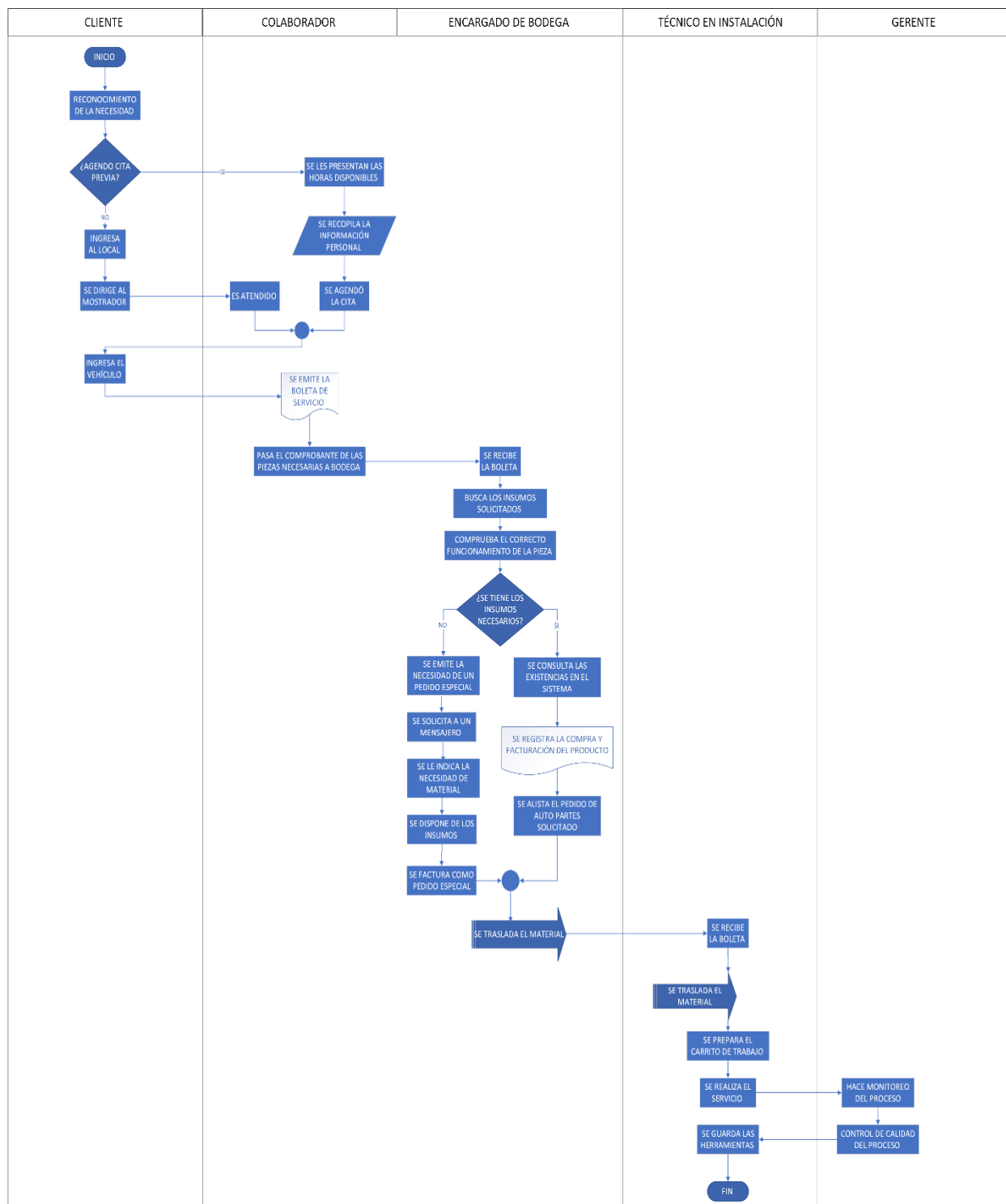


Nota: Jorge Peña Hurtado

En la

Figura 62 se muestra el diagrama de flujo del proceso de la instalación de auto partes.

Figura 62 Diagrama de flujo del proceso de instalación de auto partes



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la

Figura 62 Diagrama de flujo del proceso de instalación de auto partes, se puede apreciar el proceso que se lleva a cabo para la prestación de servicios de instalación de auto partes, el cual inicia con el reconocimiento de la necesidad por medio de los consumidores, mediante los estímulos por parte de las publicidades en redes sociales o el factor más concurrente que es la avería de algún componente de su auto móvil. La empresa cuenta con diversa presencia en las redes sociales donde puede promover los nuevos artículos además de las promociones.

El sistema que existe para la comunicación más fluida entre las distintas partes involucradas en el proceso de instalación es la creación de las boletas de servicio. Es un sistema de carácter manual que conlleva la obtención de datos puntuales del cliente como son: la fecha, empleado, nombre completo, cédula, teléfono, correo electrónico, hora de llegada, hora de salida, detalle, costos asociados y detalles del vehículo.

La información que proporciona por este medio hace que la instalación sea más sencilla ya que se conoce los componentes que se requiere instalar, además de las herramientas necesarias para realizarlo. Los técnicos de instalaciones tienen distintas herramientas, además de su respectivo carrito con el que movilizan los insumos para llevar a cabo el trabajo, este es ordenado con pocos minutos de antelación, esto depende si es un servicio solicitado en tienda o agendado con antelación.

En el proceso se pueden presentar reprocesos o cuellos de botella por la necesidad de un pedido especial, esto sugiere interrumpir operaciones ajenas a la instalación de auto partes como es el servicio de entrega a domicilio. En estos casos se le solicita a un mensajero que se produjo un faltante para la instalación, este puede ser de carácter menor (este faltante se puede referir a un tornillo u otro componente para el correcto funcionamiento de la pieza) o de carácter mayor (esto se refiere al faltante de la materia prima como tal).

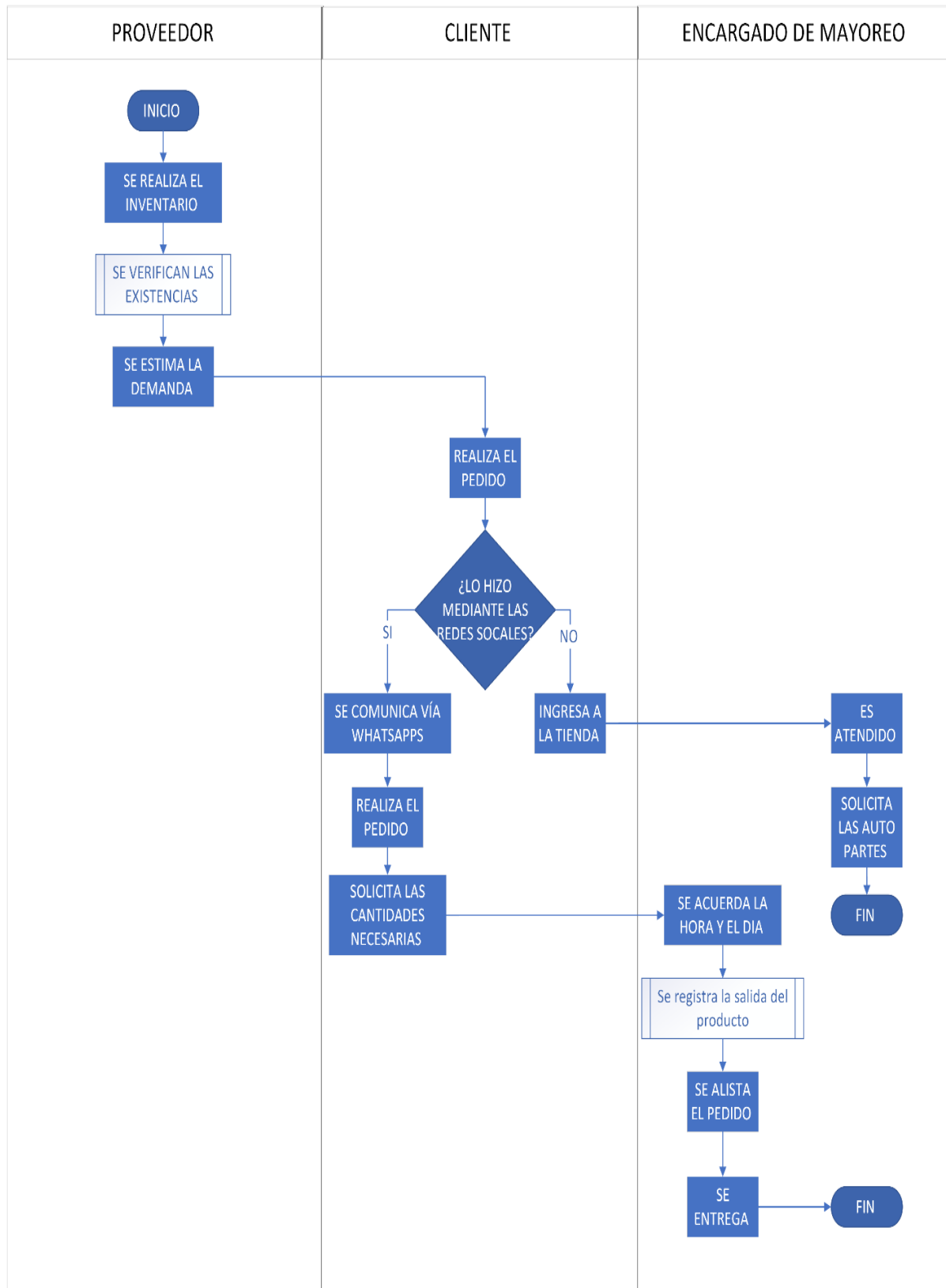
Posteriormente a la obtención de los faltantes, se realiza la instalación pertinente de la pieza solicitada. El cliente una vez satisfecho con la instalación, además de la revisión del funcionamiento del componente se dirige a cajas para llevar a cabo el proceso de facturación de la compra. Así mismo los técnicos de instalación despejan el área utilizada e inicia con el reacomodo de los componentes empleados, este proceso puede ser interrumpido por el gran flujo de clientes que se presentan al local. Para mejor comprensión referirse a la

Figura 63 Diagrama de flujo del proceso de venta de auto partes.

En la

Figura 63 se aprecia la representación de un diagrama de flujo del proceso de ventas.

Figura 63 Diagrama de flujo del proceso de venta de auto partes



Nota: Jorge Peña Hurtado

La venta de las auto partes como materia prima es otra de las actividades importantes en el flujo de las ventas de la empresa, este servicio se da regularmente mediante las distintas redes sociales y las ventas efectuadas pertenecen al departamento de mayoreo. Es importante señalar la diferencia entre el departamento de venta e instalación ya que su funcionamiento se realiza de manera distinta.

En la

Figura 63 Diagrama de flujo del proceso de venta de auto partes, se observa el procedimiento que se lleva a cabo para la operación que involucra a tres entes para su correcto funcionamiento. Los proveedores que se encargan del abastecimiento de la tienda High Light Store en su totalidad, estos prospectos están categorizados en el sistema según la materia prima que puedan proveer a la tienda. Los pedidos se realizan según las existencias en inventarios además la cantidad de producto, se solicita con base en el volumen de ventas que se dio durante los dos semestres pasados.

Los clientes que recibe este departamento son revendedores que compran en gran cantidad para poder mover ese producto con los precios deseados para ellos, esto supone que los pedidos recibidos son diarios según el patrón de consumo del interesado. Las medidas que se realizan para una correcta compra, además de la facturación de los artículos es no realizar su prefacturación ya que a la hora de realizar esa acción se puede generar un percance con la asistencia del comprador y se refleje en el sistema la salida del producto sin opción de realizar un reproceso.

El proceso se lleva a cabo por el encargado de mayoreo, el cual se encarga de la comunicación entre la tienda, el cliente y el encargado de bodega. Este último se encarga previo a la entrega del pedido de la revisión de cada componente para garantizar el correcto funcionamiento del producto que se está vendiendo, la empresa cuenta con cámaras en ese sector para prevenir reclamos de la calidad de los productos.

Análisis FODA

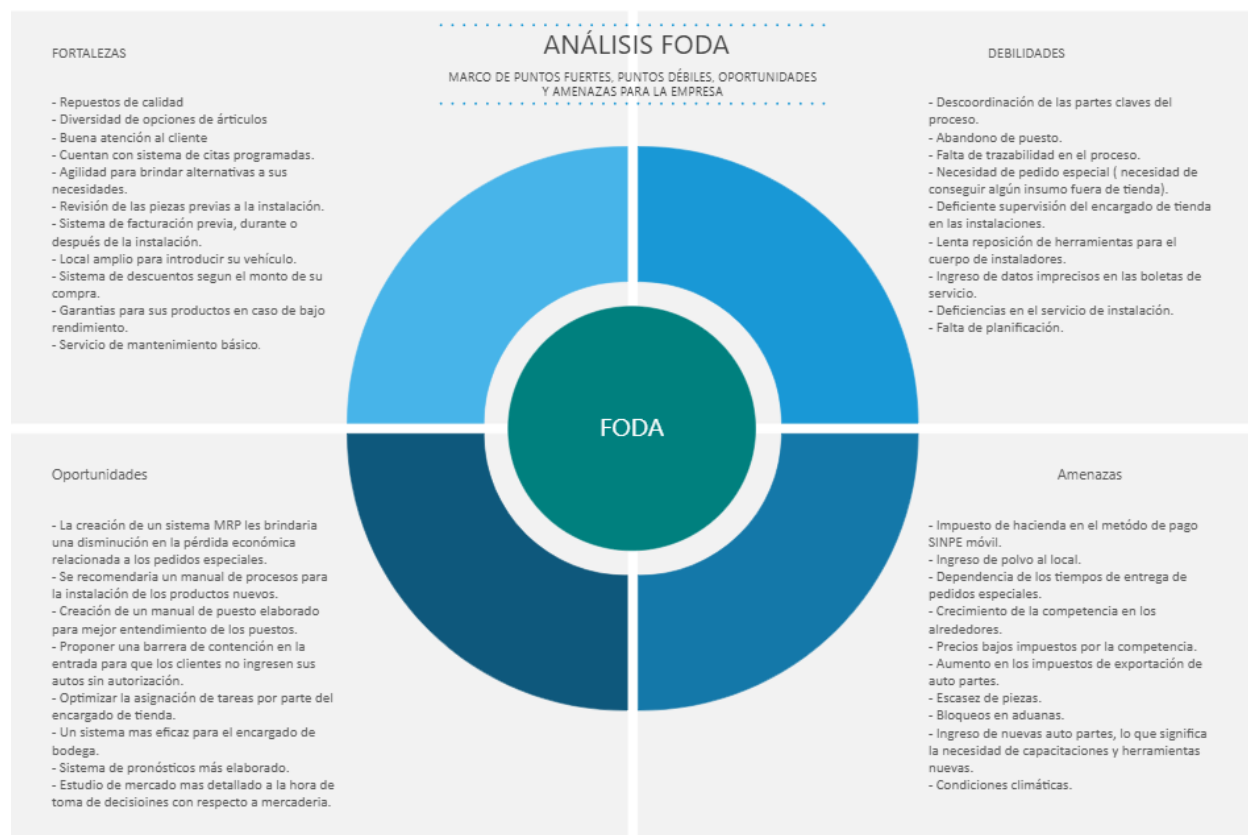
El análisis FODA es una metodología para identificar aspectos internos como externos, en este caso se empleó para ver las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la empresa. La aplicabilidad de esta herramienta en el trabajo es comprender los distintos factores que afectan a la tienda, se desarrolló alrededor de la problemática que es la falta de planificación en el departamento de instalación de auto partes. Este panorama brindado por el análisis permite darse

cuenta del entorno en dónde operan, además de estrategias más efectivas frente a la situación actual.

En la

Figura 64 se presenta el análisis FODA creado con base en la problemática.

Figura 64 Análisis FODA



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la

Figura 64 Análisis FODA se aprecia la creación del diagrama que refleja cuatro puntos de la empresa de carácter interno como externos, esas representan situaciones manejables hasta sucesos externos sin posibilidad de ser controladas. Las fortalezas de la empresa engloban las características de la empresa que son útiles a la hora de la creación de estrategias para contrarrestar el problema en estudio.

Las debilidades son derivadas de algunas de las causas creadas por el problema además de las afectaciones internas que suceden en la empresa. En el caso de las oportunidades son aquellas alternativas que se pueden combinar con las fortalezas ya existentes para la creación de la solución,

esto sugiere una ventana de opciones para afrontar el problema que será utilizada en el desarrollo del diseño del proyecto.

Las amenazas se tratan de los factores externos, estos son situaciones que afectan indirectamente o de manera directa a la tienda. Su resolución no es sencilla o de plano nula ya que los factores que las ocasionan no se pueden controlar por temas políticos, económicos externos además de las situaciones sociales. En la creación de la herramienta se mencionó temas actuales como generales del mercado.

SIPOC

Tabla 13 se puede apreciar el diagrama de SIPOC del proceso de servicio al cliente además del sistema de facturación. El cual presenta deficiencias con respecto a la toma de datos personales por parte del encargado de tienda a la hora de agendar las citas de servicio de instalación. Esto representa una no conformidad en el proceso de servicio al cliente, ya que los datos necesarios para la agendar son el número, cédula, nombre completo y número personal. Esto causa una mala comunicación entre el cliente y la tienda por cualquier inconveniente.

Tabla 13 Diagrama SIPOC Servicio al cliente y facturación

PROVEEDOR (S)	ENTRADA (I)	PROCESO (P)	SALIDA (O)	CLIENTE (C)
<ul style="list-style-type: none"> Citas programadas 	<ul style="list-style-type: none"> Agendar cita de instalación 	<ul style="list-style-type: none"> Recepción solicitud de cita de instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> Cita agendada (saber los requerimientos). 	<ul style="list-style-type: none"> Cliente
<ul style="list-style-type: none"> Cliente 	<ul style="list-style-type: none"> Ingreso al local 	<ul style="list-style-type: none"> Solicitud de un colaborador. Orientación hacia la barra. 	<ul style="list-style-type: none"> Atención previa al cliente 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente
<ul style="list-style-type: none"> Gerente 	<ul style="list-style-type: none"> Solicitud de los datos personales. 	<ul style="list-style-type: none"> Ingreso de los datos al sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Datos para la facturación. 	<ul style="list-style-type: none"> Cajas
<ul style="list-style-type: none"> Cajas 	<ul style="list-style-type: none"> Solicitud de método de pago. 	<ul style="list-style-type: none"> Ingreso del método de pago. Consulta sobre método de facturación. Elección de método de pago. 	<ul style="list-style-type: none"> Ejecución del pago 	<ul style="list-style-type: none"> Encargado de tienda
<ul style="list-style-type: none"> Encargado de tienda 	<ul style="list-style-type: none"> Recepción del comprobante. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de los artículos facturados. 	<ul style="list-style-type: none"> Generación de la factura. 	<ul style="list-style-type: none"> Cliente

PROVEEDOR (S)	ENTRADA (I)	PROCESO (P)	SALIDA (O)	CLIENTE (C)
		<ul style="list-style-type: none"> • Visualización por parte del cliente. • Validación de los montos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación del baucher. 	

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 13 Diagrama SIPOC Servicio al cliente y facturación** elaborado para el proceso de atención al cliente y facturación permite representar de manera estructurada los elementos clave que intervienen en el flujo operativo. En este caso, el proveedor (S) está constituido por actores internos y externos que suministran las entradas necesarias para el proceso, tales como el cliente, el gerente, las cajas y el encargado de tienda. Las entradas (I) corresponden a las solicitudes o requerimientos que alimentan el proceso, como la programación de citas, el ingreso al local, los datos personales del cliente o el método de pago seleccionado.

En cuanto al proceso (P), se describen las actividades centrales que transforman dichas entradas en resultados tangibles, abarcando desde la recepción de la solicitud de cita, la atención inicial al cliente, el registro de información en el sistema, la ejecución del pago, hasta la validación y generación de la factura. Estas acciones aseguran que la interacción entre el cliente y la empresa se gestione de manera ordenada y eficiente.

Las salidas (O) corresponden a los resultados finales obtenidos del proceso, como la cita agendada con los requerimientos del cliente, los datos disponibles para facturación, la confirmación del método de pago, el comprobante generado y la factura entregada. Finalmente, los clientes (C) identificados en el modelo son los receptores de dichas salidas, en este caso principalmente el cliente externo, aunque también participan actores internos como el gerente, las cajas y el encargado de tienda, que requieren la información para dar continuidad al flujo administrativo.

La importancia de este SIPOC radica en su capacidad para brindar una visión integral y simplificada del proceso, identificando claramente los actores involucrados, los insumos necesarios y los resultados esperados. La herramienta permite delimitar el alcance del proceso analizado, detectar posibles áreas de mejora, estandarizar los pasos críticos y garantizar que el flujo de atención y facturación responda a las necesidades del cliente bajo criterios de eficiencia y control.

En la Tabla 14 se puede apreciar el diagrama de SIPOC del proceso de instalación de auto parte.

Tabla 14 Diagrama SIPOC Proceso de instalación de auto partes

PROVEEDOR (S)	ENTRADA (I)	PROCESO (P)	SALIDA (O)	CLIENTE (C)
<ul style="list-style-type: none"> • Redes sociales • Sitio web de la tienda 	<ul style="list-style-type: none"> • Interacción con la publicación. • Interacción con el apartado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación previa vía redes sociales. • Búsqueda de la disponibilidad sobre el producto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de la necesidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de marketing
<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de marketing 	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de la consulta 	<ul style="list-style-type: none"> • Brinda precio asociado. • Refleja las existencias en tienda. • Promoción del sistema de citas programadas. • Solicitud de datos personales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elección del producto de preferencia. • Solicitud de cantidades deseadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de tienda.
<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de tienda 	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de datos por parte de marketing. • Procesamiento de los datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del inventario en existencia. • Solicitud de la pieza. • Comunicación vía WhatsApp o llamada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación sobre la disponibilidad del cliente. • Mención del servicio de instalación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Citas programadas.
<ul style="list-style-type: none"> • Citas programadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Datos personales. • Recepción de la disponibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación de la hora acordada. • Orientación de la ubicación del local. • Revisión de las piezas solicitadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la agenda de la cita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de tienda.
<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de tienda 	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud a bodega las piezas • Creación de boleta de servicio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de la boleta de solicitud de producto. • Traslado de la boleta a bodega. • Entrega de la boleta. • Revisión de las existencias. • Confirmación de existencias en bodega. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisión de la boleta de servicio. • Confirmación del pedido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de bodega. • Gerente
<ul style="list-style-type: none"> • Encargado de bodega. • Gerente 	<ul style="list-style-type: none"> • Check in de la solicitud. • Supervisión 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de la pieza en bodega. • Marcar la salida del artículo. • Traslado a la zona de prueba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación del producto en la zona de recolección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnico de instalaciones.

PROVEEDOR (S)	ENTRADA (I)	PROCESO (P)	SALIDA (O)	CLIENTE (C)
		<ul style="list-style-type: none"> Realizar pruebas respectivas. 	<ul style="list-style-type: none"> Control de las salidas de bodega. 	
<ul style="list-style-type: none"> Técnico de instalaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección de las piezas. Preparación del carrito de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> Reubicación del vehículo en el local. Selección de las herramientas necesarias. Ejecución de la instalación. Comprobación del correcto funcionamiento. Extracción de restantes del vehículo. 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación completada. Control de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Gerente Cajas
<ul style="list-style-type: none"> Gerente Cajas 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión del vehículo. Proceso de facturación 	<ul style="list-style-type: none"> Solicitud de método de pago. Consulta sobre el método de facturación. Efectuación del pago. Recepción del ticket. Recepción de la factura. Control de calidad del acabado. 	<ul style="list-style-type: none"> Constancia de compra. Satisfacción del cliente. Producto final. 	<ul style="list-style-type: none"> Cliente

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 14 Diagrama SIPOC Proceso de instalación de auto partes** refleja de manera estructurada las interacciones entre los actores que participan en la prestación del servicio, los insumos necesarios, las actividades centrales, los resultados obtenidos y los clientes involucrados.

En el proveedor (S) se identifican fuentes clave como las redes sociales, el sitio web de la tienda, el departamento de marketing, el encargado de tienda, el gerente, bodega, cajas y el técnico de instalaciones. Estos actores aportan los recursos y la información que constituyen las entradas (I), entre las que se incluyen la interacción digital con los clientes, la recepción de consultas, los datos personales, las solicitudes de piezas, la disponibilidad de inventario, la coordinación de citas y la preparación de las herramientas necesarias para la instalación.

El proceso (P) describe de manera secuencial las actividades críticas que permiten transformar las entradas en resultados tangibles. Entre ellas destacan: la coordinación de la cita, la revisión del

inventario, la creación y validación de boletas de servicio, la preparación de piezas y herramientas, la ejecución de la instalación en el vehículo, la verificación del funcionamiento, el control de calidad y el proceso de facturación.

Las salidas (O) obtenidas comprenden desde la agenda confirmada y la boleta de servicio generada, hasta la instalación completada, la factura entregada, el comprobante de compra y la satisfacción del cliente como resultado esperado del servicio. Finalmente, los clientes (C) incluyen tanto al cliente externo como actores internos (gerente, encargado de tienda, bodega y cajas), quienes requieren los productos y la información generada para dar continuidad a la gestión administrativa y operativa.

La importancia de este diagrama radica en que proporciona una visión integral y estandarizada del servicio de instalación, permitiendo identificar los puntos críticos de control, la interacción entre diferentes áreas y la trazabilidad desde la solicitud inicial hasta la entrega final. En el marco de la tesis, constituye una herramienta de análisis fundamental para mejorar la eficiencia operativa, garantizar la satisfacción del cliente y optimizar los recursos involucrados en la instalación de autopartes.

En la Tabla 15 se visualiza el proceso que se lleva a cabo en la venta de auto partes.

Tabla 15 Diagrama SIPOC Proceso de venta de auto partes

PROVEEDOR (S)	ENTRADA (I)	PROCESO (P)	SALIDA (O)	CLIENTE (C)
<ul style="list-style-type: none"> Gerente 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de existencias. Pedidos 	<ul style="list-style-type: none"> Verificación de inventario. Estimación de la demanda Realización de pedido. 	<ul style="list-style-type: none"> Inventario actualizado. Pedido en curso 	<ul style="list-style-type: none"> Distribuidor principal
<ul style="list-style-type: none"> Distribuidor principal 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de existencias. Pedidos 	<ul style="list-style-type: none"> Verificación de inventario. Alisto del pedido. Envío de catálogos de productos 	<ul style="list-style-type: none"> Pedido en curso. Entrega de pedido 	<ul style="list-style-type: none"> Encargado de Bodega
<ul style="list-style-type: none"> Encargado de bodega 	<ul style="list-style-type: none"> Recepción de pedido. Constancia de ingreso de insumos. 	<ul style="list-style-type: none"> Actualización de inventario. Reordenamiento de bodega. Etiquetado del producto. Colocación de código de barras Revisión del estado de la pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> Abastecimiento Actualización del sistema de tienda. 	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de marketing

PROVEEDOR (S)	ENTRADA (I)	PROCESO (P)	SALIDA (O)	CLIENTE (C)
<ul style="list-style-type: none"> Departamento de marketing 	<ul style="list-style-type: none"> Publicaciones Atención vía redes sociales Actualización de existencias. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de las interacciones. Visualizaciones Atención de duda y consultas. Elevación de pedidos 	<ul style="list-style-type: none"> Pedidos solicitados. Proyección a los productos 	<ul style="list-style-type: none"> Encargado de Mayoreo
<ul style="list-style-type: none"> Encargado de Mayoreo 	<ul style="list-style-type: none"> Recepción de pedido Revisión de disponibilidad (necesita servicio de mensajería o retiro en tienda. 	<ul style="list-style-type: none"> Agenda de la cita. Alisto del pedido. Solicitud a bodega Coordinación de la entrega Recopilación de datos personales. 	<ul style="list-style-type: none"> Solicitud a Bodega. 	<ul style="list-style-type: none"> Encargado de Bodega.
<ul style="list-style-type: none"> Encargado de Bodega 	<ul style="list-style-type: none"> Recepción de la solicitud Procesamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Alisto de pedido. Registro de salida. Traslado al área de prueba. Control de calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Deposito en la zona de recolección. Correcto funcionamiento de la pieza. 	<ul style="list-style-type: none"> Encargado de Mayoreo Cajas
<ul style="list-style-type: none"> Encargado de Mayoreo Cajas 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección de las piezas. Creación de la factura 	<ul style="list-style-type: none"> Revisión por parte del cliente Verificación de las cantidades solicitadas. Revisión de los montos asociados. 	<ul style="list-style-type: none"> Entrega del producto Entrega de la facturación del artículo Satisfacción del cliente 	<ul style="list-style-type: none"> Cliente

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 15 Diagrama SIPOC Proceso de venta de auto partes** donde se describe el flujo de actividades orientado a la gestión del inventario, la atención al cliente y la entrega del producto final. Este modelo inicia con el proveedor (S), integrado por actores como el gerente, el distribuidor principal, el encargado de bodega, el departamento de marketing, el encargado de mayoreo y las cajas.

Las entradas (I) incluyen la revisión de existencias, la recepción y alisto de pedidos, los catálogos de productos, las publicaciones en redes sociales, las solicitudes de clientes y los datos necesarios para procesar la venta. Estas entradas alimentan el proceso (P), el cual abarca la verificación y actualización del inventario, la realización de pedidos a proveedores, el reordenamiento de bodega, la atención de consultas, la gestión de interacciones en redes sociales, la coordinación de citas de entrega, el control de calidad del producto y el registro de la salida de artículos.

Las salidas (O) de este proceso se materializan en la forma de un inventario actualizado, pedidos en curso, abastecimiento de bodega, productos listos para entrega, facturación emitida, satisfacción del cliente y constancia de compra. En cuanto a los clientes (C), estos se clasifican en externos (cliente final) e internos (encargado de mayoreo, bodega, marketing y cajas), quienes reciben la información y los productos requeridos para cerrar adecuadamente el proceso de venta.

La relevancia de este SIPOC se encuentra en su capacidad para visualizar de manera global la cadena de valor de la venta de autopartes, estableciendo claramente la interacción entre proveedores internos y externos, así como la transformación de los pedidos en productos entregados al cliente. Este modelo resulta fundamental ya que permite identificar cuellos de botella, evaluar la eficiencia del flujo de información y productos, y plantear mejoras que impacten directamente en la satisfacción del cliente y la gestión eficiente del inventario.

Medición de las Consecuencias

La medición de las consecuencias constituye una fase esencial dentro del análisis de procesos, ya que permite identificar, cuantificar y evaluar los efectos derivados de posibles fallos, demoras o ineficiencias. En este contexto, se aplican herramientas de gran valor como el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), que facilita anticipar riesgos y priorizar acciones correctivas; el Lead Time, que permite calcular el tiempo total transcurrido en la ejecución de un servicio o entrega de un producto, reflejando el impacto en la satisfacción del cliente; y el análisis de Muda, que se centra en detectar y reducir desperdicios para optimizar los recursos de la empresa.

AMFE

A continuación, se presenta un AMFE con el proceso de instalación de auto partes el cual toma en cuenta la gama de productos de mayor rotación. La elección de las causas de fallas fue influenciada por la recolección de causas potenciales de la herramienta de la

Figura 78, los productos de zona “A” reflejados en la Tabla 8 Base de datos del ABC y el top 10 de los productos “B” que representan la prioridad media del costo del inventario el cual se puede visualizar en el análisis ABC.

Figura 65 Cálculo de NPR

Nivel de riesgo	Valor NPR
Alta riesgo	De 500 a 1000
Riesgo medio	De 125 a 499
Bajo riesgo	De 1 a 124

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 65 Cálculo de NPR** se visualiza el nivel de riesgo asociado al resultado del AMFE. Se clasifican el nivel de riesgos con los rangos asociados a la tabla, tales como alto riesgo, riesgo medio y bajo riesgo. Esto será valorado para el proceso de la prestación de servicios de instalación, ya que durante las operaciones se aprecian distintas irregularidades que fueron detectadas gracias a la herramienta de la

Figura 78 Diagrama de Pareto.

En la Figura 66 se visualiza la herramienta AMFE con el cálculo del NPR asociado al riesgo de la falla.

Figura 66 Gestión de riesgo operacional (AMFE)

ANÁLISIS AMFE											
PROCESO	MODO DE FALLA	EFFECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA	S	O	D	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS	ENCARGADO	CAUSA SIGNO	
PROCESO DE INSTALACIÓN DE AUTO PARTES	No se lleva un control de los insumos necesarios para la instalación de dicha pieza y solo se registra la auto parte instalada.	Errores en control de inventario	Deficiencia del sistema manual de registro de insumos	8	10	10	800	Migrar a un sistema digital de control de inventarios con capacitación al personal.	Encargado del departamento de instalaciones	R1	
	El personal no cumple con los periodos de limpieza del área de instalaciones de auto partes.	Residuos generados por servicios	Residuos tirados en el espacio de instalación	8	9	10	720	Establecer protocolos de limpieza por periodos de tiempo, presentar como procesos obligatorios y su respectiva asignación.	Técnicos de Instalación	R2	
	El personal se dispone a completar las actividades actuales en curso y no se puede atender mas necesidades.	Ordenes retrasadas por falta de personal	Falta de disponibilidad	7	8	9	504	Planificaciones meticulosas de las operaciones y el correcto manejo de la mano de obra disponible en la empresa.	Técnicos de Instalación	R3	
	El personal personal no cuenta con los conocimientos necesarios para la manipulación o facturación del productos.	Errores de instalación por desconocimiento	Desconocimiento de los productos	8	7	8	448	Elaborar fichas técnicas y catálogos digitales; capacitar al personal en el portafolio de productos.	Técnicos de Instalación	R4	
	El personal no practica una comunicación efectiva entre ellos generando desorden.	Retrasos por fallas de coordinación	Descoordinación entre empleados clave	6	8	9	432	Definir roles y responsabilidades claras; Establecer reuniones de coordinación periódicas.	Encargado de tienda	R5	
	El personal no dirige de manera adecuadas las actividades presentes en el momento por falta de liderazgo.	Retraso por mala asignación de personal	Falta de delegación de actividades	8	8	6	384	Charlas interactivas sobre la importancia del liderazgo en una empresa y los impactos positivos que genera.	Encargado del departamento de instalaciones	R6	

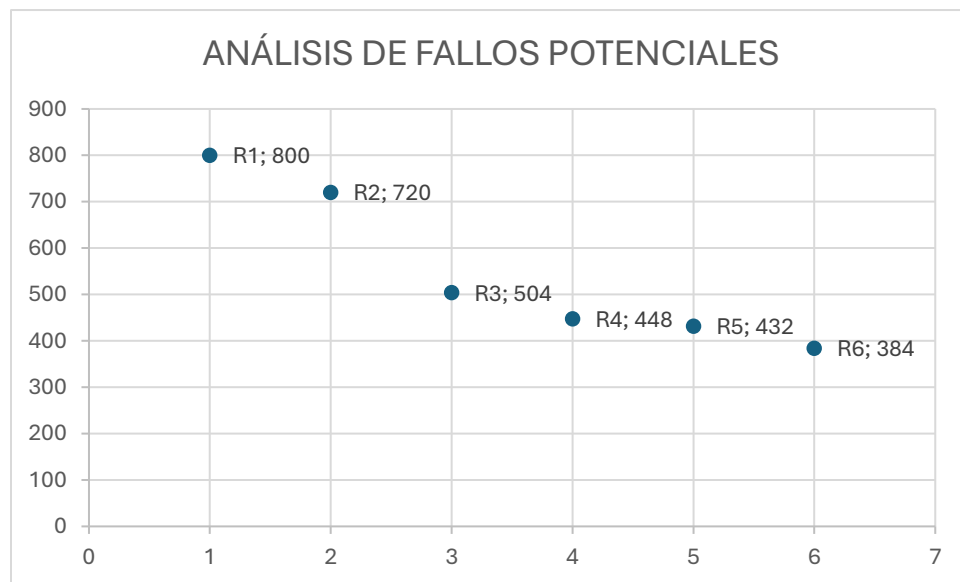
Nota: Jorge Peña Hurtado

En la se observa las fallas más significativas en relación con el cálculo del NPR de las fallas en el proceso. El cálculo está regido por criterios internacionales para realizar un análisis modal de fallos y efectos, los cuales son la severidad de la falla (este criterio se cuantifica de 1-10 según el razonamiento del ingeniero), la ocurrencia (se centra en definir las veces con las que se produce la falla con respecto a otros procesos) y detección (cabe destacar que este criterio es el único de los tres que se lee de manera inversa).

La detectabilidad de la falla radica en un parámetro de 1- 10, donde 1 representa la facilidad de la detectabilidad de la falla y el 10 supone que el error en el proceso de producción del servicio no será detectado. La clasificación más alta de detectabilidad indica que la falla no es posible la detección y que los errores los detectara el cliente final lo que provocará un descontento con el producto final presentado. De acuerdo con los criterios y la distribución de las fallas, se consideran más alternativas visibles en la Tabla 30.

En la Figura 67 se observa el análisis de fallos potenciales de las fallas que representan un peligro para las operaciones.

Figura 67 Análisis de fallos potenciales



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 67 Análisis de fallos potenciales** se aprecia las fallas más significativas en relación con la falta de planificación en el proceso de instalación de auto partes. En total se analizaron 21 fallas de las cuales 6 destacaron en relación al resto, desde el factor R1 con un 800 en la escala del

NRP que representa un alto riesgo para el funcionamiento de las operaciones (esta falla está relacionada a la falta de control de insumos requeridos para las instalaciones generando gastos asociados a pedidos especiales reflejados en la Tabla 12 Resumen de pérdidas con el sistema actual) hasta el R6 con un resultado de 384 en la escala que representa un riesgo medio.

Lead Time

La herramienta Lead time es imprescindible para mostrar los tiempos de operación de las instalaciones de auto partes, se toma los tiempos de ingreso del vehículo hasta la salida donde se finaliza el proceso de prestación de servicios. Los datos fueron recolectados gracias a las boletas de servicios que cuentan con apartados para registrar los tiempos de servicios (el tiempo es por ciclo, quiere decir que debe cumplirse todos los procesos descritos en la

Figura 61 Diagrama de flujo de servicio al cliente y facturación en adelante).

En la Tabla 16 se presenta los promedios de los tiempos de ingreso y salida de los vehículos.

Tabla 16 Lead Time de productos A y B

Producto	Lead Time
Bombillo OEM	00:12:12
Kit led -Q5	00:25:30
Polarizado	01:11:55
Halógenos OEM	01:07:30
Cámara	01:18:48
Pantalla Android	03:29:55
Bombillo led T10	00:41:31

Producto	Lead Time
Stop	01:25:10
Rack	01:05:48
Kit led -E270	00:09:00
Arnés Halógenos	02:05:00
Lupa	01:27:00

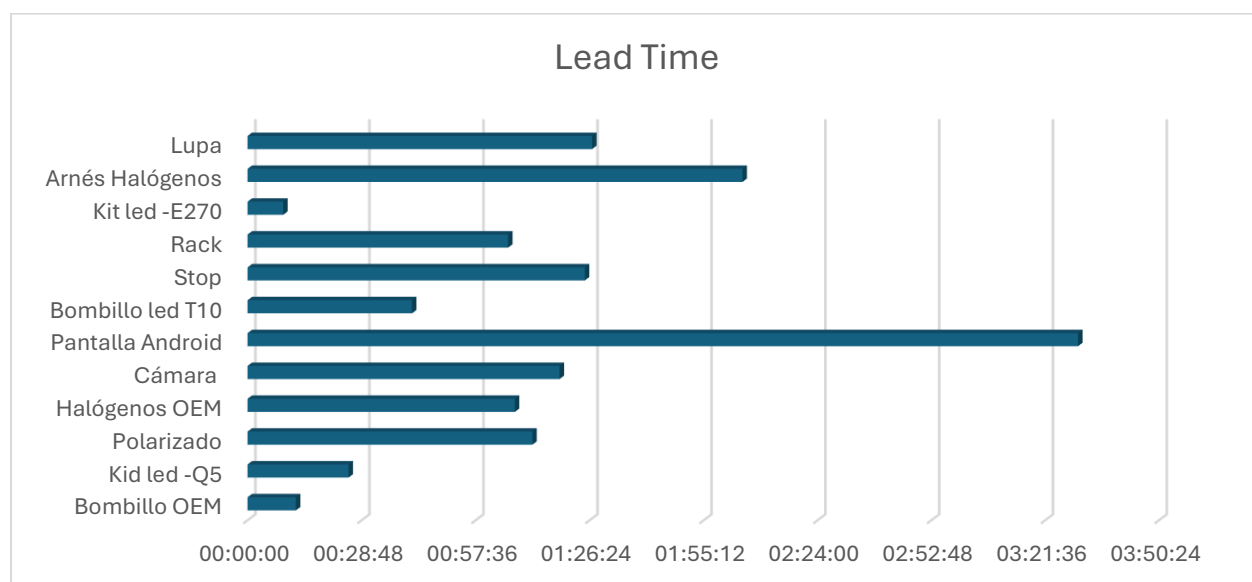
Nota: Jorge Peña Hurtado

De acuerdo con la Tabla 16, se visualiza los distintos tiempos promedios para la prestación de servicios de instalación de los artículos top 10 en la categoría de alta prioridad (“A”) en el inventario de la empresa. Dentro de esos productos se encuentra dos materias primas que pertenecen a media prioridad, esto tiene el fin de considerar variedad de demandas dentro del estudio y el planteamiento del sistema.

En la

Figura 68 se observa los tiempos asociados a los productos de mayor rotación.

Figura 68 Gráfico del Lead Time de servicio



Nota: Tabla 16 Lead Time de producto A y B

En la

Figura 68 Gráfico del Lead Time de servicio se observa los tiempos promedio de ciclo completo por operación. La toma de los tiempos se facilitó por las boletas de servicio, ya que se cuenta con un apartado dedicado a la toma de tiempos. Los colaboradores no registran las horas que trascurren por desconocimiento de la importancia de los datos para la mejora de los procesos actuales, es importante mencionar esto ya que se hizo la recolección de los datos con las boletas de junio y julio.

En los promedios de los tiempos destaca la media de la instalación de las pantallas con un resultado de ciclo de 3 horas y 30 min, en el proceso de instalación de esta auto parte excluyendo los procesos de servicio al cliente y facturación la actividad tiene una duración de 31 minutos con 49 segundos, según la toma de tiempos realizada de este producto. La toma de tiempos sobre el producto fue pocas, pero las dos mediciones sirvieron de guía para plantear los tiempos excesivos de operación con respecto a las instalaciones.

La selección de los productos visualizados en la

Figura 68 se llevó a cabo mediante el análisis ABC, herramienta ampliamente utilizada para clasificar artículos según su rotación e impacto en la gestión de inventarios. La justificación de esta selección radica en que los productos priorizados representan los de mayor influencia en la eficiencia operativa y en la toma de decisiones estratégicas, dado que concentran un alto porcentaje del valor total en comparación con el resto. En la Tabla 8 se observa el top 10 de los artículos de mayor relevancia, los cuales permiten identificar patrones de consumo y orientar los recursos hacia los ítems de mayor incidencia en el Lead Time. Asimismo, se incluyen productos de categoría B que, aunque de medio prioritario, forman parte del grupo crítico de seguimiento debido a su impacto en la continuidad del servicio. Esta clasificación garantiza que los datos utilizados sean consistentes, representativos y alineados con los objetivos del sistema MRP.

Por último, es importante mencionar que los datos obtenidos por las boletas de servicio, que muestran la entrada y salida de los servicios dan como resultado el tiempo de operación de la entrega de producto que en este caso es un servicio. El lead time se tomó en cuenta en las entregas de suministros a la empresa, el cual se calculó por los registros de históricos de pedidos anteriores, según las actividades previas de la empresa y las necesidades indican un plazo de 4 meses por pedidos relacionados a reabastecimientos.

Muda

En la Tabla 17, se visualiza la tabla con los rubros asociados al análisis de los desperdicios. La muda se representa con distintos factores como son: la mano de obra, materiales, maquina, medición, método y el talento humano. Para la confección de la herramienta se tomó en cuenta las 6 M en conjunto con el talento humano que se pudo medir gracias a los distintos rubros y fórmulas que se pueden apreciar en la tabla.

Tabla 17 Análisis de desperdicios Muda

DESPERDICIO	TIPO DE DESPERDICIO	INDICADOR PROPUESTO	FÓRMULA DE CÁLCULO	% ASOCIADO	IMPACTO PRINCIPAL
Falta de disponibilidad	Retrabajos	Ordenes retrasadas por falta de personal	$(\text{Ordenes retrasadas} / \text{Total de ordenes}) \times 100$	7,51%	Falta de mano de obra para la atención de servicios pendientes.
Falta de capacitación	Retrabajos	Personal sin capacitación formal	$(\text{Colaboradores no capacitados} / \text{Total de colaboradores}) \times 100$	20,00%	Errores relacionados a la falta de conocimiento de los procesos.
Desconocimiento de los productos	Retrabajo	Errores de instalación por desconocimiento	$(\text{Errores} / \text{Instalaciones realizadas}) \times 100$	1,16%	Errores relacionados al desconocimiento de los productos nuevos en tienda.
Descoordinación entre empleados clave	Esperas	Retrasos por fallas de coordinación	$(\text{Retrasos sobre por descoordinación} / \text{Total de retrasos}) \times 100$	29%	Afectación de la satisfacción del cliente por tiempos de espera no estipulados.
Insuficiencias	Inventario	Insumos faltantes destacados	$(\text{Insumos faltantes} / \text{Total de insumos solicitados}) \times 100$	20,23%	Costos adicionales relacionados a la falta de planificación de requerimientos.
Compras excesivas de insumos	Inventario	Nivel de sobre compra	$(\text{Inventario excedente} / \text{Sobre inventario optimo}) \times 100$	4,05%	Costos asociados a material obsoleto en insumos de instalación.
Solicitud de pedido especial	Inventario	Pedidos fuera de planificación	$(\text{Pedidos especiales} / \text{Total de pedidos}) \times 100$	19,44%	Dependencia del tiempo de espera por parte del repartidor y costos adicionales del mercado.
Falta de mantenimiento de las herramientas electrónicas	Esperas	Fallas por falta de mantenimiento	$(\text{Fallas detectadas} / \text{Total de equipo}) \times 100$	7,50%	Necesidad de cumplimiento de tareas de forma manual además del desgaste asociado.
Retraso en la reposición de equipos	Esperas	Tiempos promedio de reposición	$(\text{Días de retraso} / \text{Total de})$	15,00%	Afectación al cuerpo de técnico de instalación por falta

DESPERDICIO	TIPO DE DESPERDICIO	INDICADOR PROPUESTO	FÓRMULA DE CÁLCULO	% ASOCIADO	IMPACTO PRINCIPAL
			solicitudes) x 100		de insumos necesarios para la prestación de servicios.
Deficiencia del sistema manual del registro de insumos	Sobre proceso	Errores en control de inventario	(Errores en registro/Total de registros) x 100	8,89%	Incorrecto registro de los insumos asociados a las instalaciones, provocando un mal abastecimiento del departamento.
No hay tiempos estándar de servicio	Sobre proceso	Variabilidad en tiempos de instalación	(Tiempo real-Tiempo esperado/Tiempo o esperado) x 100	2,60%	Tiempos de espera irregulares provocando insatisfacción del cliente ante el servicio.
Retrasos en el proceso	Esperas	Servicios fuera de plazo	(Servicios retrasados/Total de servicios) x 100	27,75%	Retraso de las operaciones afectando el tiempo de respuesta ante nuevas citas o servicios pendientes.
Falta de trazabilidad	Sobre proceso	Interrupción del flujo de trabajo	(Número de interrupciones/Servicios completados) x 100	7,51%	Interrupción de las operaciones, creando una afectación en la productividad de la empresa.
Falta sobre el control de insumos de instalación	Residuos	Insumos sin control en bodega	(Insumos sin control/Insumos totales) x 100	8,67%	Desconocimiento de los insumos reales que requiere un operario para cada actividad.
Falta de manual de procesos de instalación	Defectos	Errores relacionados a la falta de estandarización	(Errores por falta de manual/Instalaciones) x 100	9,25%	Las fallas reportadas por falta de estandarización de procesos de instalación.
Falta de valoración previa del vehículo	Defectos	Errores posteriores a la instalación	(Errores posteriores/Instalaciones) x 100	22,54%	Quejas asociadas a los acabados de las instalaciones o afectación al vehículo.
Inexistencia de clasificación de insumos	Espera	Tiempo adicional por búsqueda	(Tiempo perdido/Tiempo total de instalación) x 100	33,33%	Tiempos adicionales a los de instalación, esto causa una afectación en la calidad del servicio brindado.
Falta de delegación de actividades	Espera	Retraso por mala asignación de personal	(Retrasos por falta de delegación/Total de retrasos) x 100	45,71%	Mala administración de la mano de obra causando fatiga

DESPERDICIO	TIPO DE DESPERDICIO	INDICADOR PROPUESTO	FÓRMULA DE CÁLCULO	% ASOCIADO	IMPACTO PRINCIPAL
					innecesaria y retrasos.
Dependencia del mercado	Inventario	Insumos críticos solicitados	$(\text{Insumos críticos} / \text{Total de insumos utilizados}) \times 100$	2,31%	Costos elevados con respecto a los productos conseguidos con proveedor y dependencia de la disponibilidad de la pieza.
Acumulación de producto obsoleto	Residuos	Residuos acumulados en tienda	$(\text{Productos obsoletos} / \text{Utilidad en tienda}) \times 100$	26,67%	Acumulación de desechos sin función en la tienda con poca utilidad en escenarios futuros relacionado a insumos.
Residuos en el espacio de instalación	Residuos	Residuos generados por servicios	$(\text{Generación de scrap por hora} / \text{Total de limpieza de zona por hora}) \times 100$	6,40%	Acumulación de scrap en la zona de instalación aumentando la posibilidad de incidentes durante las instalaciones.
Tiempos de inactividad	Talento humano	Tiempo improductivo	$(\text{Tiempo inactivo} / \text{Total de horas laborales}) \times 100$	14,00%	Desperdicio del talento humano dentro de las horas laborales y mala administración de actividades asociadas.
Desplazamientos innecesarios	Talento humano	Tiempo improductivo en traslados	$(\text{Minutos en desplazamiento} / \text{Tiempo total trabajo}) \times 100$	3,08%	Afectación en el proceso de facturación además de las actividades de atención al cliente.
Tasa de ausentismo	Talento humano	Abandono del puesto de trabajo	$(\text{Abandonos} / \text{Total de quejas por cliente}) \times 100$	24,00%	Afectación del departamento entero por falta de personal en zonas específicas, causando más abandonos por necesidad de atención de puesto.
Rotación Laboral	Talento humano	Empleados que abandonan la empresa	$(\text{Número de bajas} / \text{Promedio de empleados}) \times 100$	25,00%	Necesidad de reclutamiento de personal por generación de despidos o renuncias.

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la Tabla 17 Análisis de desperdicios Muda se observa los distintos resultados asociados a cada desperdicio, la recolección de los factores de desperdicios se tomó de la Tabla 18 que es propia de las causas de la falta de planificación de la instalación de auto partes. Es importante mencionar que el talento humano no se obtuvo por esos datos, sino que se crearon características además de fórmulas que pudieran reflejar el factor.

Los resultados obtenidos del análisis de desperdicios se dividieron en 7 categorías que fueron mencionadas anteriormente las cuales se eligieron las más representativas como son: los retrabajos, que el desperdicio más relevante es la falta de capacitación con un 20.00% que refleja las órdenes retrasadas por la falta de herramientas didácticas del operador o falta de experiencia en operaciones en relación con nuevos productos.

En la parte de los desperdicios asociada a inventarios se identificó un 20.23% de las insuficiencias en inventario, este porcentaje tiene relevancia ya que el costo económico asociado se puede reflejar en la Tabla 12 (la tabla indica los montos de pérdida por trimestre). Este tipo de falta de insumos necesarios para seguir con los procesos de prestación de servicios, provocan costos adicionales representados a la solicitud de pedido especial.

La falta de delegación de actividades representa un 46% en el apartado de espera, esto sugiere que los colaboradores que pertenece a el cuerpo de técnicos de instalaciones actúan según la cantidad de clientes que ingresan a la tienda. Esto hace evidente la mala administración del encargado del departamento de instalaciones para la asignación de tareas y su falta de liderazgo ante las acciones tomadas por los operarios. Los resultados muestran que los tiempos de espera y satisfacción del cliente se vean afectados por la falta de planificación de actividades, la cual se ve reflejada en la Figura 72.

En los desperdicios relacionados con los sobre procesos que se generan en las operaciones actuales, desataca la deficiencia del sistema manual de registro de insumos de instalación. La representación entre esta categoría muestra un 8.89% de desperdicios relacionados a la mala gestión, es importante mencionar que los insumos necesarios para cada actividad son distintos, pero es fácil sintetizar las operaciones por la Tabla 8 Base de datos del ABC.

En la parte de defectos, se menciona que la falta de valoración previa de los vehículos es una de las causas más relevantes en esta muda con un resultado de 22.54%. Este factor puede provocar errores en el producto final, por temas de averías ajenas a la instalación solicitada por el cliente y pagos necesarios por daños a terceros si fuera el caso. El resultado indica que por la falta de control

en las operaciones se pierda los recursos necesarios para esa instalación y pérdidas adicionales por los daños encontrados.

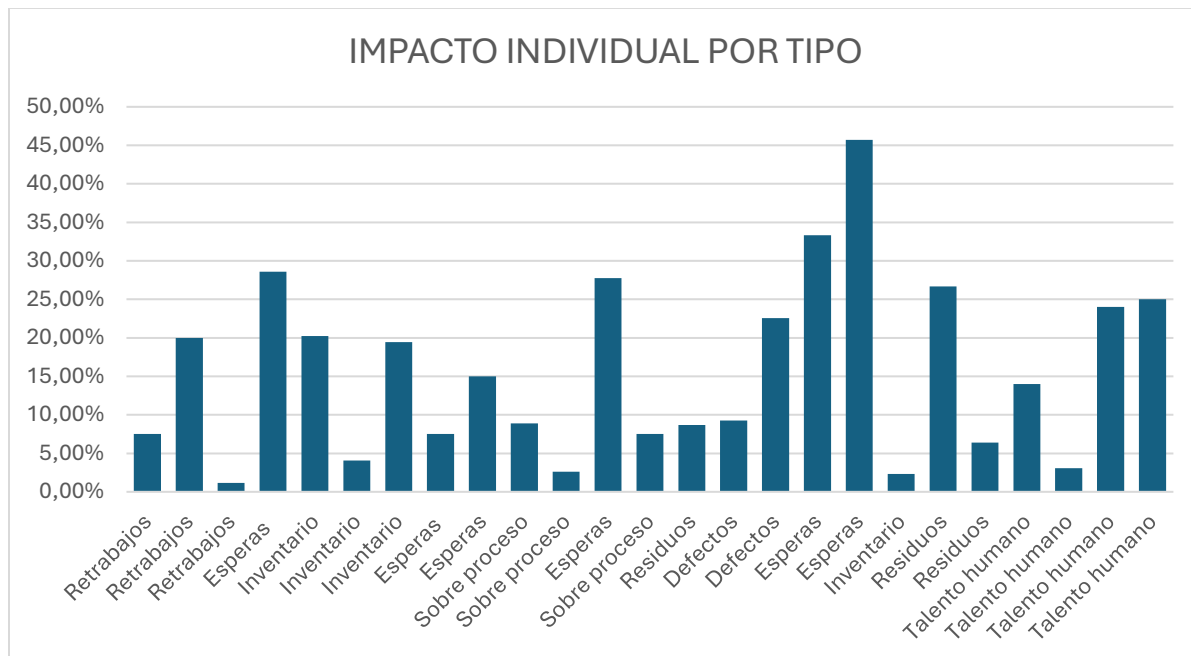
Los residuos forman parte de los desperdicios que se puedan generar en una empresa, lo cual es importante tomar en cuenta para el correcto funcionamiento de esta. Actualmente se generan acumulación de producto obsoleto que refleja un 26.67% de generación de desechos con funciones limitadas o nulas en las operaciones. La creación de scrap por parte de la tienda se debe a las diversas instalaciones realizadas y almacenaje de piezas viejas, pero funcionales que no agregan valor alguno a las actividades de instalación.

Por último, el factor del talento humano, el cual tiene dos aspectos relevantes como desperdicios son el 25% de rotación laboral que es importante mencionar que 6 de los movimientos que hubo fueron 2 despidos y 4 renunciaciones. En la parte de tasa de ausentismos que representa el 24% fueron causado por el abandono de puesto del encargado del departamento de instalación de auto partes, el cual causaba una tasa de quejas de los clientes.

En la

Figura 69 se visualiza el impacto del tipo de desperdicio que reflejó el estudio de las mudas.

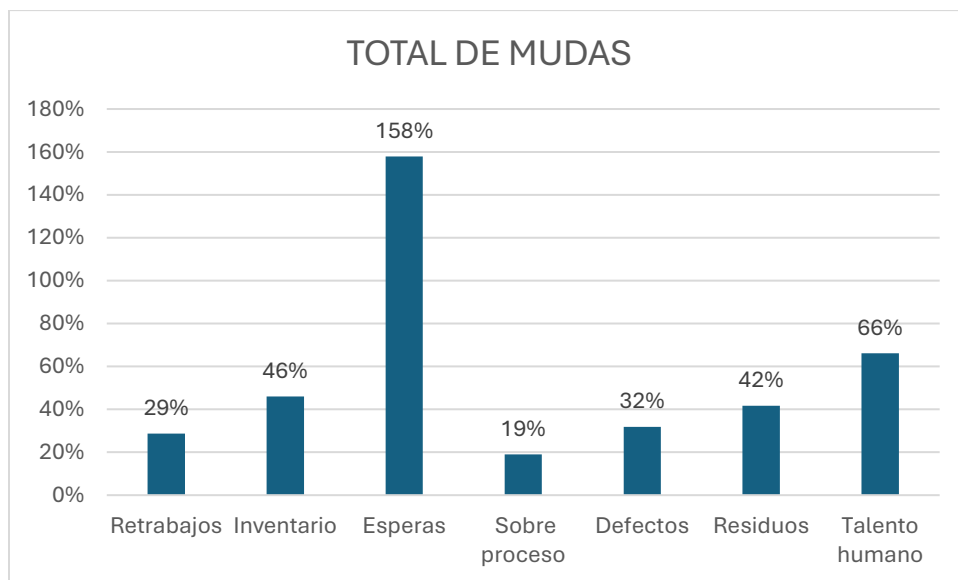
Figura 69 Impacto individual por tipo de desperdicio



Nota: Tabla 16 Análisis de desperdicio Muda

En la Figura 70 se visualiza la sumatoria de los 7 factores de desperdicios que se tomaron en cuenta en el trabajo.

Figura 70 Total por factor de desperdicio



Nota: Tabla 16 Análisis de desperdicio Muda

En la **Figura 70 Total por factor de desperdicio** se observa la sumatoria de las mudas generadas por las circunstancias que tienen incidencia en las operaciones de las ineficiencias de instalación de auto partes. La representación de las esperas en el proceso tuvo un resultado de 158% con

respecto al resto, la muda más alta del estudio que representa un impedimento que deberá ser tomados en cuenta para el planteamiento del diseño de la solución.

Análisis de las Causas

Modelo de Kano

Cuestionario Modelo de Kano – High Light Store

Tema: Satisfacción del cliente, relacionada con la falta de planificación en el servicio de instalación de autopartes.

Instrucciones para la persona encuestada:

Para cada característica, responda dos preguntas:

- A (Funcional): ¿Cómo se siente si la característica está presente?
- B (Disfuncional): ¿Cómo se siente si la característica NO está presente?

Use siempre la misma escala de respuesta:

1. Me agrada
2. Lo espero
3. Soy indiferente
4. Puedo vivir con ello
5. No me agrada

Sección A. Funcionalidades básicas (Must-be)

Estas son características esenciales para que el cliente se sienta satisfecho; su ausencia genera insatisfacción.

A1. Planificación de citas y tiempos

A (Funcional): Si la empresa organiza correctamente las citas y los tiempos de instalación...

B (Disfuncional): Si la empresa NO organiza correctamente las citas y los tiempos de instalación...

A2. Disponibilidad de piezas y herramientas

A (Funcional): Si todas las piezas y herramientas necesarias están disponibles antes de iniciar el servicio...

B (Disfuncional): Si NO hay disponibilidad de piezas o herramientas al momento de la instalación...

A3. Asignación correcta de personal

A (Funcional): Si el personal adecuado está asignado a cada instalación...

B (Disfuncional): Si NO se asigna el personal adecuado para cada instalación...

Sección B. Características de desempeño (One-dimensional)

Mientras mejor se cumplan, mayor satisfacción; mientras peor, mayor insatisfacción.

B1. Cumplimiento de tiempo estimado

A (Funcional): Si se completa la instalación en el tiempo estimado gracias a una planificación adecuada...

B (Disfuncional): Si NO se cumple el tiempo estimado debido a falta de planificación...

B2. Comunicación de retrasos y cambios

A (Funcional): Si se informa oportunamente sobre retrasos o cambios en el servicio...

B (Disfuncional): Si NO se comunica ningún retraso o cambio...

B3. Coordinación interna entre departamentos

A (Funcional): Si todos los departamentos trabajan coordinados para que el servicio se cumpla según lo prometido...

B (Disfuncional): Si NO hay coordinación interna y surgen problemas en el servicio...

Sección C. Características que generan sorpresa (Delighters)

No son esperadas, pero si están presentes, generan mucha satisfacción.

C1. Recordatorios automáticos de cita

A (Funcional): Si recibe recordatorios automáticos sobre su cita y tiempo estimado...

B (Disfuncional): Si NO recibe ningún recordatorio sobre su cita...

C2. Sugerencias personalizadas de planificación

A (Funcional): Si la empresa ofrece recomendaciones para organizar futuras instalaciones o mantenimientos...

B (Disfuncional): Si NO recibe ninguna sugerencia para planificar servicios futuros...

C3. Visualización del avance del servicio

A (Funcional): Si puede seguir en tiempo real el progreso del servicio a través de WhatsApp o aplicación...

B (Disfuncional): Si NO puede seguir el progreso del servicio...

Sección D. Características neutras (Indiferentes)

Su presencia o ausencia no afecta significativamente la satisfacción.

D1. Personal con uniforme corporativo

A (Funcional): Si el personal usa uniforme oficial de High Light Store...

B (Disfuncional): Si el personal NO usa uniforme oficial...

D2. Sala de espera con comodidades adicionales

A (Funcional): Si el área de espera ofrece café o aire acondicionado...

B (Disfuncional): Si el área de espera NO ofrece estas comodidades...

Sección E. Características que disminuyen la satisfacción (Reverse)

Su presencia disminuye la satisfacción; su ausencia aumenta satisfacción.

E1. Cambios de último minuto sin avisar

A (Funcional): Si se realizan cambios en la cita o servicio sin previo aviso...

B (Disfuncional): Si NO se realizan cambios inesperados...

E2. Sobrecarga de citas por falta de planificación

A (Funcional): Si se agenda más clientes de los que se pueden atender, generando retrasos...

B (Disfuncional): Si NO se sobrecarga la agenda y se respetan los tiempos...

Anteriormente se presentó la estructura de la encuesta de Kano, la cual constituye una herramienta fundamental para comprender las expectativas y percepciones de los clientes en relación con un producto o servicio. Esta metodología permite clasificar los atributos en categorías que van desde los requerimientos básicos hasta aquellos que generan satisfacción y diferenciación en el mercado. Su importancia radica en que no solo identifica lo que los clientes esperan de manera implícita,

sino también aquello que puede sorprenderlos positivamente y fidelizarlos. Además, facilita la recolección de datos con un formato sencillo de comprender para aquellos que la realizan.

A continuación, en la Figura 71 se presenta las preguntas relacionadas al nivel de citas programadas para las instalaciones.

Figura 71 Gráfico de planificación de operaciones



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 71 Gráfico de planificación de operaciones** se representan la problemática relacionados con la incorrecta organización de las citas de instalación agendadas, la cantidad de reprogramaciones y cancelación están reflejadas en la Figura 57. Las respuestas recolectadas brindan un panorama de los clientes relacionado a la problemática de la falta de planificación. Las repuestas indicaron un 50% de clientes que indican un desagrado con el suceso de la falta de organización por parte de la empresa.

En la Figura 72 se visualiza las respuestas de los clientes relacionados a los tiempos de operación.

Figura 72 Gráfico de falta de tiempos estimados de operación



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 72 Gráfico de falta de tiempos estimados de operación**, se representa los resultados de la encuesta con respecto al factor de tiempo medio de las operaciones de instalación, las cuales son afectadas por diversos factores expuesto en la Tabla 17 Análisis de desperdicios Muda. Los

resultados indicaron que hay un 50% de los clientes que presentan un disgusto relacionado a la mala planificación de los tiempos con respecto a la demanda o necesidad de cumplimiento de las citas agendadas previamente.

En la Figura 73 se observa los atrasos relacionados con la solicitud de pedido especial.

Figura 73 Gráfico de la satisfacción con respecto a la disponibilidad de insumos



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 73 Gráfico de la satisfacción con respecto a la disponibilidad de insumos**, este elemento ilustrativo presenta la cantidad de quejas relacionadas a la falta de insumos en el mes de septiembre. Los valores son relevantes para solucionar parte de las fórmulas presentadas en la herramienta de la Tabla 17, de igual manera nos proporciona la opinión del cliente ante esta situación y la posibilidad de disminución de la situación actual con la implementación del sistema.

En la Figura 74, se visualiza la respuesta de los clientes ante las ineficiencias del servicio de instalación.

Figura 74 Gráfico de ineficiencias del servicio de instalación



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 74 Gráfico de ineficiencias del servicio de instalación** se aprecia las respuestas recolectadas con la herramienta Kano que nos deja visualizar un 67% de los clientes que se

pronuncian con un desagrado ante los retrasos de los servicios de instalación. Esto supone que las situaciones están relacionados a la necesidad de un pedido especial por parte de la empresa, esto representa un defecto en los procesos actuales de instalación de auto partes que se observa en la explicación de la Tabla 17, además de los cambios que se deben de hacer.

En la Figura 75 y

Figura 76, se aprecia la satisfacción del cliente en relación con la falta de planificación en las instalaciones.

Figura 75 Gráfico de cambios a último minuto



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 75 Gráfico de cambios a último minuto** indican que la situación actual representa un obstáculo en la prestación de servicios de calidad, esto supone que los estudios realizados a las operaciones pueden verse reflejados en la satisfacción del cliente con un 83% de descontento con el funcionamiento de las operaciones. Los cambios a último minuto, que genera las insuficiencias en inventario sobre cualquier insumo para llevar a cabo las actividades de instalación indican la poca fidelidad que pueda generar en el cliente la experiencia actual.

En la

Figura 76 se observa la insatisfacción del cliente con respecto a la falta de planificación de la capacidad de prestación de servicios.

Figura 76 Gráfico de falta de planificación de capacidad



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la

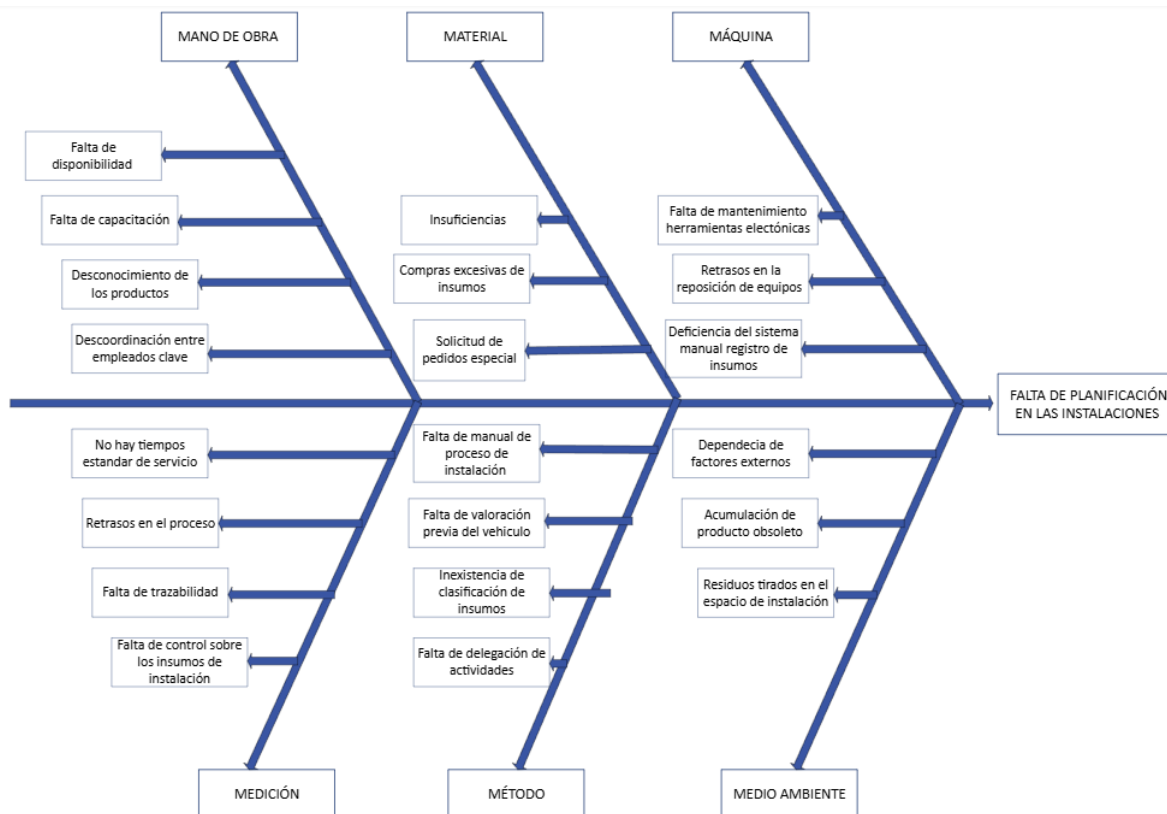
Figura 76 Gráfico de falta de planificación de capacidad es importante notar dos puntos que representa los resultados como es el poco asombro de los clientes ante la falta de planificación de las operaciones con un 17%, esto plantea que los servicios brindados son del agrado del cliente, pero la experiencia en ciertas partes del proceso opaca las fortalezas que brindan. Con respecto a las clientes que muestran aflicción ante la situación representa un 75% de las malas experiencias brindadas por la empresa a sus clientes.

Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o espinas de pescado que se puede apreciar en la

Figura 77, muestran el problema de ineficiencia en la instalación de auto partes. Esta herramienta tiene peso por su función de denotar una causa raíz de la problemática planteada, pero es también muy utilizada por ser vista como recolector de causas que se usarán para la elaboración del diagrama de Pareto con el fin de sacar el 80-20, esto permitirá que la investigación pueda centrarse en los problemas con mayor incidencia.

Figura 77 Ishikawa ineficiencia en la instalación de auto partes



Nota: Jorge Peña Hurtado

A continuación, se presenta el análisis de las 6M presentada en la

Figura 77 para este problema:

Mano de obra: los colaboradores tienen poca disponibilidad para atender tareas relacionadas con las instalaciones, por temas de acumulación de servicios o la mala planificación de las actividades.

Los atrasos se pueden deber a varios factores, pero la falta de capacitación para la instalación de

ciertos productos de la tienda es una de ellas, esto provoca retrasos en los tiempos de respuesta ante la demanda y esto se debe al desconocimiento de los productos.

La trazabilidad de un proceso es clave para su correcta ejecución, la interrupción del flujo puede ocasionar no conformidades durante la actividad. Los colaboradores del departamento de instalación de auto partes sufren cierta descoordinación a la hora de la prestación de servicios, esto representa atrasos en las tareas además de una afectación en la calidad del producto final. La satisfacción del cliente depende de los factores de funcionamiento además de tiempos de espera, esto refiere la importancia de estas causas.

Material: las materias primas que se requieren para llevar a cabo el proceso de instalación no están disponibles, lo que significa que no se cuenta con el insumo o materia prima como tal para llevar a cabo el trabajo. Los procesos asociados a esta problemática se tratan con un pedido especial (se trata de encargarle la tarea a un mensajero para que se encargue de conseguir el faltante en un local externo) el cual se factura con ese nombre y se vende a precio de mercado.

Los excesos son parte del día a día del departamento, esto provoca un costo adicional por almacenamiento. Los costos asociados a estas malas prácticas a la hora de la compra de insumos asociado a las actividades de la tienda suponen una pérdida económica, los excesos no solo representan una problemática tan singular, sino que puede provocar la creación de material obsoleto por la revocación del producto por su bajo número de rotación en inventario.

Máquina: los equipos necesarios para los procesos del departamento son variados, pero particularmente los componentes electrónicos tienen un nivel de incidencia mayor lo que dificulta el trabajo de los técnicos de instalaciones. La falta de mantenimiento de las herramientas produce averías que pueden ser tratadas con mantenimiento, pero en ocasiones se requiere el cambio completo del instrumento, los tiempos de espera para los recambios son extensos en algunos escenarios lo que supone una afectación en el método de instalaciones futuras.

El sistema de registro de insumos tiene un rendimiento deficiente por temas de la necesidad del encargado de tienda para realizar la recolección de los datos, esto se debe a que las actividades paralelas a la prestación de servicios es necesario mantener un monitoreo constante. La creación de las boletas de servicios contiene los materiales además de las piezas que se instalaron, pero ese reporte no es preciso en ocasiones por la falta de control adecuado.

Medición: la falta de control de los procesos se da por que no se cuenta con tiempos estándar con los que trabajar según la pieza además de los retrasos que se producen por medio del abandono de

puestos por la necesidad de cubrir otras tareas. Las acciones tomadas por los colaboradores del departamento causan una falta de trazabilidad en el proceso de instalación de auto partes, la cual puede ser controlada con una futura existencia de indicadores asociados.

La falta de medición en los insumos de la instalación de auto partes representa consecuencias a corto como largo plazo, eso depende de los servicios brindados ya que eso ocasiona el consumo de los materiales. La insuficiencia en inventario representa situaciones mencionadas anteriormente además de costos asociados por los faltantes, la respuesta ante esta problemática es el uso del servicio de entregas para cumplir con la necesidad momentánea de la empresa.

Método: el trabajo realizado por el departamento de instalaciones a la hora de delegación de actividades para el cuerpo de técnicos de instalación es deficiente, esto causa una mala remuneración para los colaboradores por los servicios prestados por su falta de control de las piezas instaladas por cada operario. Esta situación se debe a la falta de valoración previa del vehículo por parte de técnicos y encargado del departamento, lo que lleva a la mala administración de la mano de obra.

Los insumos necesarios para cada instalación no se encuentran a la mano a la hora de realizar el alistado de los carritos de trabajo, ya que los insumos no están debidamente clasificados por tipos, lo que genera un atraso por parte de los técnicos de instalación. Las situaciones asociadas a esa inexistencia de estandarización en el acomodo de los insumos generan una consecuencia mayor a la hora de instalar una pieza nueva en inventario por su falta de manual de proceso.

Medio ambiente: el medio ambiente es un factor que puede afectar el rendimiento de una línea de producción entera, en este caso sería la prestación de servicios de instalación de componentes extras de carácter decorativo además de las auto partes. Los trabajos se ven perjudicados por la dependencia de factores externos como los tiempos de espera generados por el servicio de entrega para transportar el requerimiento como la disponibilidad del componente en el mercado.

La acumulación de material obsoleto que generan los procesos de instalación es una situación actual, esto son componentes viejos pero funcionales, que no tiene un proceso para su correcta evacuación. El transporte de ese material fuera del área de instalación genera desechos más pequeños que queda en el área, esto puede ocasionar accidentes en la tienda a un operador o la posibilidad de daños a terceros.

Diagrama de Pareto

En la Tabla 18 se presenta los datos de las causas encontradas con la herramienta de la

Figura 77 donde está representado el problema en estudio de la falta de planificación, esto sugiere la cuantificación de las causas. La incidencia de cada causa refleja como resultado la causa raíz de la problemática del proyecto, con los datos recolectados se calcula el porcentaje que representa en la totalidad del estudio, posteriormente aplicar la técnica del 80-20.

Tabla 18 Recolección de causas

CAUSAS	CÓDIGO	RECOLECCIÓN	PORCENTAJE UNITARIO	PORCENTAJE ACUMULADO
Deficiencias del sistema manual de registro de insumos	A	16	10%	10%
Falta de control sobre los insumos de instalación	B	15	9%	19%
Solicitud de pedido especial	C	14	8%	27%
Falta de delegación de actividades	D	13	8%	35%
Falta de trazabilidad	E	13	8%	43%
Retrasos en el proceso	F	12	7%	50%
Falta de valoración previa del vehículo	G	10	6%	56%
Descoordinación entre empleados clave	H	10	6%	62%
Residuos en el espacio de instalación	I	8	5%	67%
Falta de tiempos estándar de servicio	J	8	5%	72%
Falta de disponibilidad	K	7	4%	76%
Compras excesivas de insumos	L	7	4%	80%

CAUSAS	CÓDIGO	RECOLECCIÓN	PORCENTAJE UNITARIO	PORCENTAJE ACUMULADO
Inexistencia de calificación de insumos	M	6	4%	84%
Insuficiencias	N	5	3%	87%
Dependencia del mercado	Ñ	4	2%	89%
Falta de manual de procesos de instalación	O	4	2%	92%
Acumulación de producto obsoleto	P	4	2%	94%
Falta de mantenimiento herramientas electrónicas	Q	3	2%	96%
Retraso en la reposición de equipos	R	3	2%	98%
Desconocimiento de los productos	S	2	1%	99%
Falta de capacitación	T	2	1%	100%
Total	21	166	100%	

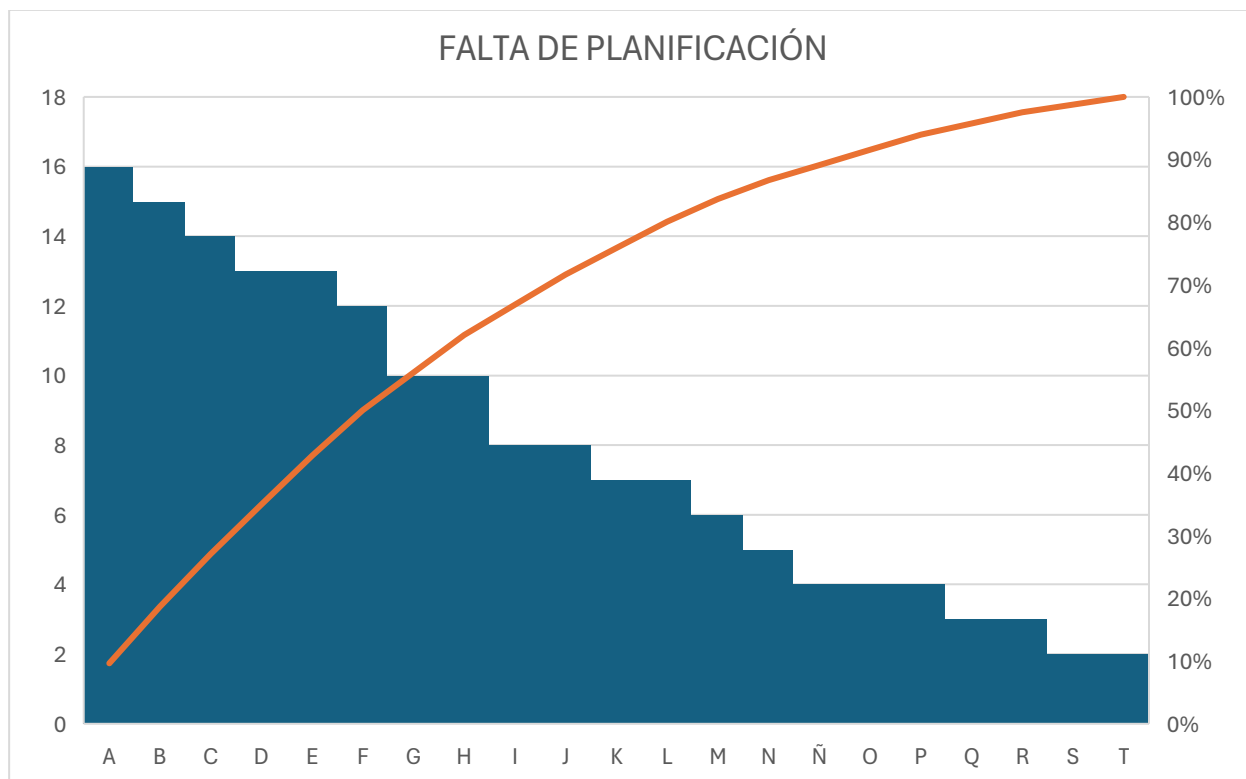
Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 18 Recolección de causas** se observa cuatro apartados, para la conformación de la base de datos para sustentar el diagrama de Pareto se necesita un recolector de causas como fue la herramienta del diagrama de Ishikawa para posteriormente colocarlas en el recuadro para comenzar su recolección que comprende un bimestre. Posterior a la recolección de los datos se traduce a porcentaje que representa una parte del 100% de las causas, este se calcula por medio de la cantidad de incidencia de una causa/ el total de causas recolectadas.

En la

Figura 78 se presenta el diagrama de Pareto para la falta de planificación.

Figura 78 Diagrama de Pareto



Nota: Tabla 13 Recolección de causas

Dentro del proceso de diagnóstico previo a la implementación de un sistema MRP (Planificación de Requisitos de Material) en la empresa de servicios de instalación de autopartes, resulta fundamental identificar las principales limitaciones que afectan la eficiencia y confiabilidad de las operaciones. En este contexto, se elaboró la

Figura 78 Diagrama de Pareto para analizar las causas vinculadas a la falta de planificación, las cuales representan un factor crítico que impacta directamente en la programación de los recursos, la disponibilidad de materiales y el cumplimiento de tiempo promedio de servicio mostrados en la Tabla 16.

El principio de Pareto establece que un reducido número de causas es responsable de la mayoría de los efectos negativos dentro de un sistema. Al aplicar esta herramienta, se comprobó que de un total de veinte factores analizados (A–T), únicamente ocho de ellos se concentran cerca del 80% de las incidencias relacionadas con la falta de planificación. Esto significa que los problemas que limitan la eficiencia de la empresa no están dispersos de forma homogénea, sino que se concentran en un grupo reducido de causas críticas.

Esta información es esencial para la implementación del MRP, ya que permite enfocar los esfuerzos en aquellas áreas donde la falta de planificación tiene mayor impacto. En un sistema de

servicios de instalación de autopartes, dichas causas suelen estar asociadas a la deficiencia del sistema actual de registro de insumos, la falta de control en los procesos, costos adicionales fuera de inventario y retrasos constantes. Al no existir un sistema estructurado de planificación, se generan reprogramaciones constantes, aumento en los tiempos muertos, sobrecostos operativos y una baja en la satisfacción del cliente final.

El análisis realizado evidencia que la gestión de materiales y la coordinación de los recursos se encuentran entre las áreas más afectadas por la falta de planificación. En este sentido, la adopción de un sistema MRP se justifica como la solución más adecuada, al permitir una programación anticipada de requerimientos de materiales, una mejor distribución de la carga de trabajo y una reducción significativa en los tiempos de espera asociados a los procesos de instalación. Al centrarse en las causas más influyentes, el MRP se convierte en una herramienta estratégica que ataca directamente la raíz del problema en lugar de dispersar recursos en factores de bajo impacto.

En conclusión, el análisis de Pareto aplicado a la falta de planificación en la empresa demuestra que los problemas críticos se concentran en un grupo reducido de causas que afectan directamente la gestión de materiales, la programación de recursos y el cumplimiento de tiempos de entrega. La incorporación del sistema MRP permitirá mitigar estas deficiencias de manera estructurada, garantizando mayor confiabilidad en la planificación, reducción de desperdicios operativos y una mejora sustancial en la eficiencia del servicio de instalación de autopartes. Este diagnóstico constituye un fundamento sólido para justificar la implementación del MRP como herramienta clave.

CAPÍTULO V DISEÑO

En el apartado de diseño, se establece un componente fundamental del presente trabajo, ya que permite transformar el análisis estratégico en una propuesta estructurada para la implementación del sistema MRP en la empresa de servicios de instalación de autopartes. Para ello, se ha empleado el modelo Canvas como herramienta de representación integral, en el cual se definen los recursos clave, actividades, socios estratégicos, propuesta de valor y estructura de costos asociados a la planificación de materiales. Este enfoque facilita la conexión entre la problemática diagnosticada como es la falta de planificación, deficiencias en el sistema manual, ausencia de control de insumos, solicitudes especiales, falta de trazabilidad y retrasos en los procesos.

La solución propuesta mediante un sistema digital soportado en indicadores de desempeño, auditorías internas y tiempos de reabastecimiento definidos. De esta manera, se colocan las bases para un diseño técnico que permita garantizar la disponibilidad de materiales, optimizar los procesos y asegurar la trazabilidad de las operaciones. Para garantizar una implementación exitosa del sistema, en el proyecto se realizó un análisis económico para tomar en cuenta la capacidad de pago de la empresa según se flujo de caja además de el VAN, TIR y Pay back que reflejan la viabilidad del proyecto.

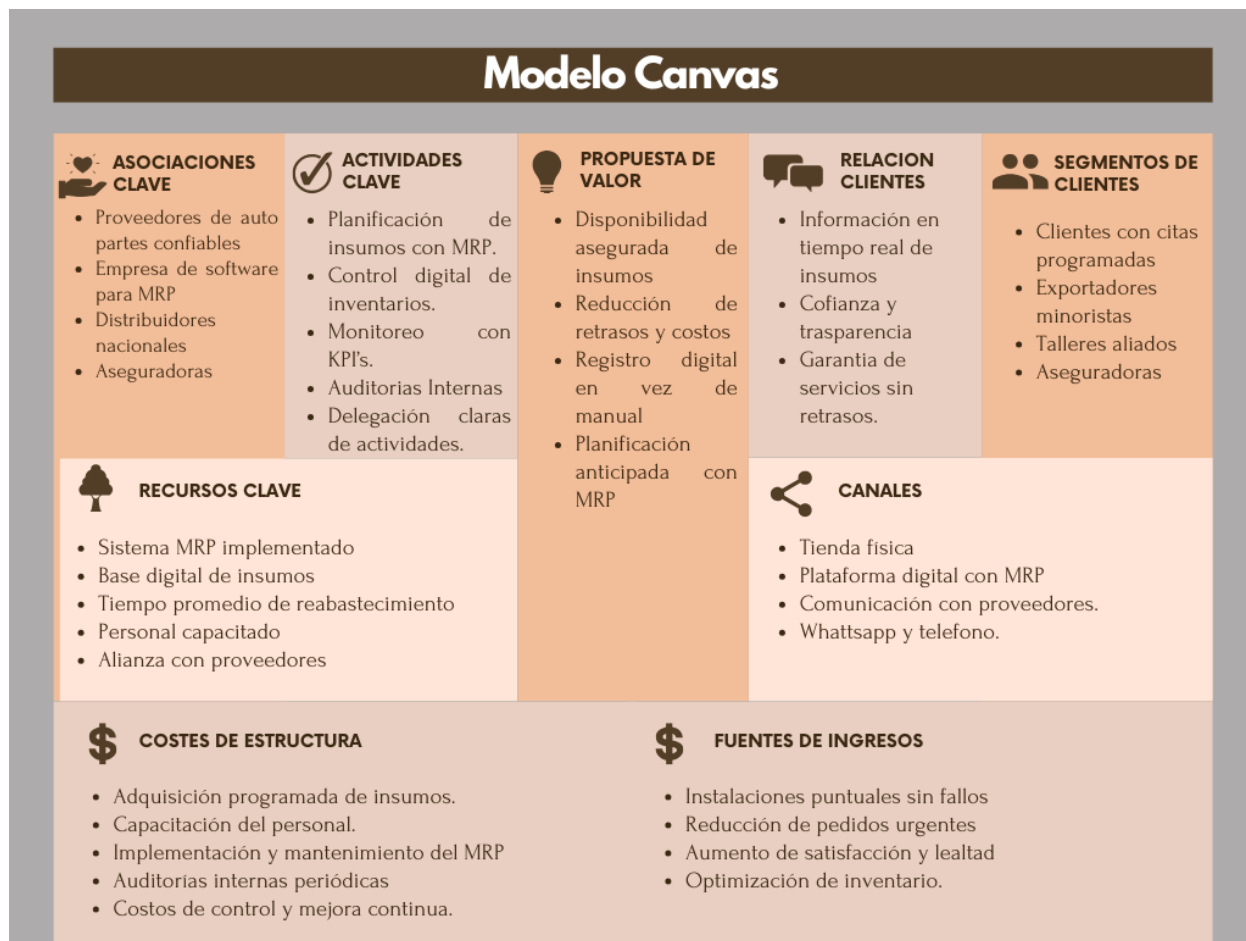
Diseño

El modelo Canvas constituye una herramienta estratégica que permite visualizar de manera integral la estructura y el funcionamiento de la empresa, identificando sus elementos críticos y la forma en que estos se relacionan entre sí. En relación con el proyecto, el Canvas se utiliza como puente entre la estrategia y la operación, ya que facilita traducir la propuesta de valor y los recursos clave en procesos concretos que sustentan la implementación del MRP. De esta manera, el diseño del sistema de planificación de materiales se orienta directamente a resolver la problemática detectada de falta de planificación, ya que, al definir actividades, socios clave, recursos y costos asociados, se logra estructurar un modelo operativo capaz de garantizar la disponibilidad de insumos, mejorar la trazabilidad y reducción en los retrasos de instalaciones de autopartes.

En la

Figura 79 se observa el modelo a seguir para confección del diseño del proyecto.

Figura 79 Gráfico de Modelo Canvas



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la

Figura 79 Gráfico de Modelo Canvas se visualiza la estructura que conforma el diseño del trabajo final de graduación. La elección de la metodología canvas se da por su planteamiento que evidencia la propuesta de valor que aporta el proyecto en curso, además del planteamiento claro que brinda al que la emplea. En la figura se visualiza distintos apartados como asociaciones claves, actividades

clave, propuestas de valor, relación con clientes, segmento de clientes, recursos clave, canales, coste de estructura y fuentes de ingresos que explican el desarrollo planteado.

Lista de Materiales (BOM)

La lista de materiales es una parte fundamental en la composición de un sistema MRP, ya que es lo que enriquece la base de datos en relación con los componentes que son necesarios para la correcta prestación de servicios en relación con la instalación de auto partes. En el apartado de diseño se desarrollará una base de datos para el top 10 de los productos de alta prioridad reflejados en el análisis ABC que se confecciona con los registros de los servicios en un periodo trimestral, es importante mencionarlo porque la propuesta a las empresas y el boceto del diseño llevarán estos apartados.

En la Figura 80 se aprecia la composición de la lista de materiales y sus respectivos apartados.

Figura 80 Diseño del BOM

Nivel	Código	Descripción del ítem	Tipo de recurso	Unidad	Cantidad requerida	Tiempo de entrega	Proveedor
0	POL-001	Servicio de instalación de polarizados	Servicio	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	CAR-001	Carrito móvil de herramientas	Equipo auxiliar reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	DIS-001	Dispensador de jabón	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	CON-001	Jabón	Consumible	Mililitro	4	0	Proveeduría interna
2	CON-002	Agua	Consumible	Mililitro	500	0	AYA
1	POL0000	Papel de polarizado	Materia Prima	Metro	3	122	Koolfilm
1	CUT-001	Hojas de cúter	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	CUT-002	Hoja grande	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	CUT-003	Hoja pequeña	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	PAL-001	Paletas	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	PIS-001	Pistola de calor	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la Figura 80 se visualiza la lista de materiales, la componen distintos apartados que serán explicados a continuación:

Nivel

En el apartado de niveles se encuentra una escala que va a de 0 en adelante, esto sirve para jerarquizar los componentes que son requeridos para la prestación de servicios, estos números tienen significados relacionados a cada parte necesaria para llevar a cabo la actividad. El nivel 0

representa a los servicios brindados por la instalación, seguidamente sigue el 1 que representa los insumos o componentes que son necesarios para producir el nivel superior y por último están el 2 en adelante que representa los subcomponentes necesarios para el nivel 1.

Código

Los códigos en los sistemas de cualquier tipo ayudan a identificar las características y funcionalidades de todo tipo de ítems, en el caso de una empresa de servicios de instalación de auto partes es importante identificar los servicios e insumos que requiere cada proceso. La creación de los códigos fue brindada por el sistema operativo que posee la empresa para llevar el control de existencias de inventario y procesos similares.

Descripción del ítem

La descripción del ítem en el sistema es una ayuda visual para los colaboradores de la empresa para la identificar cada componente reflejado en la base de datos además de la racionalización por parte del software MRP, esto crea la relación entre los códigos registrados y las características de los productos o insumos a la hora de la programación. La información proporcionada tiene que ser simple y concisa para garantizar el entendimiento de las especificaciones.

Tipo de recurso

Este apartado clasifica los elementos que intervienen en el servicio o proceso productivo, identificando si se trata de materiales, herramientas o equipos reutilizables. Su propósito es definir la naturaleza del recurso y su función dentro del proceso, ya sea como insumo que se consume, equipo de apoyo o materia prima que es pieza fundamental. Esta clasificación permite al MRP gestionar de forma diferenciada los materiales de inventario y los recursos operativos, garantizando una planificación más precisa y eficiente.

Unidad

La unidad de medida especifica la forma en que se cuantifica cada recurso dentro de la lista de materiales. Puede expresarse en unidades, metros, kilogramos, litros, horas, usos, entre otras, dependiendo de la naturaleza del elemento. Este apartado es fundamental para estandarizar la información y permitir que el sistema MRP realice correctamente los cálculos de requerimientos, costos e inventarios. Una unidad bien definida evita errores en la conversión de medidas y asegura la coherencia entre compras, almacén y ejecución del servicio.

Cantidad requerida

La cantidad requerida indica el número exacto de unidades, metros o tiempo que se necesita de cada recurso para producir una unidad del servicio o producto final. Este valor es esencial para el cálculo de necesidades brutas y netas dentro del MRP, ya que permite determinar cuántos materiales deben solicitarse o liberarse según el plan de producción. Su correcta determinación también contribuye al control de desperdicios y a la optimización del uso de los recursos disponibles.

Tiempo de entrega

El tiempo de entrega representa el plazo necesario para disponer del recurso, ya sea a través de un pedido al proveedor o de una preparación interna. Incluye los días requeridos para la compra, transporte y recepción del material, o bien para la asignación de personal o equipos en el caso de recursos internos. En el MRP, este dato es clave para programar las órdenes de compra o producción con anticipación, asegurando que los materiales estén disponibles justo a tiempo y evitando interrupciones en el servicio.

El estándar que se escogió para este apartado es la cuantificación del tiempo en días, es importante aclarar este punto ya que en algunos tiempos de espera se planteara un 0 en el apartado de tiempos de entrega por que la duración de ese componente es tan baja que no representa un peso considerable en la planificación en los tiempos de reposición (esto se refiere a que un contenedor lleno de materia prima no va a ser atrasado por un faltante de un rollo de teipe a modo de ejemplo, ya que este tipo de insumos se consiguen en comercios nacionales).

Proveedor

El apartado del proveedor identifica la fuente de suministro del recurso, que puede ser un proveedor externo o una dependencia interna de la empresa (por ejemplo, el almacén o el taller). Este campo permite al MRP vincular cada recurso con su origen, facilitando la trazabilidad, la gestión de compras y la evaluación del desempeño de los proveedores. Además, sirve para mantener actualizada la base de datos de abastecimiento, asegurando una comunicación fluida con los responsables del suministro y evitando retrasos o rupturas en la cadena de aprovisionamiento.

Filosofía Kaizen

La implementación de la filosofía Kaizen en High Light Store se orienta a establecer una cultura de mejora continua que promueva la optimización constante de los procesos asociados a la

planificación, control y ejecución de los servicios de instalación de autopartes. Esta filosofía busca consolidar un entorno de trabajo en el cual todos los colaboradores participan activamente en la identificación de oportunidades de mejora, el planteamiento de soluciones y la reducción de desperdicios operativos que pueden afectar la eficiencia del sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP).

El enfoque Kaizen se aplica de forma estructurada, promoviendo pequeños cambios sostenibles con el tiempo, con base en la colaboración entre áreas y la estandarización de las mejores prácticas. Su aplicación permitirá fortalecer la disciplina operativa, mejorar la calidad del servicio y mantener la mejora continua del sistema MRP una vez implementado.

Estrategia para el diseño de la implementación

Sensibilización y capacitación del personal: Se desarrollarán jornadas de formación dirigidas al personal operativo y administrativo, con el objetivo de generar conciencia sobre la importancia de la mejora continua. En dichas capacitaciones se abordarán los principios Kaizen, las herramientas básicas de análisis y la forma en que cada colaborador puede contribuir a la eficiencia de los procesos y al uso adecuado del MRP.

Creación de equipos de mejora: Son equipos relacionados con las auditorías planteadas, posterior a ese proceso se mantendrá personal encargado de monitoreo constante. Estos equipos tendrán autonomía para analizar los procedimientos relacionados con el control de inventarios, la planificación de servicios, la gestión de proveedores y la trazabilidad de los materiales.

Identificación y priorización de oportunidades de mejora: A partir de reuniones periódicas, los equipos realizarán revisiones sistemáticas de los flujos de trabajo. Se priorizarán las oportunidades de mejora con base en su impacto en la productividad, la calidad del servicio, la comunicación entre áreas y la optimización del uso de los recursos del sistema MRP.

Aplicación de mejoras incrementales: Las acciones de mejora se implementarán de forma gradual, utilizando el ciclo PHVA (Planear–Hacer–Verificar–Actuar) como herramienta metodológica para garantizar el control y sostenibilidad de los cambios. Cada propuesta será documentada, evaluada y ajustada según los resultados obtenidos en las fases de verificación.

Seguimiento, evaluación y retroalimentación: De acuerdo con los indicadores de desempeño (KPI's) orientados a medir el impacto de las mejoras implementadas. Los resultados serán

compartidos con los colaboradores a través de reuniones o tableros visuales, reforzando la transparencia, la participación y el compromiso con la mejora continua.

Ámbitos de aplicación del Kaizen

La filosofía Kaizen se aplica principalmente en las siguientes áreas de la empresa:

- Gestión de inventarios y reabastecimiento: optimización de los registros y reducción de errores en la entrada de datos en el MRP.
- Planificación de servicios: análisis de los tiempos de respuesta, coordinación entre departamentos y cumplimiento de las órdenes de instalación.
- Atención al cliente: revisión continua de los procedimientos administrativos y operativos para mejorar la satisfacción y la experiencia del cliente.
- Procesos de auditoría interna: evaluación sistemática de los estándares de trabajo para asegurar la disciplina operativa y la actualización permanente del sistema.

Reestructuración de procesos

En el diseño para la implementación del proyecto de un sistema de requerimiento de materiales, se deben plantear nuevos escenarios relacionados a las nuevas actividades. La reestructuración en los procesos no es general, ya que el servicio de facturación y atención al cliente no sufrirán cambios notorios, en cambio el proceso de instalación de auto partes se propuso cambios relacionados a la integración de la solución. La creación de procesos también es parte de la filosofía de mejora continua que se desea implementar en la empresa, en relación con esos objetivos se creó el proceso de requerimientos de materiales y compras.

La implementación del sistema de requerimiento de materiales permitirá optimizar la gestión del inventario y el control de los recursos disponibles en la empresa. Al contar con un proceso estructurado, se podrán anticipar las necesidades de insumos, evitando atrasos en las instalaciones y reduciendo la posibilidad de sobrecostos por compras urgentes o innecesarias. Además, esta herramienta facilitará la coordinación entre las áreas de almacén y compras, generando un flujo de información más claro y oportuno. Con ello, se mejora la toma de decisiones y se asegura una mayor eficiencia operativa en la planificación de los trabajos.

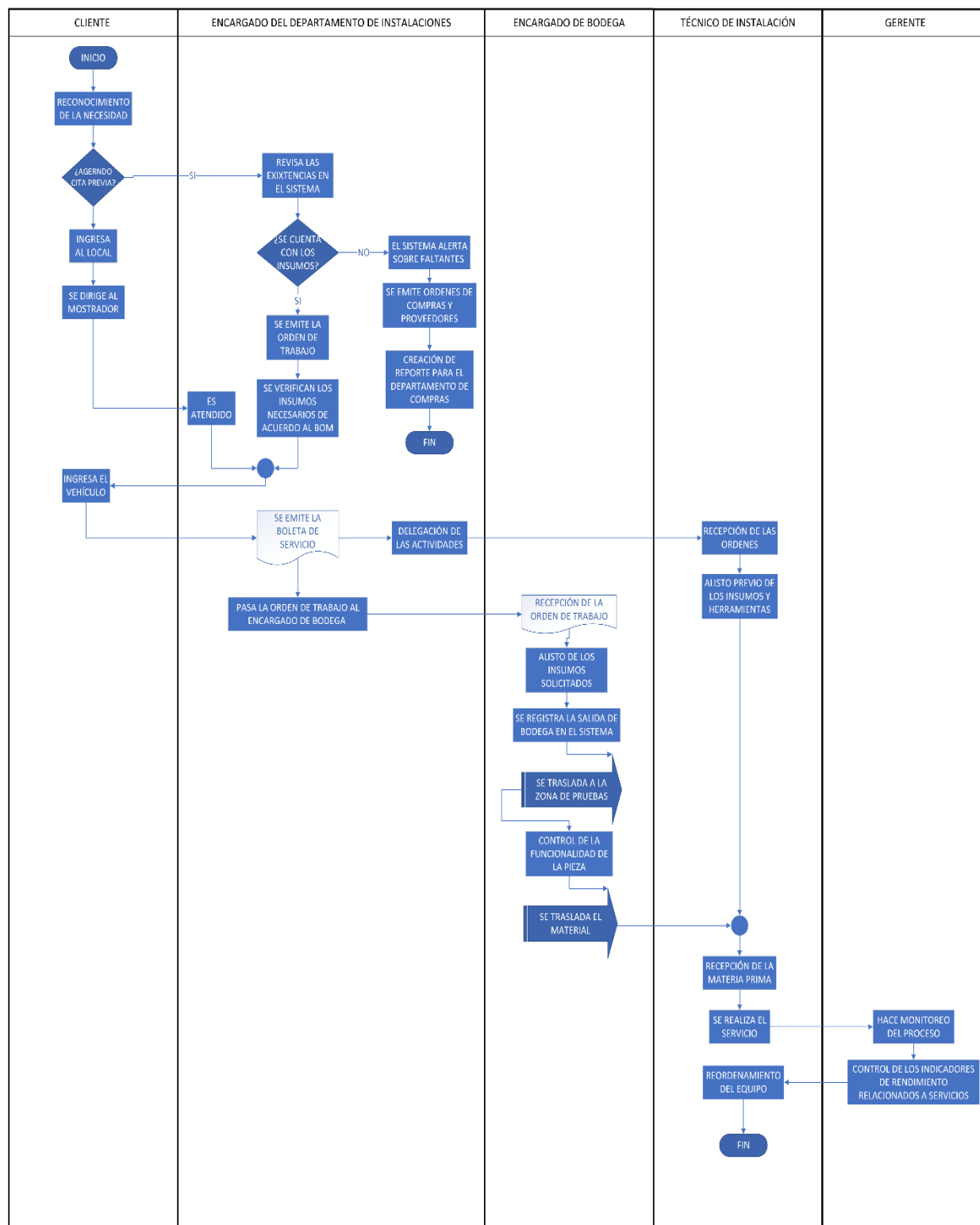
Por otra parte, la integración de este nuevo sistema con los procedimientos actuales representa un paso hacia la modernización tecnológica y administrativa de la empresa. Su aplicación no solo fortalece el control interno, sino que también contribuye a establecer una cultura organizacional

basada en la calidad y la mejora continua. El personal involucrado deberá recibir capacitación para adaptarse a las nuevas metodologías, lo que promoverá el desarrollo de competencias y un mayor compromiso con los objetivos institucionales. En conjunto, estas acciones consolidan el proyecto como una estrategia integral para incrementar la productividad y la competitividad de la organización.

En la

Figura 81 se observa el proceso reestructurado de los servicios de instalación de auto partes.

Figura 81 Nuevo proceso de instalación de auto partes



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la

Figura 81 Nuevo proceso de instalación de auto partes , se visualiza los cambios relacionados al diseño de los nuevos procesos de prestación de servicios relacionados con la implementación del sistema MRP. Las funciones que posee el software aportan la automatización de la planificación y control de materiales, estas incorporaciones facilitan la integración de bodega, compras y servicios técnicos bajo una misma plataforma de información. La incorporación de la herramienta al flujo del proceso descrito es fundamental para la medición y reajustes del sistema, esto se debe las demandas reales que se pueda presentar durante periodos mensuales.

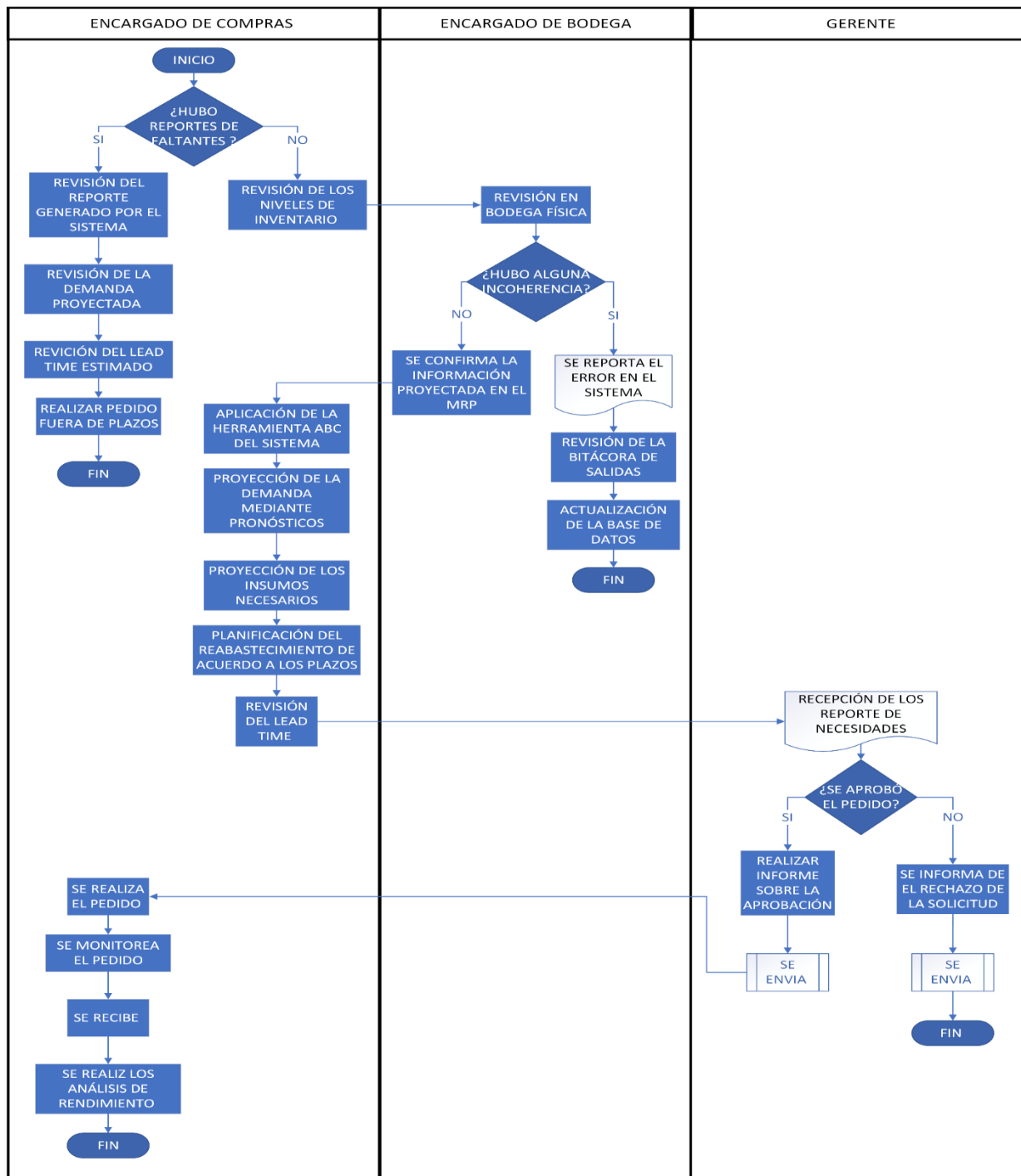
Sobre los ajustes en el proceso destaca las consultas que se deben de realizar antes de la prestación de servicios, de acuerdo con el nivel de inventario que se tenga en bodega para enfrentar la demanda de servicios de instalación, el sistema resalta alertas relacionados a las órdenes de trabajos creadas y crea informes para el departamento de compras relacionado a los insumos necesarios para la prestación de servicios. La inexactitud de los insumos críticos para continuidad de las operaciones son problemas superados debido a los reajustes constantes y revisiones del rendimiento del sistema con los KPI's.

Por último, se tomó en cuenta los riesgos operacionales que puede presentar la incorporación de un nuevo flujo a las operacionales ya existentes o nuevas, pero se tomó en cuenta la cuantificación de los riesgos y el entendimiento de estos además de las alternativas preventivas relacionadas a ellos que son mostradas en la Tabla 31. Los criterios para el cálculo de la severidad, ocurrencia y detección de las fallas son clasificadas mediante los parámetros universales del análisis modal de fallos y efectos.

En la

Figura 82 se visualiza el diseño de un proceso nuevo de compras y planificación de las operaciones.

Figura 82 Nuevo proceso de planificación de requerimiento de materiales



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la

Figura 82 se aprecia el nuevo proceso planteado para el uso del sistema, la recopilación de datos que se dará mediante el avance de las actividades habituales de la empresa además de los datos primarios que poseerá antes de la implementación (los datos recopilados por el sistema limitado actual de la empresa, el cual cuenta con facturación, compras, registros de niveles de inventario, reportes de ventas entre otros) del sistema de requerimiento de materiales. La lista de materiales se usará para medir los requerimientos de los productos que se instalan, esto secciona el catálogo en alta prioridad, media prioridad y baja prioridad.

En la

Figura 81 se observa un apartado de decisión relacionada a los faltantes, es importante tomar en cuenta en la solución la variabilidad de los procesos o errores que se puedan presentar en el proceso, teniendo en cuenta ese factor se aplica la filosofía elegida para el proyecto como es Kaizen. La mejora continua es un proceso lento y de constancia ya que una cultura empresarial no se crea en cuestión de meses, pero los reportes de fallos dan las bases para ese monitoreo constante por motivación propia de los colaboradores, promoviendo el constante monitoreo del rendimiento del sistema.

Por último, se aprecia la aplicabilidad de las herramientas propuestas para el diseño como es la filosofía Kaizen, pedidos basados en los tiempos de reabastecimiento establecidos, medición del lead time de los pedidos de materia prima, obtención de proyecciones basadas en históricos de demanda, la composición de los contenedores de producto de acuerdo con el análisis ABC y los pronósticos de productos. Las decisiones tomadas pasan de ser suposiciones alimentadas por los pensamientos erróneos de patrones de ventas del departamento de compras a decisiones fundamentadas por datos y planteamiento de acuerdo con las necesidades de la empresa.

En la

Figura 83 se observa las posibles fallas más significativas en relación con la implementación de la reestructuración de procesos.

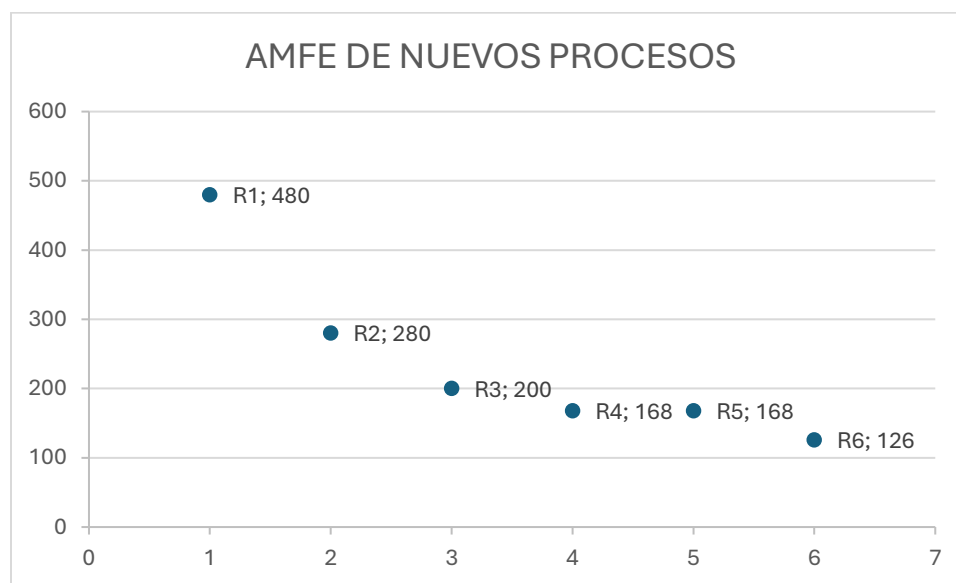
Figura 83 Análisis AMFE de nuevos procesos

PROCESO	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA	ANÁLISIS AMFE				ACCIONES RECOMENDADAS	ENCARGADO	CAUSA SIGNO
				S	O	D	NPR			
PROCESO DE INSTALACIÓN DE AUTO PARTES Y UTILIZACIÓN DEL SISTEMA MRP	Los proveedores no cumplen los plazos planificados o los servicios se salen del parámetro establecido.	Interupciones en las operaciones	Ineficiencia del lead time	10	8	6	480	Medición del desempeño de los proveedores y realizar una toma de decisiones con respecto a la continuidad de la relación comercial.	Compras	R1
	Los colaboradores pierden tiempo en traslados innecesarios por falta de planificación.	Costos adicionales con relación a lo planificado	Incumplimiento del plan de requerimientos	8	5	7	280	Agregar un nuevo objetivo a las auditorias para proponer una solución.	Compras	R2
	No se lleva un control adecuado de los insumos necesario para las instalaciones.	Errores en las ordenes de trabajo	Inexactitud de la lista de materiales	8	5	5	200	Reestructuración de la lista con ayuda de los colaboradores del cuerpo de instaladores.	Encargado del departamento de instalación de auto partes	R3
	Los colaboradores no cuentan con los insumos necesarios para realizar el servicio.	Retrasos en los procesos de instalación	Faltante de materiales críticos	7	6	4	168	Ajuste al sistema de requerimiento de acuerdo a las no conformidades encontradas	Compras	R4
	El personal reconoce la necesidad y solicitan insumos fuera de inventario.	Pedidos fuera de planificación	Necesidad de pedido especial	6	7	4	168	Reportes de cantidad de necesidades fuera de inventario para fundamentar y ajustar el sistema.	Compras	R5
	Errores producto a la falta de valoración previa del vehículo.	Afectación de la satisfacción del cliente	Errores posteriores a las instalación	7	6	3	126	Lista de chequeo previa a la instalación o inicio de las operaciones para evitar inconvenientes.	Técnicos de instalación	R6

Nota: Tabla 31 AMFE para el MRP

En la Figura 84 se visualiza la distribución de los datos de los posibles modos de falla en un plano cartesiano.

Figura 84 Diagrama de dispersión del AMFE



Nota: Tabla 31 AMFE para el MRP

En la **Figura 84 Diagrama de dispersión del AMFE**, se aprecia las fallas más significativas en relación con la restructuración de los procesos de instalación de auto partes y el proceso de planificación de requerimientos de materiales, los cuales están distribuidos en un plano cartesiano. Los resultados del análisis modal de fallas y errores reflejo que la ineficiencia del lead time presenta una falla de alto riesgo y un NPR de 480 en la escala propuesta para la medición.

Tiempos de Reabastecimiento

En la Figura 85 se observa la línea de tiempo propuesta para los reabastecimientos de la empresa, esta herramienta proporciona un marco de pedido propuesto para la evaluación, reajuste y mejora del rendimiento del sistema MRP. En el apartado del diseño se tomarán en cuenta 3 opciones de composición del sistema descrito para tomar decisiones con base en el rendimiento esperado, estructura y costos que reflejen la sostenibilidad del proyecto. Es importante mencionar que el marco para el diseño será el presente año.

Figura 85 Tiempo de reabastecimiento



Nota: Jorge Peña Hurtado

Primer reabastecimiento (enero – marzo 2025)

El primer ciclo de reabastecimiento del año, representado en la Figura 85, constituye la fase inicial de ejecución del plan de requerimientos de materiales dentro del sistema MRP. Durante este período se establecen las condiciones base de la planificación, tomando como referencia la demanda histórica y los pronósticos de servicios de instalación correspondientes al primer trimestre. El sistema calcula las necesidades brutas y determina los requerimientos netos de materiales, considerando el inventario inicial, los tiempos de entrega (lead time de 4 meses) y las proyecciones de consumo.

En esta etapa, la Tabla 8 Base de datos del ABC cobra relevancia, ya que permite priorizar los artículos de clase “A”, caracterizados por su alta rotación y su impacto directo en la continuidad del servicio (por ejemplo, teipe, herramientas especializadas o repuestos de uso constante). La programación del reabastecimiento se orienta a garantizar la disponibilidad anticipada de estos materiales críticos, minimizando el riesgo de interrupciones operativas a pesar del tiempo prolongado de entrega de los proveedores.

Segundo Reabastecimiento (abril – junio)

El segundo ciclo de reabastecimiento incorpora una fase de retroalimentación y ajuste del plan de requerimientos con base en los resultados del periodo anterior. El sistema MRP actualiza los registros de consumo reales y genera una nueva corrida de planificación que permite recalcular los niveles de inventario óptimos y las fechas de pedido. Las decisiones tomadas pueden verse fundamentadas por los módulos de control sobre el rendimiento de los servicios en relación con el período anterior.

En este punto, se da especial atención a los artículos de clase “B”, de medios de rotación, cuyos requerimientos deben sincronizarse cuidadosamente con el lead time para evitar acumulaciones excesivas de stock. Este segundo reabastecimiento funciona además como punto de control operativo, ya que permite evaluar la respuesta del sistema ante las variaciones en la demanda y la puntualidad de los proveedores. A su vez, se refuerza la confiabilidad del MRP como herramienta predictiva, evidenciando su capacidad para emitir órdenes automáticas alineadas con la demanda real y los tiempos de aprovisionamiento.

Tercer Reabastecimiento (julio – septiembre)

El tercer ciclo de reabastecimiento consolida la continuidad operativa del año, asegurando la disponibilidad de materiales durante el segundo semestre. En esta fase, el MRP proyecta las necesidades a partir de la demanda acumulada y los patrones de consumo observados en los

trimestres anteriores. Se otorga prioridad a los artículos de clase “A” y “B” que mantienen un comportamiento de rotación constante y que resultan indispensables para sostener el servicio de instalación sin interrupciones.

Además, este período permite realizar una verificación cruzada del lead time efectivo frente al planificado, detectando posibles desviaciones logísticas y ajustando las fechas de pedido para garantizar la llegada oportuna de materiales críticos. Esta información retroalimenta la base de datos del sistema, fortaleciendo la precisión de los pronósticos para el cierre del año. Los datos recolectados con los dos primeros periodos ayudan a la empresa a medir el rendimiento de los proveedores en relación con el cumplimiento de su demanda.

Cuarto reabastecimiento (octubre – diciembre)

El cuarto ciclo de reabastecimiento cierra el año operativo y tiene como propósito asegurar la disponibilidad de materiales para las actividades finales y la preparación del primer trimestre del siguiente año. En esta fase, el MRP proyecta las necesidades con base en la tendencia de demanda, el consumo histórico y la programación de servicios previstos para el cierre del año. La planificación se enfoca en los artículos de clase “C”, de baja rotación, pero cuya ausencia podría generar retrasos o interrupciones en servicios específicos.

El sistema optimiza las órdenes planificadas para minimizar los costos por pedidos urgentes y garantizar el control de inventarios de bajo movimiento. Técnicamente, este período representa la consolidación de la trazabilidad del proceso de reabastecimiento, ya que se analizan los resultados globales del MRP en términos de exactitud, eficiencia logística y nivel de servicio alcanzado. El análisis comparativo entre los tiempos estimados y los reales de entrega permite cuantificar desviaciones, identificar mejoras en la planificación y preparar las condiciones para el nuevo ciclo operativo.

Demanda Histórica y Pronósticos

Para el desarrollo del sistema de requerimiento de materiales se cotizo un modelo de pronósticos capaz de reflejar pronósticos claros con los históricos que fueron acumulados en el sistema de tienda, este sistema es básico por la simple razón que tiene módulos estándar como son el de inventario, facturación, conversiones a Excel, histórico de ventas y recolección de datos históricos de ventas por período. La recolección de datos fue sencilla por la existencia de esos datos que fueron puesto en el modelo para reflejar los pronósticos de la demanda.

Para los cálculos asociados al sistema se deben aplicar estas fórmulas a continuación:

En la Figura 86 se muestra la fórmula para el cálculo del nivel en el modelo.

Figura 86 Fórmula de cálculo del nivel

$$\text{Nivel: } L_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la Figura 87 se aprecia la fórmula para el cálculo de la tendencia que presenta los históricos.

Figura 87 Fórmula de cálculo de tendencia

$$\text{Tendencia: } T_t = \beta \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}$$

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la Figura 88 se visualiza la fórmula para encontrar los valores relacionados a los pronósticos del siguiente periodo.

Figura 88 Fórmula de cálculo de pronósticos

$$\text{Pronóstico: } F_{t+k} = L_t + k \cdot T_t$$

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la Figura 89 se muestra el modelo de pronóstico suavizamiento exponencial doble Holt.

Figura 89 Modelo de pronóstico Demanda

		Errores									
α	0,2	Año	Trimestre	Período	Demanda	Lt	Tt	Pronóstico	MAPE	MAD	DCM
β	0,1	-	-	0	-	387,20	24,67				
		1	1	1	548	439,10	27,40	411,87	24,84%	136,13	18530,89
			2	2	442	461,60	26,91	466,49	5,54%	24,49	600,00
			3	3	511	493,00	27,36	488,50	4,40%	22,50	506,10
			4	4	490	514,29	26,75	520,36	6,20%	30,36	921,74
		2	1	5	398	512,43	23,89	541,04	35,94%	143,04	20459,96
			2	6	490	527,06	22,96	536,32	9,45%	46,32	2145,55
			3	7	466	533,22	21,28	550,02	18,03%	84,02	7059,22
			4	8	564	556,40	21,47	554,50	1,68%	9,50	90,29
		3	1	9	521	566,50	20,34	577,87	10,92%	56,87	3234,32
			2	10	566	582,67	19,92	586,83	3,68%	20,83	433,98
			3	11	638	609,67	20,63	602,58	5,55%	35,42	1254,27
			4	12	937	691,64	26,76	630,29	32,73%	306,71	94068,28
		4	1					718,40	13,25%	76,35	12442,05
			2					745,16			
			3					771,92			
			4					798,68			

Nota: Jorge Peña Hurtado

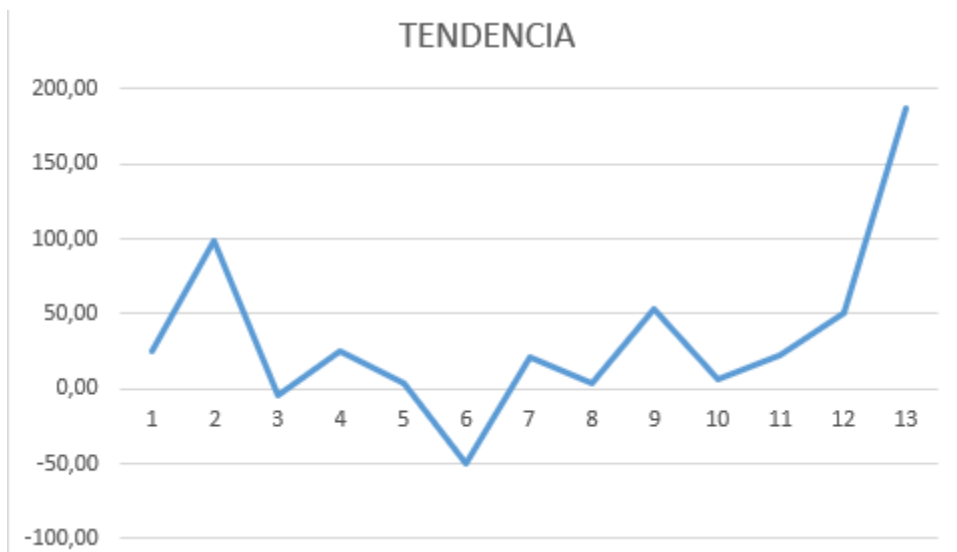
En la **Figura 89 Modelo de pronóstico Demanda** se visualiza el modelo de suavizamiento exponencial doble Holt, el cual fue seleccionado dentro de la variedad de modelos para la proyección de la demanda de acuerdo con los servicios realizados por periodos trimestrales. En la imagen se aprecia que existen distintos apartados como por ejemplo el de año, es importante mencionar esto ya que el sistema tiene registros hasta el 2021 que fueron cruciales para el cálculo de los pronósticos.

Dentro de los distintos modelos que existen, resalto el Holt que brinda proyecciones de demanda por periodos completos que incluyen la variabilidad de la tendencia de los datos históricos de ventas. Las características presentadas reflejo que esta opción era la más viable para una empresa de servicios que presenta una demanda de carácter independiente, esto quiere decir que se trata de parámetros no lineales que están sujetos a la actividad presentada en tienda durante periodos específicos.

En este modelo de pronósticos existe pesos que son representados por alfa y beta que son esenciales para el cálculo de los niveles, tendencia y pronósticos. Con base a los datos proporcionados por esos tres apartados se calcula los errores que están compuesto por el MAPE (error porcentual absoluto medio), el MAD (desviación absoluta media) y el DCM (desviación cuadrática media). Los pesos utilizados fueron alfa 0.2 y beta 0.1 que conceden un pronóstico y estable recomendado para una correcta planificación del sistema de requerimiento de materiales.

En la Figura 90 se observa el gráfico que muestra la tendencia de la demanda de la empresa de servicio de instalación de auto partes.

Figura 90 Gráfico de tendencia de la demanda



Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 90 Gráfico de tendencia de la demanda** se aprecia la tendencia de la demanda de los servicios en periodos trimestrales los cuales están conformados por históricos de años anteriores de la actividad de la empresa. Para realizar el gráfico se utilizó pesos diferentes en alfa y beta, esto se debe a que en la Figura 89 se aprecia un 0.2 en alfa y 0.1 en beta, pero en los datos reflejados por la imagen no es así ya que se utilizaron 0.9 en alfa y 0.6 en beta para que se marque de la mejor manera la tendencia de los datos.

Siguiendo con lo anterior esos pesos se usaron meramente para visualizar la tendencia de la demanda, en cambio el comportamiento de la tendencia, obtenido a partir del modelo de suavizamiento exponencial doble de Holt, permite identificar la dirección y magnitud del cambio en el nivel de la demanda a lo largo de los periodos analizados. En el gráfico se evidencia una evolución dinámica de la tendencia, caracterizada por fases de crecimiento, desaceleración y posterior recuperación.

Durante los primeros periodos se observa una tendencia positiva ascendente, lo que indica un incremento sostenido en la demanda, posiblemente asociado a un aumento temporal en la actividad operativa una mayor rotación de servicios. Posteriormente, entre los periodos tres y seis, la tendencia muestra una disminución progresiva hasta alcanzar valores negativos, reflejando una contracción o desaceleración en la demanda. Este comportamiento podría estar vinculado a factores internos como la falta de planificación o fluctuaciones propias del mercado.

A partir del período siete, la tendencia presenta signos de recuperación moderada, aunque con variaciones intermitentes que evidencian inestabilidad en el comportamiento de la demanda. Por

último, en los últimos períodos, se aprecia un incremento pronunciado en la tendencia, lo que sugiere una fase de recuperación sostenida y un repunte en la demanda de servicios. Este pico que es muy evidente en la recta final del periodo 3 se debe a más movimiento en redes sociales y venta de imagen, pero trajo complicaciones relacionados a cumplir con la demanda por falta de planificación.

En términos generales, el análisis de la tendencia permite concluir que el sistema presenta un patrón de comportamiento inestable, con oscilaciones significativas antes de alcanzar una fase de crecimiento. Dichas variaciones reflejan la sensibilidad del modelo ante los cambios en la demanda y evidencian la necesidad de mantener un monitoreo constante de los parámetros de suavización (alfa y beta) para garantizar pronósticos más precisos y representativos de la realidad operativa. Este sujeto a cambios y mediante la implementación además del progreso reportado se harán ajuste al sistema.

La identificación de este comportamiento de tendencia resulta de gran relevancia para el proceso de planificación de materiales dentro del sistema MRP, ya que permite anticipar los periodos de aumento o disminución en la demanda de insumos y servicios. Un repunte en la tendencia implica la necesidad de ajustar oportunamente los niveles de inventario y la programación de pedidos a proveedores, con el fin de evitar quiebres de stock o retrasos en las instalaciones.

Por el contrario, una tendencia descendente sugiere la conveniencia de reducir las adquisiciones y optimizar el uso de los recursos disponibles para prevenir sobrecostos por acumulación de inventario. En este sentido, la interpretación adecuada del componente tendencia, es contribuir a fortalecer la toma de decisiones dentro del MRP, garantizando una respuesta más ágil y eficiente frente a las fluctuaciones del mercado y mejorando la trazabilidad del proceso de abastecimiento.

En la Figura 91 se visualiza el mismo modelo de pronósticos utilizado en los datos de la demanda histórica de los servicios de instalación de auto partes, en este caso se usará con un enfoque hacia los productos de alta prioridad. La estrategia detrás de la relevancia de pronosticar la necesidad de la materia prima para los servicios es el cambio de demanda, ya que los servicios poseen demandas independientes, pero al anticipar esos parámetros con aproximaciones se puede planificar con datos dependientes por cantidad de servicios esperados para el cuarto periodo.

Figura 91 Pronóstico de productos A

									Errores		
α	0,8	Año	Trimestre	Período	Demanda	Lt	Tt	Pronóstico	MAPE	MAD	DCM
β	0,4	-	-	0	-	3,58	3,67				
		1	1	1	27	23,05	9,99	7,24	73,17%	19,76	390,32
			2	2	14	17,81	3,90	33,04	135,99%	19,04	362,47
			3	3	17	17,94	2,39	21,71	27,68%	4,71	22,14
			4	4	12	13,67	-0,27	20,33	69,44%	8,33	69,44
		2	1	5	12	12,28	-0,72	13,39	11,60%	1,39	1,94
			2	6	11	11,11	-0,90	11,56	5,08%	0,56	0,31
			3	7	23	20,44	3,19	10,21	55,60%	12,79	163,51
			4	8	27	26,33	4,27	23,64	12,46%	3,36	11,32
		3	1	9	33	32,52	5,04	30,60	7,28%	2,40	5,78
			2	10	40	39,51	5,82	37,56	6,10%	2,44	5,96
			3	11	47	46,67	6,35	45,33	3,55%	1,67	2,78
			4	12	66	63,40	10,51	53,02	19,67%	12,98	168,47
		4	1					73,91	35,63%	7,45	100,37
			2					84,42			
			3					94,93			
			4					105,43			

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 91 Pronóstico de productos A** se observa los datos históricos del rendimiento de ventas relacionados a uno de los productos con mayor rotación en inventario, en este caso se utilizó el desempeño de los servicios de instalación de polarizados. Este producto aparece en el tercer puesto del ranking 10 de productos que resultaron del análisis ABC en la Tabla 8, la importancia en relación con la programación de los inventarios iniciales es indispensable para medir el rendimiento del sistema.

Inventario Inicial

En una empresa de servicios o de producción el inventario es fundamental para hacer frente a la demanda del mercado, cabe resaltar que los servicios son producto final intangibles, pero necesitan insumos para llevar sus actividades a cabo (los servicios que involucren mano de obra, no los que son servicio puro). Teniendo en cuenta su importancia se plantea un inventario inicial gracias a las proyecciones de la demanda dada por los modelos de pronósticos, esta además mencionar que una empresa de servicios tiene una demanda independiente. La coherencia de un modelo de pronósticos en este caso es poder planificar con base en eso porque se vuelve dependiente con las proyecciones.

En la Figura 92 se visualiza el inventario inicial según las proyecciones de la demanda.

Figura 92 Inventario inicial

4	1			718,40
	2			745,16
	3			771,92
	4			798,68

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 92 Inventario inicial** se observa la demanda pronosticada para el cuatro periodo el cual es el año 4, esta demanda esta distribuida por trimestres. El lead time de proveedores refleja una duración de entrega de 4 meses, pero para efectos de los datos recolectados (se tienen datos de tres meses), se decidió implementar un periodo de reabastecimiento trimestral. Los datos proporcionados por la demanda hacen que la planificación de las operaciones se más exacta en relación con insumos.

Con el registro de los proveedores en el sistema, el procesamiento de los pedidos será más ágil además de la certeza que brinda los pronósticos por transformar una demanda independiente a dependiente. Esto se usa para la programación de los productos e insumos necesarios para las instalaciones, ya que se deben de acoplar con la demanda pronosticada. En la toma de decisiones en relación con las cantidades y variedad materia prima, es importante tomar en cuenta un análisis ABC de producto como en la Tabla 8.

Indicadores KPI'S

Los KPI's son indicadores claves de rendimiento, estos van a ser clave para el diseño del sistema de requerimiento de materiales ya que plantearán un control específico de las operaciones dentro de la empresa. Los indicadores elegidos para este proyecto se centrarán en dos puntos, estos son el rendimiento de sistema (esto garantiza la medición de la funcionalidad, desempeño y aporte que hace a organización) y el control de las problemáticas encontradas en el capítulo IV.

Indicadores en función del servicio:

- Nivel de citas = $\text{citas totales} / \text{cumplimiento de citas} * 100$
- Servicios fuera de plazo = $\text{días de retraso} / \text{total de solicitudes} * 100$
- Errores posteriores a la instalación = $\text{errores posteriores} / \text{instalaciones} * 100$
- Tiempos adicionales por búsqueda = $\text{Tiempo perdido} / \text{tiempo total de instalación} * 100$
- Retraso por mala asignación de personal = $\text{servicios retrasados} / \text{total de servicio} * 100$
- Tiempo improductivo = $\text{tiempo inactivo} / \text{total de horas laborales} * 100$

Indicadores para el rendimiento del sistema:

Cumplimiento de plan de requerimientos = ordenes planificadas cumplidas / ordenes totales * 100

Exactitud de la lista de materiales = materiales correctamente registrados / total de materiales en lista * 100

Eficiencia del lead time = Pedidos entregados a tiempo / pedidos totales * 100

Disponibilidad de materiales críticos = materiales críticos disponibles a tiempo / materiales críticos requeridos * 100

Costo de faltante de materiales = \sum (costos adicionales por retrasos o compras urgentes)

Los controles propuestos en este apartado son para la resolución y mejora de los procesos existentes, ya que se puede visualizar algunas deficiencias relacionadas con el rendimiento de los servicios reflejados en la Tabla 17. El seccionamiento de los KPI's es para que se cumpla con el correcto funcionamiento del sistema propuesto (esto supone las modificaciones en función de las necesidades) y para el control de los servicios prestados por parte de la tienda.

Auditorías internas

Las auditorías internas son esenciales para los procesos o sistemas que se quieran implementar en la empresa, por este motivo se consideró esta herramienta para confección del diseño del sistema de requerimiento de materiales. En la Tabla 19 se visualiza la justificación de la implementación, esto es crucial para que los colaboradores se familiaricen con la importancia de esta nueva herramienta y sus beneficios para la empresa.

Objetivo de la Auditoría

Evaluar integralmente el grado de preparación, desempeño y mejora continua de los procesos vinculados con la planificación, registro y control de insumos, en el marco del diseño e implementación del sistema MRP. La auditoría tiene como propósito verificar la correcta configuración inicial del sistema, incluyendo los flujos de información y las listas de materiales; evaluar su desempeño operativo en la planificación y control de requerimientos; revisar el cumplimiento de las acciones correctivas derivadas de auditorías anteriores; y finalmente, realice una evaluación global de los resultados obtenidos. Con ello se busca asegurar que el sistema MRP contribuya efectivamente a mejorar la productividad, trazabilidad y eficiencia operativa de la empresa.

Alcance

La auditoría abarca las áreas de compras, almacén, operaciones y administración, considerando los procesos de:

- Registro y control de insumos de instalación.
- Procedimientos de solicitud y recepción de materiales.
- Asignación y delegación de actividades en la instalación.
- Seguimiento de pedidos especiales.
- Comunicación entre las áreas operativas y administrativas.

Criterios de Auditoría

- Procedimientos internos de control de materiales.
- Registros manuales y digitales existentes.
- Indicadores de desempeño (los indicadores diseñados para la implementación están en el apartado KPI's).
- Normas y lineamientos del diseño del sistema MRP (planificación de requerimientos de materiales, flujo de información, trazabilidad e integración del sistema).
- Principios de mejora continua y filosofía Lean aplicada a servicios.

Problemáticas Detectadas en la Situación Actual

A partir del análisis del Diagrama de Pareto, se creó la Tabla 19 de las principales causas que justifican la necesidad de un sistema MRP:

Tabla 19 Justificación de la implementación

CAUSAS IDENTIFICADAS	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	IMPACTO EN LA EMPRESA
Deficiencia del sistema manual de registro de insumos	Los registros se realizan en hojas o formatos dispersos, lo que genera errores en la cantidad disponible, pérdidas de información y falta de consistencia.	Incremento de desperdicios, reprocesos y pérdida de tiempo en verificación manual
Falta de control sobre los insumos de instalación	No existe un seguimiento efectivo del uso y consumo de materiales durante las instalaciones.	Dificulta la planificación de compras y genera rupturas de stock
Solicitud de pedido especial	La falta de planificación de la demanda y necesidades de la empresa representa costos adicionales fuera de inventario.	Retrasos en el servicio al cliente y aumento de costos operativos.

CAUSAS IDENTIFICADAS	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	IMPACTO EN LA EMPRESA
Falta de delegación de actividades	La toma de decisiones y asignación de tareas se centraliza, generando cuellos de botella.	Reducción de productividad y baja flexibilidad en la respuesta operativa
Falta de trazabilidad	No se puede rastrear el flujo de materiales desde la compra hasta la instalación final	Pérdida de control, errores en inventario y dificultad para auditar el proceso
Retrasos en el proceso	Las inconsistencias entre áreas y la falta de integración de generan información atrasos en la entrega del servicio.	Afecta la satisfacción del cliente y el cumplimiento de plazos

Actividades de Auditoría

Durante la siguiente auditoría se realizarán las acciones:

- Entrevistas con los responsables de compras, almacén e instalación para identificar prácticas actuales y oportunidades de mejora.
- Revisión documental de registros de insumos, pedidos y órdenes de trabajo.
- Observación directa de los procedimientos de almacenamiento, distribución y control.
- Evaluación de cumplimiento a los requerimientos del diseño del MRP.
- Validación de evidencias y discusión de hallazgos con los auditados.

Resultados Esperados

- Identificación de brechas entre los procesos actuales y los requerimientos del MRP.
- Concientización del personal sobre el impacto de la falta de control, trazabilidad y planificación.
- Recomendaciones técnicas para ajustar el diseño del MRP a las condiciones reales de la empresa.
- Compromisos formales de mejora por parte de los responsables de cada área.

Informe de Auditoría

- El informe final incluirá
- Resumen ejecutivo.
- Hallazgos y no conformidades.
- Análisis de causas.
- Recomendaciones y plan de acción correctiva.

- Seguimiento a compromisos adquiridos.

Compromiso de los Auditados

Los responsables de cada área deberán presentar un plan de acción con fechas, responsables y recursos requeridos para corregir las deficiencias detectadas. Este compromiso permitirá convertir los resultados de la auditoría en mejoras concretas dentro del diseño e implementación del MRP, esto se traduce reportes a soporte técnico brindado por la empresa proveedora del sistema ya que cuentan con atención de incidencia o fallas.

Estos sería los puntos para desarrollar la auditoría propuesta para el diseño de la solución, esta de igual forma está diseñada para ser usada en la fase de implementación. La información que contiene la auditoría además de los costos asociados al entendimiento y capacitación necesaria para el proyecto están reflejados en el estudio económico, esto hace referencia a que la elección de uno de los tres prototipos incluye los costos de implementación y monitoreo que se usarán con el formato de estas auditorías.

A continuación, se presentan los formatos que conforman las auditorías en relación con la recolección de datos, que se observa a partir de la Tabla 20.

Tabla 20 Datos Generales

CAMPOS	INFORMACIÓN
Empresa	
Área Auditada	
Auditor(es)	
Fecha de auditoría	
Versión del documento	
Tipo de auditoría	■ Inicial ■ Seguimiento ■ Final
Objetivo de la auditoría	Evaluar la preparación y el cumplimiento de los procesos relacionados con la planificación, registro y control de insumos, en el marco del diseño e implementación del sistema MRP.

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 20 Datos Generales**, este apartado cumple una función administrativa y de trazabilidad dentro del proceso de auditoría. Su propósito es identificar de manera formal la información básica que define el contexto de la auditoría. Estos datos permiten establecer la trazabilidad de los resultados, garantizar documentación del proceso y facilitar la comparación entre auditorías realizadas en distintos periodos. Además, el objetivo consignado en este bloque orienta el enfoque de la revisión, asegurando que las actividades y hallazgos para que se alineen con los propósitos del diseño e implementación del sistema MRP.

En la Tabla 21 se aprecia el formato para las actividades de ese día planteados para la auditoría, a modo de ejemplo se muestran actividades relacionadas al inicio del proceso.

Tabla 21 Actividades de Auditoría

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	EVIDENCIA POR REVISAR	CUMPLE	NO CUMPLE
Entrevistas a responsables de compras, almacén y operaciones.		Actas, registro de compra		
Revisión de registro de control de materiales.		Formularios, hojas de control		
Verificación del flujo de información entre áreas		Reportes, correos u ordenes		
Validación del cumplimiento de tiempos de entrega.		Historial de pedidos		
Evaluación de la trazabilidad del proceso		Boletas de servicio		

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 21 Actividades de** se una utilidad operativa, ya que detalla las específicas que el auditor debe ejecutar para verificar el cumplimiento de las acciones evaluadas. En el se establecen las actividades planificadas, los responsables, las evidencias que se deben revisar y el estado de cumplimiento observado durante la auditoría. Su función es estructurar el trabajo de campo, asegurando una revisión sistemática y basada en evidencias objetivas. Asimismo, permite identificar de forma ordenada las áreas o procedimientos que presentan desviaciones respecto a los criterios establecidos, facilitando la elaboración del informe final y la posterior definición de acciones correctivas dentro del diseño del sistema MRP.

En la Tabla 22 se aprecia los hallazgos relacionados a las auditorías y la posibilidad de clasificación.

Tabla 22 Hallazgos de la auditoría

NUMERO	HALLAZGO	EVIDENCIA	NO CONFORMIDAD	OPORTUNIDAD DE MEJORA
1.				
2.				
3.				

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 22 Hallazgos de la** se observa la clasificación de hallazgos en relación con esa auditoría, la descripción de dicho suceso, las evidencias que fundamentan la importancia del descubrimiento y la selección única que se da por medio de dos opciones, las no conformidades además de la oportunidad de mejora. Es importante mencionar la existencia del apartado ya que no se evidencia que sea de carácter selectivo y podría afectar a la recolección de datos.

En la Tabla 23 se aprecia las acciones relacionadas a las correcciones o prevenciones de sucesos que puedan afectar al flujo de trabajo.

Tabla 23 Acciones correctivas y preventivas

NUMERO	ACCIÓN PROPUESTA	RESPONSABLE	PLAN DE EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO/OBSERVACIÓN
1.				
2.				
3.				

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 23 Acciones correctivas y preventivas** se visualiza los distintos apartados que posee el proceso de creación para hacerle frente a los impedimentos o prevenciones que se plantean con la implementación, además del desempeño del sistema. En la parte de acciones propuestas tiene que venir acompañado con su respectivo encargado de la observación además del plan de ejecución propuesto para posteriormente realizar un reporte. La importancia de las observaciones radica en las mejores maneras de desarrollar el caso.

En la Tabla 24 se aprecia las aprobaciones de las auditorías relacionadas al MRP.

Tabla 24 Aprobaciones

AUDITOR RESPONSABLE	FIRMA	FECHA
RESPONSABLE DEL ÁREA AUDITADA	FIRMA	FECHA

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 24 Aprobaciones** se observa el formato de las aprobaciones de acciones en relación con las actividades de las auditorías, esto permite llevar un control más riguroso de las autorizaciones de estas para primero ver sus objetivos, alcance, criterios y resultados esperados al

realizarla. Se produce una coordinación entre los dos agentes primordiales para la implementación como es el encargado del departamento de auto partes y el agente externo que promueve el uso del sistema en la empresa.

Matriz de Selección de Alternativas

La matriz de selección de alternativas es un cuadro con criterios relevantes en relación con el proyecto que se desea llevar a cabo, en este caso es la selección de la empresa con la que realizar el sistema de requerimiento de materiales. Se realice la consulta a dos empresas para cotizar el costo de los módulos necesarios del sistema, costos de la implementación y costos asociados a la capacitación del personal (este costo es importante además de la información, ya que se usará para acoplar las horas a las auditorías propuestas en el diseño).

En la Tabla 25 se observa la matriz empleada para la selección de la empresa a contratar.

Tabla 25 Matriz de selección de alternativas

CRITERIOS	PORCENTAJE	OPCIÓN 1	OPCIÓN 2
Costo	25%	25%	20%
Capacitación requerida	20%	20%	1%
Beneficio de la propuesta	25%	25%	19%
Personalización del sistema	35%	30%	11%
Total	100%	95%	51%

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 25 Matriz de selección de alternativas** se observa los porcentajes asociados a las dos opciones de sistema de requerimiento de materiales, estas tienen 4 criterios que son de carácter operativo y económico. La función de la matriz es reflejar la mejor opción tomando en cuenta la situación actual relacionada a la problemática y la utilidad reflejada en el estudio económico, es importante mencionar que el porcentaje más alto dicta la mejor alternativa.

Los cálculos de cada porcentaje son evaluados de mayor a menor (esto indica que mientras más grande sea la cifra, se refleja la viabilidad de la opción) como se muestra en la tabla, tomando en cuenta ese criterio de evaluación se llevaron a cabo dos metodologías para el cálculo de la mejor alternativa. En los dos primeros criterios se usó la metodología máxima es mejor y las dos últimas invitadas a mínimo es mejor, esto quiere decir que se secciono a la mitad los criterios para que la suma de sus resultados no afecte el resultado de cómo es evaluada la matriz.

Diseño de la Herramienta MRP

Figura 94 Módulo de planificación MRP

The screenshot displays a software interface for the MRP planning module. The main content area shows the following details for a product:

- Cliete:** Rodelag
- Nombre:** IMPORKAM BANDEJA JUEGO 4
- Id:** MIGPS000007
- Código:** 000000000987
- Referencia:** 000000000987
- Status:** ACTIVE

Below this information, there is a tabbed interface with the 'Propiedades' tab selected. The properties are organized into a grid:

Propiedades	Códigos de Barras	Unidad de Medida	Control de Tipo de Bin	Almacenaje	Picking	Descripción
Tipo Rotación: FIFO	Fragilidad: NO	Serials: NO	Tipo ABC: C	Lotificado: NO	Is Parent: NO	UoM Entrada: CU
UoM Almacenaje: CU	UoM Mínima *: CU	Días mínimo para despachar: 0	Peso (kg): 0.00	Cubicaje (m3): 0.00000000	Altura (m): 0.0000	Grosor (m): 0.0000
		Ancho (m): 0.0000				

Nota: Empresa desarrolladora de software

En la **Figura 94 Módulo de planificación MRP**, se presenta el modelo que ayuda a la planificación de las órdenes a los proveedores. El sistema integra un análisis ABC de los productos según la rotación en función del tiempo (en este caso los estados de resultados sobre la rotación de este producto se verán por trimestre), con la herramienta se pondrá en práctica el departamento de compras en conjunto con los pronósticos para la confección de los reabastecimientos.

En la

Figura 95 se observa los apartados de la clasificación de operarios e información de cada colaborador.

Figura 95 Módulo de recursos humanos y productividad

Empleados

Buscar Empleado:

Aplicar a todos los Filtrros Aplicar a unos de los Filtrros

Status Iguala ACTIVO

Buscar

id	Nombre	Apellido	Tipo_Identificación	Identificación Fiscal	Departamento	Cargo	Teléfono_Oficina	Teléfono_Móvil	Correo_Electrónico	Tiempo en la Empresa	Status
81	Anibal	Rodriguez	(CIP) Cédula	7-998-368	ADMINISTRACION	ASISTENTE DE PROYECTOS	7909833	0	xxxxx	11 meses 25 días	ACTIVO
80	SOFY			1	GERENCIA		1		abdiel.rumaldo@seconsulting.com.pa	No Definido	ACTIVO
79	FEPAFUT			1	ADMINISTRACION		1		1	No Definido	ACTIVO
78	SANTOMENNO			1	GERENCIA		1		1	No Definido	ACTIVO
77	JOSÉ	GONZALEZ	(CIP) Cédula	8-855-234	COMPRAS	GERENTE GENERAL	3	668434	APATINO@ELCONIX.COM	3 años 4 meses 14 días	ACTIVO
76	VIRGLIO	MILORD	(CIP) Cédula	1	GERENCIA	GERENTE DE VENTAS	1	0	vmilord@elconix.com	No Definido	ACTIVO
75	HUGO	AREVALO	(CIP) Cédula	2	VENTAS	GERENTE DE VENTAS	1	0	1	No Definido	ACTIVO
74	Smithsonian	ee	(OT) Otros	222	GERENCIA	ASISTENTE DE PROYECTOS	2128000	0	RoxasEO@si.edu	No Definido	ACTIVO
73	CAVALA			8	PROYECTOS		2222345		ventas@elconix.com	No Definido	ACTIVO
72	Anel Isaac	Miranda	(CIP) Cédula	857864753	SOPORTE	GERENTE DE SOPORTE	65432	0	5432@gmail.com	No Definido	ACTIVO
71	Hugo Arevalo			1	GERENCIA		1		ventas@elconix.com	No Definido	ACTIVO
70	Ana Ostia			1	GERENCIA		1		aostia@skystatapa.com	No Definido	ACTIVO
69	Marielena	García	(CIP) Cédula	8-818-8181	GERENCIA	GERENTE GENERAL	2209201	0	ventas@elconix.com	No Definido	ACTIVO
68	MANUELA	PATINO	(CIP) Cédula	344-3434	ADMINISTRACION	GERENTE FINANCIERO	3933233	0	APATINO@ELCONIX.COM	No Definido	ACTIVO
67	MARIA	GUZMAN	(CIP) Cédula	8-843-187	ADMINISTRACION	GERENTE FINANCIERO	32234234	0	apatino@elconix.com	No Definido	ACTIVO
66	BOMBASA			1	GERENCIA		2026981		vmilord@elconix.com	No Definido	ACTIVO
65	ANEGUICA			1	ADMINISTRACION		1		vmilord@elconix.com	No Definido	ACTIVO
63	RENE LEE			1-111-1111	GERENCIA		61318888		gerencia@proaudio-center.com	No Definido	ACTIVO
62	DIGNO	MARTINEZ	(CIP) Cédula	90-23-34	ADMINISTRACION	GERENTE GENERAL	23	0	INFO	5 años 11 meses 18 días	ACTIVO
61	ALBERTO	GUZMAN	(CIP) Cédula	8054198	GERENCIA	ASISTENTE DE PROYECTOS	9832022	0	INFO@ELCONIX.COM	No Definido	ACTIVO
60	CARDOZE			1	GERENCIA		66161506		dehrod@grupocar12.com	No Definido	ACTIVO

* 2022 Derechos Reservados - ELCONIX INC

Nota: Empresa desarrolladora de software

En la

Figura 95 Módulo de recursos humanos y productividad se observa la base de datos relacionado a los colaboradores de la empresa, la finalidad de la inclusión de un módulo de este tipo es la eficiente asignación de la mano de obra, esto da la posibilidad de la planificación y control del personal en función de las cargas de trabajo. Las citas son los servicios con programación previa y horas fijas, pero en el caso de servicios esporádicos no es así ya que se trata de una demanda independiente, esto recalca la importancia del módulo además de representar una de las problemáticas en el estudio.

En la

Figura 96 se aprecia el expediente de los proveedores además del historial de pedidos por sección.

Figura 96 Módulo de compras y proveedores

Editar Solicitud De Gastos Para Proveedor PUR-0000182

Work Flow: Solicitud De Gastos

(1) Asignado a Creador → (2) Aprobación de Gerente de Área → (4) Aprobación de Tecnología → (5) Contabilidad Codifica → (6) Aprobación de Tesorería → (7) Contabilidad Registra Compra → (8) Solicitud Cerrada

Reversar Pasos Reversar Paso Siguiete Paso Agregar Seguimiento Cambios Especiales de Solicitud Historial de Seguimientos Journal del Detalle Guardar Imprimir Imprimir Solicitud de Gastos Atrás

Generales De La Solicitud:

Tipo de Solicitud: Solicitud de Gastos para Proveedor

Beneficiario: ASTRID BARRIOS
 Proveedor:
 Fecha: 2019-11-26
 Prioridad: IMPORTANTE
 Invlite:
 Tipo de Pago a Proveedor: REQUISICION DE GASTOS
 Tecnología: NO

Información Adicional

ID: PUR-0000182
 Status: ABIERTO
 WorkFlow: ((5/8) Contabilidad Codifica)
 Alignado: Empleado 1 h/j
 Creado: 2019-11-26 16:01:15 - Empleado 1 h/j
 Departamento: CONTABILIDAD
 Updated: 2019-11-26 16:02:29 - Empleado 1 h/j
 WriteLock: N
 Comentario / Motivo: URGENTE

Archivos Adjuntos (0)

Subir Archivo

No Hay Archivos Adjuntos.

Detalle De Solicitud

El sistema emitirá guardar las líneas que tengan en Unidades = 0. Unidades debe ser igual a 1 para que se agregue los detalles!!!

Gasto:	Descripción:	Unidades:	Costo:	Contabilidad:	Total:
EXP-033	IMPRESORAS	1.000000	1000.0000	CUENTA:	1000.00

© 2022 Derechos Reservados - ELCONIX INC

Nota: Empresa desarrolladora de software

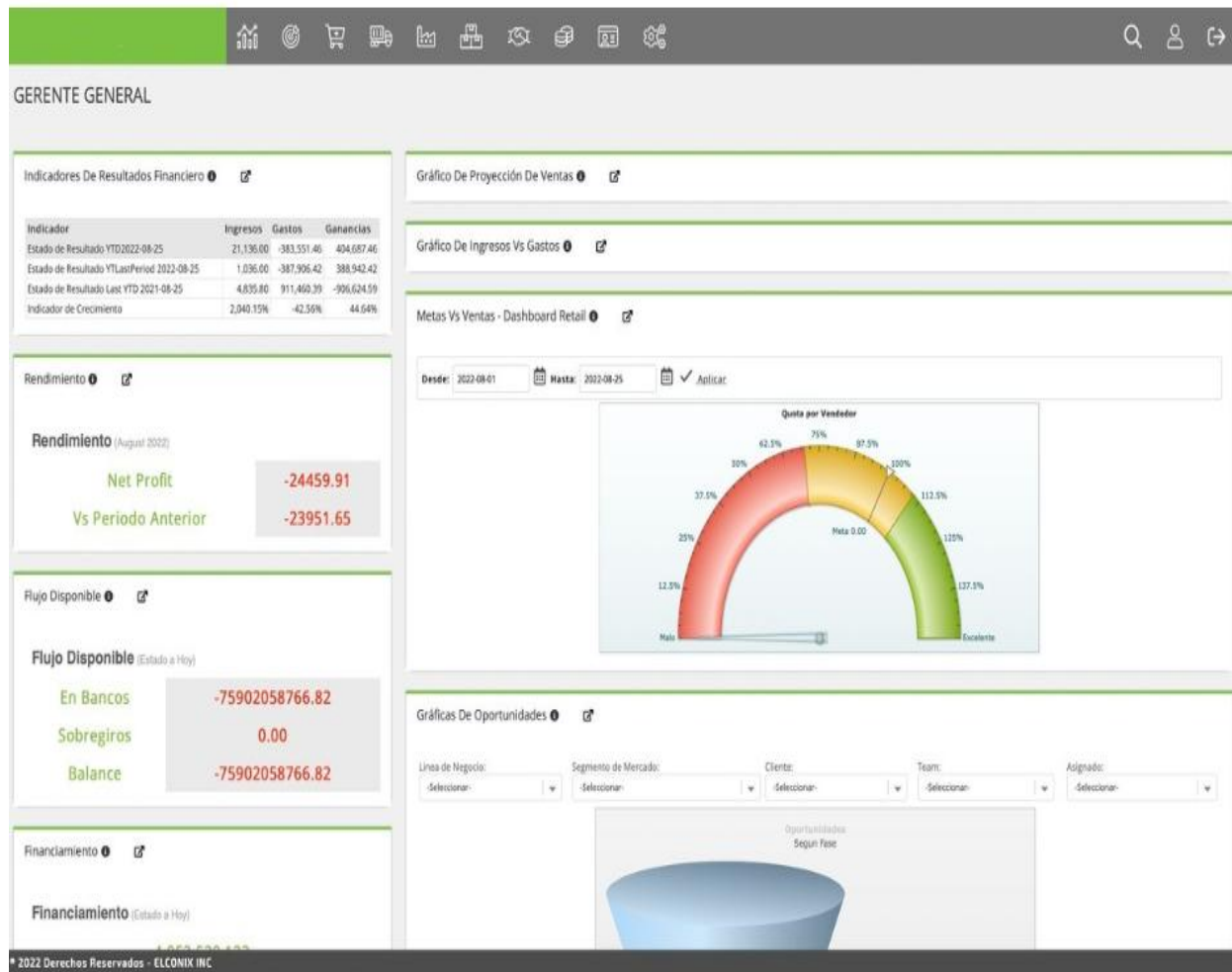
En la

Figura 96 Módulo de compras y proveedores, se visualiza las funciones relacionadas a compras y proveedores. En los apartados se muestran funciones relacionadas al registro, calificación e historial de los encargados de reabastecimiento de la empresa, esto permite crear criterios relacionados al lead time, calidad, cumplimiento y costos de los productos que son entregados a la empresa. Según el análisis que se le puede realizar a las relaciones de importación que posee la empresa se puede tomar decisiones de continuidad de alianzas comerciales o cambio de abastecedor.

En la

Figura 97 se visualiza los apartados relacionados al rendimiento de los servicios en relación con la demanda.

Figura 97 Módulo de indicadores (KPI's) y reportes de control



Nota: Empresa desarrolladora de software

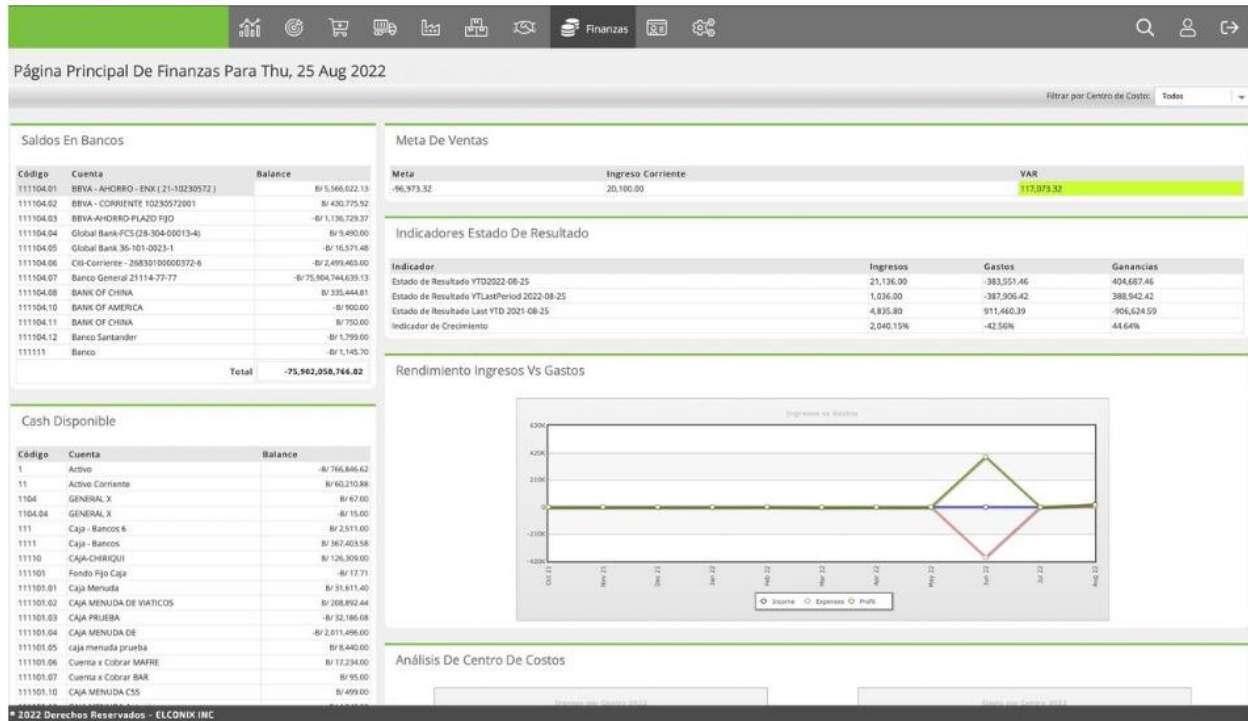
En la

Figura 97 Módulo de indicadores (KPI's) y reportes de control, es importante mencionar que el apartado es diseñado para la medición del rendimiento de la prestación de servicios y del sistema operativo MRP. Pero dentro de sus funciones predeterminadas se encuentra la medición de las ventas, gráficos de control relacionado a oportunidades de mejora y resultado de estados financieros relacionados al proceso de venta de servicios. Este módulo forma parte de los requerimientos extras según las necesidades de la empresa.

En la

Figura 98 se observa los reportes actualizables según el flujo de efectivo de la empresa relacionado a los servicios

Figura 98 Módulo de integración contable y costos



Nota: Empresa desarrolladora de software

En la

Figura 98 Módulo de integración contable y costos se visualiza la integración contable y costos en un sistema MRP tiene la función de conectar la planificación de materiales y operaciones con la gestión financiera de la empresa, garantizando que cada movimiento de recursos se refleje de forma precisa en los registros contables. Este módulo permite registrar automáticamente los costos asociados a las compras, consumos de materiales, mano de obra y órdenes de trabajo, proporcionando una visión integral del gasto real frente al planificado.

Al facilitar la elaboración de presupuestos y estados financieros basados en datos actualizados del MRP, lo que mejora la toma de decisiones y el control económico del proceso productivo o de servicios. Al integrar la contabilidad con los flujos del sistema, se reducen los errores de registro y se asegura la trazabilidad de cada transacción, desde la adquisición de insumos hasta la prestación del servicio final. Asimismo, este módulo permite calcular con precisión el costo unitario de los productos o servicios, contribuyendo a determinar márgenes de rentabilidad y evaluar la eficiencia económica de la operación.

Análisis Económico

El estudio económico constituye una fase esencial dentro del desarrollo del proyecto, ya que permite evaluar la viabilidad financiera y el impacto económico de la implementación del sistema MRP propuesto. En este apartado se analizan los costos asociados al desarrollo, instalación y operación del sistema, así como los beneficios esperados derivados de su puesta en marcha. Su es determinar si la inversión requerida resulta justificable frente a los ahorros potenciales, la optimización de recursos y la mejora en la productividad operativa. A través de esta evaluación, se busca demostrar que el sistema MRP no solo contribuye a mejorar la planificación y el control de los insumos, sino que también representa una herramienta rentable y sostenible para la empresa.

Salarios con Cargas Sociales

La conformación de la empresa depende del área asociada a las necesidades, en este caso se toma en cuenta el departamento de instalación de auto partes y no la de mayoreo por análisis previos de la funcionalidad que le pueda proporcionar el sistema además de las necesidades expuestas en el capítulo IV. Los salarios de los colaboradores de este departamento están conformados por 5 trabajadores.

En la Figura 99 se muestra los salarios con cargas sociales de los colaboradores de instalación de auto partes.

Figura 99 Salarios con cargas sociales

SALARIOS CON CARGAS SOCIALES		
PUESTO	SALARIOS CON CARGAS SOCIALES	COSTO POR HORA
Instalador I	¢901 650	¢18 784
Instalador II	¢441 650	¢9 201
Bodeguero	¢426 650	¢8 889
Encargado del Departamento	¢555 650	¢11 576
Encargado de compras	¢441 650	¢9 201

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 99 Salarios con cargas sociales** se aprecia los salarios con cargas sociales de acuerdo con los 5 colaboradores del departamento de servicio de instalación de auto partes, es importante mencionar que las cargas sociales anuales son de 1 825 000 mil colones de las cuales el monto

mensual acorde al 21% impuesto por CCSS, lo que refleja los 383 250 mil colones mensuales. El cálculo de los montos se hizo con esos datos más los salarios base de cada operario, se llegó al resultado de que las cargas asociadas son de 76 650 colones.

Costo de Capacitación

El cálculo de la capacitación de los operarios constituye un elemento esencial en el diseño de un sistema de requerimiento de materiales, ya que la eficiencia del MRP depende directamente del nivel de conocimiento y destrezas del personal que lo opera. Una estimación adecuada de los costos y tiempos de capacitación permite garantizar que los operarios comprendan los flujos de información, la gestión de inventarios y el uso correcto de las herramientas digitales del sistema. La formación del personal reduce errores en el registro de datos, mejora la trazabilidad de los materiales y asegura una integración fluida entre las distintas áreas operativas.

En la Figura 100 se visualiza los costos asociados a la capacitación de los colaboradores para el correcto uso del sistema.

Figura 100 Costo de Capacitación

TAREA	PERSONA QUE BRINDA LA CAPACITACIÓN	COSTO POR HORA EN \$	COSTO POR HORA EN €	PERSONAS A CAPACITAR	PUESTO DE PERSONA A CAPACITAR	COSTO POR HORA	DURACIÓN EN HORAS	DIAS	COSTO TOTAL
CAPACITACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE COMPRAS SOBRE EL MRP	INSTRUCTOR DE LA EMPRESA EXTERNA	\$36,90	€18 819	1	COMPRADOR I	€9 201	2	1	€28 020
CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO DEL DEPARTAMENTO DE BODEGA	INSTRUCTOR DE LA EMPRESA EXTERNA	\$36,90	€18 819	1	BODEGUERO I	€8 889	2	1	€27 708
CAPACITACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE TIENDA DE INSTALACIÓN DE AUTO PARTES	INSTRUCTOR DE LA EMPRESA EXTERNA	\$36,90	€18 819	1	ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO	€11 576	2	1	€30 395
				2	INSTALADOR I	€18 784	2	1	€18 784
					INSTALADOR II	€9 201	2	1	€9 201
TOTAL		\$110,70	\$56 457,00	5	5	\$57 651,00	10	5	\$114 108,00

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 100 Costo de Capacitación** están los montos asociados al entrenamiento del equipo encargado de monitorear y poner en marcha el sistema operativo MRP. Los departamentos que fueron tomados en cuenta son bodega, compras y tienda, el cálculo se realizó a partir del costo por hora de los salarios además del costo de la capacitación por parte de los proveedores tomando en cuenta que el entrenamiento compone un periodo de 10 horas.

La justificación de la inclusión de los instaladores en las capacitaciones para la implementación del sistema es el conocimiento básico sobre el sistema y los impactos que este tiene en los nuevos flujos de procesos propuesto para las actividades que ellos forman parte. La correcta comprensión

del funcionamiento de la propuesta reduce los errores relacionados con los consumos de insumos y tiempos muertos.

Costos de Implementación

El análisis de los costos de implementación es una etapa crítica dentro del diseño de un sistema MRP, ya que permite determinar la viabilidad económica del proyecto y anticipar los recursos necesarios para su puesta en marcha. Este proceso incluye la evaluación de gastos asociados con la adaptación tecnológica, la infraestructura, el soporte técnico y la integración con otros sistemas empresariales. Una estimación adecuada de estos costos facilita la planificación presupuestaria y evita desviaciones financieras que puedan comprometer el éxito del proyecto. Esto da visualización a la comparación entre distintas alternativas tecnológicas y proveedores, optimizando la relación costo-beneficio del sistema implementado.

En la Figura 101 se observa el costo de la implementación del sistema de requerimiento de materiales.

Figura 101 Costo de implementación

COSTO DE INVERSIÓN	DETALLE Y ALCANSE	HORAS	MONTO EN \$	MONTO EN €
FASE I: CONSULTORIA Y DISEÑO	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS (CATÁLOGOS GENERALES, CATALOGO CONTABLE Y PROCESO A LA MEDIDA)	10	\$900,00	€459 000,00
FASE II: DESARROLLO / IMPLEMENTACIÓN	DESARROLLO DE LOS PROCESOS A MEDIDA QUE EL CLIENTE REQUIERA.	20	\$1 800,00	€918 000,00
FASE III: DESPLIEGUE Y PUESTA EN MARCHA	CONFIGURACIÓN DE ENTORNOS DE PRODUCCIÓN, MIGRACIÓN DE DATOS Y LANZAMIENTO FINAL.	25	\$2 250,00	€1 147 500,00
LICENCIAS Y INFRESTRUCTURA CLOUD	COSTO DE LICENCIA POR CADA MODULO REQUERIDO	0	\$13 500,00	€6 885 000,00
CAPACITACIÓN	CAPACITACIÓN PARA UN MAXIMO DE 5 PERSONAS	10	\$1 845,00	€940 950,00
TOTAL DE INVERSIÓN INICIAL		55	\$20 295,00	\$10 350 450,00

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 101 Costo de implementación** se observa las fases que componen la implementación del diseño, estas tienen relación con el costo del proyecto además de las cuotas respectivas a pagar conforme al cumplimiento de cada etapa. En la implementación del sistema comprende un lapso de 55 horas las cuales fueron cuantificadas por el proveedor para visualizar el costo unitario de cada fase del proyecto, para la parte de desarrollo se toma en cuenta las necesidades y requerimientos impuesto por High Light Store con respecto al análisis de la situación actual.

Costo del sistema

El cálculo del costo del sistema es un componente fundamental para definir la inversión total requerida para el desarrollo y operación del MRP. Este análisis abarca los costos de software, con distintos módulos con los requerimientos adaptados a las necesidades de la empresa. Contar con una valoración de este rubro en conjunto a los anteriores permite establecer indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN) o el Retorno sobre la Inversión (ROI), los cuales son determinantes para justificar la implementación ante la dirección de los inversores. Asimismo, permite evaluar la escalabilidad del sistema y proyectar su rentabilidad a largo plazo, asegurando que los beneficios operativos compensen los costos incurridos en su adquisición y mantenimiento.

En la Figura 102 se visualiza el costo del sistema con sus respectivos módulos operativos que son necesarios para la propuesta de valor para la empresa.

Figura 102 Costo del sistema

MÓDULO	DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO	COSTO EN \$	COSTO EN €
GIB	MÓDULO DE GESTIÓN DE INVENTARIO Y BODEGA	\$1 500,00	€765 000,00
PLA	MÓDULO DE PLANIFICACIÓN MRP	\$1 500,00	€765 000,00
GSO	MÓDULO DE GESTIÓN DE SERVICIOS Y ÓRDENES DE TRABAJO	\$1 500,00	€765 000,00
RHP	MÓDULO DE RECURSOS HUMANOS Y PRODUCTIVIDAD	\$1 500,00	€765 000,00
CYP	MÓDULO DE COMPRAS Y PROVEEDORES	\$1 500,00	€765 000,00
IYR	MÓDULOS DE INDICADORES (KPI'S) Y REPORTES DE CONTROL	\$1 500,00	€765 000,00
CYC	MÓDULO DE INTEGRACIÓN CONTABLE Y COSTOS	\$1 500,00	€765 000,00
FOR	MÓDULO DE SIMULACIÓN Y PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA (FORECASTING)	\$1 500,00	€765 000,00
CXP	MÓDULO DE CUENTAS POR PAGAR	\$1 500,00	€765 000,00
TOTAL		\$13 500,00	€6 885 000,00

Notas: Jorge Peña Hurtado

En la Figura 102 Costo del sistema se aprecia los módulos que compondrá el sistema de requerimiento de materiales, el cual toma en cuenta las principales causas raíz identificadas en la

Figura 78 de acuerdo con el 80/20. Cada módulo tiene un costo de 1 500 dólares, para un mejor entendimiento del cálculo del costo del sistema se convirtió a colones con un tipo de cambio hoy en día de 510 colones la venta del dólar.

En la Figura 103 se aprecia los acuerdos de cuotas con las que se pagara el proyecto, son plazos rentables para la capacidad de pago de la empresa.

Figura 103 Acuerdo de cuotas con la empresa

PRIMERA ALTERNATIVA	
PAGOS	MONTO
ANTICIPO	¢4 817 995,00
HITOS	¢5 781 594,00
ENTREGA	¢8 672 391,00
TOTAL	¢19 271 980,00

**EMPRESA DEEP DATA
SOLUCION S.A**

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 103 Acuerdo de cuotas con la empresa** se muestra las cuotas acordadas con la empresa de desarrolladora de software para realizar los pagos según el avance de los pasos de diseño, instalación e implementación del sistema. En primer pago acordado tiene un valor de un 25% del total de costos del proyecto, esto incluye la firma del contrato por parte de la empresa High Light Store con los proveedores del sistema.

El segundo pago está relacionado con los hitos (la palabra se refiere a los métodos de pago del costo total del proyecto en relación con etapas o entrega de avance del sistema final) que se puede ver en la Figura 101, el pago de este monto se ejecutara a la hora de la finalización de la Fase I de la implementación. El monto relacionado con el pago es de 5 776 194 colones, esto representa un 30% del costo total del proyecto.

Por último, la entrega del sistema de requerimiento de materiales el cual llega a reformular la gestión y planificación de las actividades por parte de la empresa. La Fase III que se puede visualizar en la Figura 101, indica que se cumplirá con el despliegue de sistema operativo en la empresa con pruebas en ambientes operativos reales los cuales contendrán monitoreos por parte del equipo de software del proveedor. Una vez finalizado el proceso se realizará el pago con un porcentaje asociado del 45% del proyecto final.

Los costos asociados con el mantenimiento de la propuesta están incluidos con los costos totales de los módulos, implementación y capacitación que brinda la empresa proveedora. Los periodos de atención de incidencias son del 99.9% de las veces excluyendo los periodos de mantenimiento acordados con la empresa, los tiempos de respuesta están clasificados según la gravedad de la situación al igual que las soluciones pertinentes.

Costo de las Auditorías Internas

Las auditorías internas representan un mecanismo clave para asegurar la efectividad y la mejora continua del sistema de requerimiento de materiales. Su aplicación permite verificar el cumplimiento de los procedimientos establecidos, evaluar la precisión de los registros y detectar posibles desviaciones en los flujos de información o la mala planificación de las actividades. Las auditorías facilitan la identificación de oportunidades de mejora y contribuyen a la estandarización de los procesos, fortaleciendo la confiabilidad del sistema. En relación con el proyecto MRP, este control interno asegura que la operación se mantenga alineada con los objetivos estratégicos de productividad, trazabilidad y eficiencia operativa.

La ejecución de las auditorías también fomenta una cultura de responsabilidad y compromiso dentro de la organización, ya que cada colaborador comprende la importancia de cumplir con los procedimientos y mantener la calidad en cada etapa del proceso. Este enfoque preventivo permite detectar fallos antes de que afecten el rendimiento general, asegurando la continuidad operativa y la satisfacción del cliente. Además, los resultados de las auditorías sirven como base para la toma de decisiones estratégicas, orientando los ajustes necesarios en la planificación y gestión de materiales. De esta manera, se garantiza que el sistema MRP evolucione de forma sostenida, manteniendo su eficacia a largo plazo y aportando valor constante al desempeño empresarial.

En la Figura 104 se aprecia los costos de las auditorías internas con respecto a la implementación y control de la solución.

Figura 104 Costo de auditorías internas

TAREA	OBJETIVO	PUESTO	AUDITOR	COSTO POR HORA	COSTO POR HORA	PERSONAS	DURACIÓN EN HORAS	DIAS	COSTO TOTAL
AUDITORIA DE DISEÑO (INICIO DEL PROYECTO)	VERIFICAR CONFIGURACIÓN INICIAL, FLUJOS DE INFORMACIÓN Y LISTA DE MATERIALES	BODEGUERO	INGENIERO I	€4 500,00	€8 889	3	48	2	€466 613
		ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO			€11 576				
		COMPRAS			€9 201				
AUDITORIA OPERATIVA (PUESTO EN FUNCIONAMIENTO)	EVALUAR DESEMPEÑO DEL MRP EN PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE INSUMOS	INSTALADOR I	INGENIERO I	€4 500,00	€18 784	5	48	2	€494 598
		INSTALADOR II			€9 201				
		BODEGUERO			€8 889				
		ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO			€11 576				
		COMPRAS			€9 201				
AUDITORIA DE SEGUIMIENTO (VERIFICACIÓN DE MEJORAS)	REVISAR EL CUMPLIMIENTO DE ACCIONES CORRECTIVAS	BODEGUERO	INGENIERO I	€4 500,00	€8 889	3	24	1	€466 613
		ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO			€11 576				
		COMPRAS			€9 201				
AUDITORIA INTEGRAL ANUAL	EVALUACIÓN GLOBAL DEL SISTEMA Y SUS RESULTADOS	INSTALADOR I	INGENIERO I	€4 500,00	€18 784	5	72	3	€494 598
		INSTALADOR II			€9 201				
		BODEGUERO			€8 889				
		ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO			€11 576				
		COMPRAS			€9 201				
TOTAL		16	1	€18 000,00	€174 634	16	192	8	€1 922 422,00

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 104 Costo de auditorías internas** se visualiza las tareas relacionadas con las auditorías con sus respectivos objetivos por sesión, en la Tabla 19 se visualiza el alineamiento de la implementación con la problemática en estudio. Con respecto a los puestos tomados en cuenta para impartir cada auditoría se ve la reducción de los colaboradores y después el aumento de ese número ya que esto se debe a la finalidad de la auditoría, es importante mencionar que la cantidad de horas refleja la revisión minuciosa por auditoría.

Ahorro Esperado con la Implementación

La implementación de este sistema busca minimizar costos asociados con las problemáticas expuesta en el capítulo IV, los resultados de los análisis proyectaron que el detonante de las causas que originan el problema es la falta de planificación. La problemática tiene causas raíz que hace de esta falta un problema operativo grave, ya que afecta las actividades relacionadas a la prestación de servicios de auto partes y eso refleja un costo de pérdida para la empresa.

En la Figura 105 se aprecia el ahorro esperado con la implementación del sistema.

Figura 105 Ahorro esperado con la implementación

MES	VALOR DE LA PÉRDIDA	TRIMESTRE	VALOR DE LA PÉRDIDA	COSTO DE LA SOLUCIÓN	INDICADOR
PROMEDIO	€4 184 166,67	PROMEDIO	€12 552 500,00	€19 271 980,00	65%

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 105 Ahorro esperado con la implementación**, se observa los rubros de los costos de la problemática contra el costo de la implementación de la solución (sistema de requerimiento de materiales), para el cálculo del indicador se empleó el cálculo del ahorro trimestral como porcentaje de la inversión. Se tomó el ahorro trimestral (pérdidas evitadas) sobre el costo de la inversión reflejando un 65% de ahorro de gastos relacionados a la falta de planificación de la actividad de instalación de auto partes.

Tasa de Retorno de la Inversión (Pay Back)

El método del Pay Back es una herramienta financiera de gran relevancia en la evaluación de proyectos, como este caso la implementación de un sistema MRP, ya que permite determinar el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial a partir de los flujos de efectivo generados por el proyecto. Su función principal es brindar una medida sencilla del riesgo y la liquidez, facilitando la toma de decisiones al mostrar en cuánto tiempo el sistema comenzará a generar beneficios netos. En el caso de un MRP, el Pay Back permite evaluar la eficiencia económica derivada de la reducción de desperdicios, mejoras en la planificación y control de inventarios, y optimización de los recursos.

En la Figura 106 se muestra el cálculo e interpretación del resultado de la fórmula pay back.

Figura 106 Pay back

PAY BACK	40%
CONVERSIÓN A AÑOS	2,49

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 106 Pay back** se refleja el porcentaje asociado al retorno de la inversión que es un 40 %, la fórmula para el cálculo del resultado está reflejado en la Figura 52. La interpretación del resultado se da con la transformación a decimales, se divide 1/40% da un resultado de 2.49 (número que se interpreta en años ya que así se calculó el flujo de caja de la empresa). Las cifras indican que el periodo de recuperación marca 2 años, 5 meses y 26 días (los 5 meses se obtiene de los 0.49 al igual que los 26 días del resultado de las divisiones) para percibir ganancias del sistema implementado.

VAN Y TIR

El TIR (tasa de retorno de la inversión) indica la rentabilidad del proyecto dependiendo del costo total de la propuesta y flujo de efectivos proyectados en el flujo de caja de la empresa. Esta herramienta refleja la rentabilidad del proyecto contra los flujos de los montos generados, los cuales dan como resultado un porcentaje que se deberá interpretar. Las conclusiones relacionadas a los resultados se toman en base en la relación de los niveles obtenidos del modelo, con base en eso se escogerá la mejor opción.

En la parte del VAN (valor actual neto) que se consigue con los flujos mencionados anteriormente, la tasa de descuento (está relacionada al riesgo del proyecto para la empresa) y el monto total de la propuesta. El indicador refleja la ganancia o pérdida neta de un proyecto de inversión genera, esto se interprete como el valor presente luego de cubrir la inversión inicial y cumplir la rentabilidad mínima exigida.

En la Figura 107 se visualiza el VAN y TIR resultante del proyecto de implementación del sistema MRP.

Figura 107 VAN y TIR

VAN	₡17 441 730,60
TIR	47%

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Figura 107 VAN y TIR** se visualiza la tabla relacionada con el monto de cada indicador financiero que mide la fiabilidad de la propuesta de un sistema de requerimiento de materiales en la empresa. Los resultados indican que el VAN da un monto de 17 441 730,60 colones con una tasa de descuento del 12%, esto indica que el proyecto tendrá una ganancia adicional asociada a esa suma según las proyecciones. Por último, el TIR refleja una rentabilidad de un 47 % que justifica la viabilidad del proyecto en relación con los costos asociados al sistema.

Plan de Implementación

El presente apartado detalla la hoja de ruta estratégica para la implementación del Sistema de Requerimiento de Materiales (MRP) propuesto, fundamental para optimizar la planificación de las actividades y evitar faltantes de insumos en los servicios. Este plan de implementación se

estructura para garantizar una transición eficiente, minimizando la interrupción operativa y maximizando el retorno de la inversión. Se definen las fases secuenciales, los recursos tecnológicos y mano de obra requerida, se presentará un cronograma específico que guiarán desde la parametrización de los módulos de planificación hasta la capacitación del personal y la puesta en marcha piloto.

En la Tabla 26 se observa las fases de implementación de la puesta en marcha del diseño del sistema.

Tabla 26 Ciclo PHVA

CICLO PHVA	ACCIONES	OBJETIVO
Planear	Presentación de la propuesta del sistema MRP con el marco Canvas.	Presentar cuál sería la mejora relacionada a la implementación del sistema.
	Planificar los requerimientos necesarios del sistema.	Plantear las necesidades de la empresa en relación con las facilidades proporcionadas por el sistema.
Hacer	Fase I Consultoría y diseño	Reunión de planeamiento para alineamiento de ideas y visión.
	Realizar estudio económico de la propuesta.	Calcular las variables económicas del proyecto en relación con la implementación y beneficios.
	Realizar lista de materiales con los insumos necesarios para los servicios.	Realizar la recolección de datos que alimentara a la base de datos.
	Estudio de las demandas históricas de servicios y los insumos relacionados (para la base de datos del sistema de pronósticos).	Cálculo de la demanda en relación con la cantidad insumos

CICLO PHVA	ACCIONES	OBJETIVO
		requeridos para los servicios esperados.
	Diseño de la propuesta de los periodos de reabastecimiento.	Establecer periodos óptimos relacionados al rendimiento de entrega de proveedores.
	Fase II Implementación del sistema	Conformación del sistema de requerimiento de materiales.
	Capacitación de los colaboradores	Centros de entendimiento relacionado a la solución, con el fin de evitar errores.
Verificar	Fase III Puesta en marcha	Inicio de la fase de prueba del sistema en la empresa.
	Realizar pruebas de la herramienta y realizar ajustes si es necesario	Identificar errores relacionados al sistema.
	Evaluar el rendimiento del sistema con los indicadores claves de rendimiento.	Posibles propuestas de mejoras con el funcionamiento futuro del sistema
Actuar	Revisión del funcionamiento de cada módulo.	Entendimiento del funcionamiento de los apartados y verificación de su funcionamiento.
	Definir los planes de auditorías y planes de control	Concientizar la importancia de la solución en relación con las problemáticas de la empresa.

CICLO PHVA	ACCIONES	OBJETIVO
	Establecer los KPI's propuesto para el sistema y servicios.	Realizar controles cruzados relacionados al sistema y servicios prestados.
	Plantear las fechas de mantenimiento.	Evitar fallas recurrentes del sistema.

Nota: Jorge Peña Hurtado

En la **Tabla 26 Ciclo PHVA** se observa las cuatro etapas de los ciclos asociados a esta herramienta, se planteó para realizar la guía de proyecto de implementación. La representación de las acciones relacionadas a los ciclos, proporcionan los pasos que se deben de seguir según cronograma, esto permite tener un control del proceso de cada acción de acuerdo con su puesta en marcha durante el proyecto. Los objetivos planteados por cada acción se relacionan con los resultados o fin de cada etapa en el ciclo.

El Plan de implementación del sistema de requerimiento de materiales será gestionado rigurosamente bajo el marco de la mejora continua, utilizando el ciclo planificar, hacer, verificar y actuar. Este enfoque garantiza una ejecución organizada y la capacitación efectiva del personal, sino que también permite la identificación temprana de desviaciones y la mitigación de riesgos operacionales. Al ejecutar pruebas piloto y medir los resultados con indicadores clave, se asegura que las soluciones se basen en datos concretos, facilitando la estandarización de procesos óptimos.

Durante una implementación o introducción de una nueva dinámica en la empresa, es importante tomar en cuenta el porcentaje de avance relacionada al proyecto. Los periodos de puesta en marcha del sistema se verán reflejados en un diagrama de Gantt, el cual será un indicador visual de los avances de las operaciones relacionadas al correcto planteamiento de la solución de la falta de planificación sobre la prestación de servicios de instalación de auto partes.

En la Figura 108 se muestra la confección del diagrama relacionada a las acciones del ciclo PHVA.

Figura 108 Diagrama de Gantt

Ciclo PHVA	ACTIVIDADES	Semanas																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
Planear	Presentación de la propuesta del sistema MRP con el marco Canvas.	█																								
	Planificar los requerimientos necesarios del sistema.		█																							
Hacer	Fase I Consultoría y diseño			█	█																					
	Realizar estudio económico de la propuesta.					█																				
	Realizar lista de materiales						█	█	█																	
	Estudio de las demanda históricas de servicios e insumos.									█																
	Diseño de la propuesta de los periodos de reabastecimiento.										█															
	Fase II implementación del sistema											█	█	█												
	Capacitación de los colaboradores												█	█	█	█										
Verificar	Fase III puesta en marcha																█									
	Realizar pruebas de la herramienta y realizar ajustes si es necesario																	█	█	█						
Actuar	Evaluar el rendimiento del sistema con los indicadores claves de rendimiento.																				█					
	Revisión del funcionamiento de cada módulo.																					█				
	Definir los planes de auditorías y planes de control																						█	█		
	Establecer los KPI's propuesto para el sistema y servicios.																								█	
	Plantear las fechas de mantenimiento.																								█	

En la **Figura 108 Diagrama de Gantt** se observa las acciones relacionadas con cada punto del ciclo planear, hacer, verificar y actuar. En el eje horizontal del diagrama se muestra la duración de la implementación del proyecto en relación con el sistema MRP, este indica una duración de 23 semanas de acuerdo con lo planificado. Las secuencias lógicas relacionadas cada actividad es crucial y en ocasiones se presenta el comienzo de la siguiente actividad mediante el cierre de la anterior (esto se da con acciones con las características y complejidad adecuadas para acoplamiento del comienzo de la siguiente).

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el apartado de conclusiones y recomendaciones se detalla el resultado del análisis y desarrollo del proyecto, integrando los principales hallazgos obtenidos a lo largo del estudio. En esta sección se sintetizan los resultados más relevantes, destacando el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos y la contribución del proyecto a la mejora de los procesos evaluados. Asimismo, se plantean una serie de recomendaciones orientadas a fortalecer la implementación de las propuestas y garantizar la sostenibilidad de los resultados alcanzados. Estas sugerencias buscan servir como guía para la toma de decisiones futuras, fomentando la mejora continua y el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles.

Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones relacionadas con el análisis de la problemática en estudio:

Los análisis de la situación actual en la empresa High Light Store, se empieza en la identificación de la problemática en las operaciones relacionadas a la falta de planificación en los servicios de instalación de auto partes. De acuerdo con la problemática se pudo determinar la causa raíz del problema además de la utilización del principio del 80/20, para enfocar los esfuerzos en el 20% de las causas que generan en 80% de los problemas. Las causas tienen raíces que generan las situaciones descritas durante el proyecto y que fueron tomadas en cuenta para el diseño de la solución.

Los resultados del análisis resalto la conformación de los procesos y el seccionamiento de las actividades administrativas, operativas y apoyo para llevar a cabo las actividades. La comprensión de los procesos en una empresa de servicios es fundamental, ya que una correcta racionalización del problema otorga bases sólidas para describirla, en el caso de los costos operativos relacionado a la situación actual reflejo un costo de 12 252 500 colones relacionado a los costos del servicio de mensajería, necesidad de insumos fuera de inventario y la mala administración de los recursos de la empresa.

La implementación de un sistema de requerimiento de materiales en una empresa de servicios que no tiene una demanda dependiente ni pedidos estables de los servicios, es necesario la centralización de los alcances y aplicabilidad mediante la implementación progresiva, por ese motivo se recopiló datos trimestrales de la actividad de ventas y servicios para realizar un análisis ABC de los requerimientos reales dividido en ese periodo de tiempo que reflejó 79.09% de los

productos “A”, 15,79% de productos “B” y 5.12% de los productos “C”. Los porcentajes obtenidos del análisis representan el peso de los productos en el inventario y la rotación que se les da en un periodo trimestral.

Las mediciones relacionadas a las causas recolectadas por la herramienta Ishikawa, en conjunto al análisis modal de fallas y efectos determino la severidad de los modos de falla que representa la problemática actual y fueron clasificadas en las 6 más significativas en relación conl proceso de instalación de auto partes. Los resultados denotaron que la deficiencia del sistema manual de registro de insumos necesarios para las operaciones refleja un NPR de 800 en relación con los criterios de severidad, ocurrencia y detección de la falla.

Con base en los resultados se tomó en cuenta el análisis de desperdicios Muda, con el fin de medir la afectación en relación con la mala planificación y administración de los recursos de la empresa. Se tomo en cuenta los 7 tipos de desperdicios y el factor humano para el estudio, los resultados fueron clasificados por sus categorías y su alto impacto en la empresa como es los retrabajos que representa 29%, inventarios con un 49%, esperas con el porcentaje más alto de 158%, sobre proceso 19%, defectos con un 32%, residuos 42% y talento humano con 66%. Relacionado a las esperas se calculó el lead time de los servicios y entregas de los proveedores para el desempeño del sistema.

Las mediciones dieron resultados elevados en ciertas áreas relacionadas con la satisfacción del cliente además de crear una afectación en la experiencia en la prestación de servicios. Debido a los resultados se examinó la posibilidad de tomar en cuenta la perspectiva de los clientes de mayor frecuencia, esto con el fin de saber las carencias que ellos perciben en los flujos de las operaciones mediante una encuesta regida por el modelo de Kano. Las encuestas de esta naturaleza combinan las preguntas funcionales y disfuncionales para medir la satisfacción relacionada a la presencia o ausencia del elemento. Las respuestas mostraron una afectación del 50% en la satisfacción de los clientes relacionada a la falta de planificación de las operaciones.

La información recopilada es una base para el diseño de la solución y las funcionalidades del sistema de acuerdo con las necesidades de la empresa. Se tomo en cuenta un modelo que pudiera ilustrar de manera sencilla y concisa cada parte del diseño además de las propuestas de valor que representa para la empresa. Esa propuesta viene acompañada de una filosofía acorde a la mejora continua de los procesos que se llevarán a cabo para optimizar el rendimiento de la empresa en la industria.

El diseño final se basa en la planificación de los requerimientos de materiales para que los flujos de trabajo no se vean interrumpido por esperas o faltantes no anticipados, las herramientas propuestas para la proyecciones, prevenciones, mediciones y mejora de los procesos de prestación de servicios actuales responden a la problemática planteada en el proyecto. El diseño de procesos relacionados a el funcionamiento del sistema en un ambiente operacional normal toma en cuenta los errores esperados durante la implementación y reajustes necesarios. Los módulos fueron diseñados mediante requerimientos dados por el análisis en el capítulo VI y su funcionalidad depende de la calidad de los procesos.

La fase de implementación es un panorama en tiempo real del rendimiento del sistema, el control de cada aspecto de su rendimiento relacionado con el beneficio esperado como es el 65%, indica que la solución da resolución a más del 50% de la problemática planteada. Los errores son medibles por los puntos de control que posee el programa además de los KPI's incorporados para crear reportes de rendimientos en diferentes áreas. Las auditorías internas juegan un papel trascendental en la prevención y resolución de las fallas que pueda presentar los procesos, con base a eso se formulan las medidas necesarias para la resolución de la falla.

Por último, el plan de implementación presenta una solidez con respecto a la trazabilidad con el porcentaje de avance, el cumplimiento de etapas más las indicaciones claras de los objetivos por cada fase presentada. La herramienta ciclo PHVA es fundamental a la hora de aplicar la metodología Lean, en este caso la orientación es en el sector de servicios, pero su aplicabilidad es muy impresionante.

Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos durante la investigación, se recomienda fortalecer las estrategias de gestión del talento humano mediante la implementación de programas de capacitación continúa orientados al uso del sistema de planificación de requerimientos de materiales (MRP) y la filosofía de mejora continua. La definición clara de roles, responsabilidades y niveles de decisión dentro del sistema permitirá mejorar la comunicación interna y disminuir los errores operativos. Asimismo, la aplicación de incentivos y mecanismos de reconocimiento puede contribuir a mantener la motivación del personal y reducir la rotación en áreas críticas del proceso. Se recomienda establecer un plan de estandarización de los procesos operativos y administrativos, tomando como referencia el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). Este plan permitirá garantizar la calidad y consistencia de los resultados, asegurar la disponibilidad de materiales y

promover una cultura de mejora continua. La estandarización facilitará la ejecución del MRP de forma ordenada, minimizando la variabilidad en las tareas relacionadas con la planificación, compras e instalación de autopartes.

Es fundamental implementar un sistema automatizado de gestión de inventarios y requerimientos de materiales, que permita la trazabilidad en tiempo real de los insumos, herramientas y componentes requeridos para la prestación de los servicios. Dicho sistema debe integrar todos los módulos operativos (compras, inventario, planificación, servicio y recursos humanos), de manera que se disponga de información centralizada para la toma de decisiones. Además, se recomienda establecer un sistema de codificación para todos los artículos y materiales, con el fin de facilitar su identificación, registro y control dentro del flujo del MRP.

Se aconseja estandarizar los procesos de control de calidad del servicio y definir los indicadores de desempeño que permitan evaluar la eficacia del sistema implementado. Esto incluye establecer los estándares mínimos de calidad que deben cumplir los servicios de instalación, así como las pruebas o verificaciones necesarias para garantizar la conformidad de los resultados. Los registros estructurados permitirán la trazabilidad de las correctivas y la evaluación del impacto de las mejoras aplicadas.

En cuanto a la satisfacción del cliente, se recomienda implementar un sistema de evaluación continua que permita recopilar retroalimentación de los usuarios mediante encuestas o formularios digitales. Esta información será clave para identificar los puntos críticos del proceso que afectan la percepción del servicio, particularmente en términos de puntualidad, disponibilidad de materiales y cumplimiento de plazos. El análisis de los resultados permitirá retroalimentar el sistema MRP, asegurando que la planificación se mantenga alineada con las expectativas del cliente.

Para garantizar el control y sostenibilidad del sistema, se recomienda implementar indicadores de gestión (KPI's) orientados al seguimiento del desempeño de los procesos y al análisis de resultados reales frente a los planificados. Estos indicadores deben ser revisados de forma periódica, permitiendo la toma de decisiones correctivas fundamentadas en datos objetivos. Se sugiere incluir indicadores como: nivel de cumplimiento de órdenes de servicio, exactitud en los registros de inventario, cumplimiento de plazos de entrega y nivel de satisfacción del cliente.

Finalmente, se propone valorar en el futuro la posibilidad de implementar una certificación bajo la norma ISO 9001, aplicable a organizaciones de servicios. Esta norma proporcionaría un marco

estructurado para fortalecer el sistema de gestión de la calidad y consolidar la trazabilidad y eficiencia de los procesos. Su adopción permitiría garantizar la mejora continua, aumentar la confiabilidad en los servicios ofrecidos y posicionar a la empresa en el mercado como una organización que cumple con los estándares internacionales de calidad y gestión operativa.

APÉNDICES

Apéndice – Entrevista introductoria

ENTREVISTA INTRODUCTORIA

22/5/25

Nombre _____ Emisor de encuesta _____

Propósito:

El propósito de la encuesta es obtener una visión integral sobre el funcionamiento general de la empresa, comprendiendo la estructura organizacional, los roles desempeñados por el personal y la identificación de los procesos clave. Esta información servirá como base para la implementación de un sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) que optimiza la gestión de inventarios y la eficiencia operativa.

Objetivo:

Identificar y analizar la percepción de los colaboradores respecto al funcionamiento organizacional, los roles asignados y la dinámica de los procesos internos, con el fin de generar insumos relevantes que permitan diseñar e implementar un modelo de MRP adecuado a las necesidades de la empresa.

Preguntas Planteadas

¿Cuáles son los tipos de servicios más comunes?

Venta de autopartes, accesorios, venta al detalle y ventas al mayoreo (les vende a negocios externos o proveedores independientes). También tenemos servicio exprés de envíos de auto partes, los servicios de instalaciones, instalación de accesorios, reparaciones técnicas y básicamente eso es tienda.

¿Cuáles son los materiales críticos o de alto consumo?

Bombillos leds, stops, lupa, alógenos y alarmas.

¿Cuáles son las existencias mínimas necesarias para mantener operaciones sin interrupciones?

No tiene un procesos o cantidad mínima para realizar un pedido. Con base a los movimientos del producto hacemos una estimación de las unidades restantes y solicitamos otro pedido cuando vemos que se va a acabar la mercadería.

¿Con qué frecuencia se realiza el inventario de materiales?

No tiene una frecuencia definida de gestión de inventarios.

¿Quiénes son los proveedores principales de piezas y materiales?

- K - Fox (equipos de alarmas y accesorios de existencia) ejemplo kits de cierre, alarmas.
- Audi - alójenos led, estribos, focos.

¿Cuáles son los tiempos de entrega de los proveedores para los materiales críticos?

Se puede determinar con el programa que poseemos, pero no medimos los tiempos de entrega ni los retrasos que se producen.

¿Existen acuerdos de compras a largo plazo con proveedores o descuentos por volumen?

No existen descuentos por cantidad ni contratos establecidos con ellos.

¿Hay alternativas de proveedores para materiales clave, en caso de que uno no pueda cumplir con la demanda?

Los proveedores son de China, es más fácil hacer el pedido por cantidades por temas de impuesto, ya que fraccionado es más caro por el peso y la utilidad del container.

¿Cómo se asegura que los materiales adquiridos cumplen con los estándares de calidad y especificaciones requeridas para cada tipo de servicio?

Se reporta y lo reponen, además de eso cuentan con tema de garantía por bajo rendimiento de los productos.

¿Existen procedimientos de recepción de materiales, inspección y aprobación antes de almacenarlos?

Mandan muestras para probar el producto, se revisa a dedo, ósea a ojo y se almacenan con un sistema de etiquetado manual en la bodega. Por lo general un mes antes de que el pedido llegue se hace el proceso de generar códigos para los productos que están por entrar. Esto lo realiza el encargado de tienda (Mario Sibaja).

¿Actualmente, con cuántos colaboradores cuentan?

- 8 colaboradores
- El encargado (Mario Sibaja)
- 2 vendedores (cada uno es el encargado de mayoreo y el encargado de las instalaciones de auto partes).
- 2 instaladores
- 3 mensajeros

¿Cuentan con un sistema de facturación?

Proceso de facturación: el sistema le tira tres facturas: la factura en sí, la salida de bodega y recibo de pago (qué método de pagos se usó). El sistema tiene capacidad para generar facturas o hacerlo usted mismo.

¿Existe algún problema en los procesos existentes?

- Errores en facturación, como facturar artículos diferentes, pero con códigos parecidos.

- El problema de generar códigos es el tema de ciertas discrepancias que se generan en el código que provoca que al realizar el pedido los filtros no jalen todos los artículos relacionados con la familia respectiva. Lo que genera un reproceso en el recuento de los históricos del proveedor.
- No existe un control de los insumos que los muchachos usan durante las instalaciones.
- El abandono del puesto por parte de David (encargado del departamento de instalaciones de auto partes).
- El desorden al realizar ciertas actividades por parte de los colaboradores.
- Mal ingreso de información al sistema de tienda.

¿Existen manuales, guías o políticas?

Algunos manuales de puesto, cierta información de políticas e indicaciones verbales que se les da a los compañeros. Existe un término y condiciones de cambios para las garantías de los productos, además de normas de limpieza del local.

¿Cómo es la comunicación entre usted y sus superiores/compañeros en relación con las responsabilidades?

La es sana, cuando yo necesito hablar algo directo con alguno lo hago en privado y cuando es un grupo, no presenta inconvenientes y con los hermanos (son los dueños) todo bien, aunque a veces intentan hablar al frente de los demás.

¿Qué procesos considera más críticos para el funcionamiento de la empresa?

El tema de bodega es crítico aún no se ha normalizado un proceso en específico y aun con direcciones pequeñas, pasan detalles de errores sobre el despacho de algún producto incorrecto. Ayer mismo hablé con las personas involucrados y pedí que sean más rigurosos con eso, porque está claro como ejecutar los procesos, pero por la presión de las necesidades se cometen errores.

ENTREVISTA INTRODUCTORIA

22/5/25

Nombre _____ Emisor de encuesta _____

Propósito:

El propósito de la encuesta es obtener una visión integral sobre el funcionamiento general de la empresa, comprendiendo la estructura organizacional, los roles desempeñados por el personal y la identificación de los procesos clave. Esta información servirá como base para la implementación de un sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) que optimiza la gestión de inventarios y la eficiencia operativa.

Objetivo:

Identificar y analizar la percepción de los colaboradores respecto al funcionamiento organizacional, los roles asignados y la dinámica de los procesos internos, con el fin de generar insumos relevantes que permitan diseñar e implementar un modelo de MRP adecuado a las necesidades de la empresa.

Preguntas Planteadas

¿Cuáles son los tipos de servicios más comunes?

Cambio de bombillos

Instalación de halógenos

Pantallas

Estribos

Racks

¿Cuáles son los materiales críticos o de alto consumo?

Cableado

Tornillos

Discos de corte

Brocas

Duretan

Silicones

Sprays de pintura

Lijas

Taípe

Termo encogible

Terminales eléctricas para conectar cables

Fusibles

¿Cuáles son las existencias mínimas necesarias para mantener operaciones sin interrupciones?

Kit de leds

Bombillos (9005-Q5, Base metal pin recto,5230, T10, T12, H4, H7-Flosser y T1-s)

Polarizados

¿Con qué frecuencia se realiza el inventario de materiales?

No existe un control de inventario establecido para los artículos.

¿Quiénes son los proveedores principales de piezas y materiales?

- K-FOX
- EAGLE
- Proluza

¿Cuáles son los tiempos de entrega de los proveedores para los materiales críticos?

De cuatro a tres meses los pedidos grandes (se refiere a los materiales como racks, halógenos y demás productos grandes).

¿Existen acuerdos de compras a largo plazo con proveedores o descuentos por volumen?

No tiene el conocimiento de los contratos que mantiene la empresa para dar una repuesta que genere valor a la investigación.

¿Hay alternativas de proveedores para materiales clave, en caso de que uno no pueda cumplir con la demanda?

Se cotiza con proveedores nacionales, pero no se realiza por el margen de ganancia disminuye drásticamente. El encargado del departamento de instalaciones de auto partes no tiene conocimiento de los proveedores nacionales en esos casos.

¿Cómo se asegura que los materiales adquiridos cumplen con los estándares de calidad y especificaciones requeridas para cada tipo de servicio?

Tienen un área para testear las piezas que ingresan a tienda, pero no se cuenta con una muestra previa antes de realizar un pedido. Esto significa que no se dan cuenta de su calidad hasta que llega el producto.

¿Existen procedimientos de recepción de materiales, inspección y aprobación antes de almacenarlos?

Se recibe el material, el cual se baja del camión y se acomoda primeramente en la zona de instalaciones. Los artículos se etiquetan con su respectivo código creado por el sistema para el almacenamiento y no existe una inspección del estado de todas las piezas, nada más se almacenan.

¿Actualmente, con cuántos colaboradores cuentan?

- 2 mensajeros
- 2 instaladores
- 2 vendedores
- 1 bodeguero
- 1 administrador de tienda
- En total son 8

¿Cuentan con un sistema de facturación?

Sí

¿Existe algún problema en los procesos existentes?

Falta de inspección de los pedidos

Los pedidos que se realizan por parte de la empresa no son correctos a la hora de la recepción (ya que vienen componentes erróneos).

¿Existen manuales, guías o políticas?

Sí existen, pero no son específicos ni se tiene una referencia de las actividades que debe realizar en su puesto porque hay actividades extras en muchos casos.

¿Cómo es la comunicación entre usted y sus superiores/compañeros en relación con las responsabilidades?

Lo describiría como regular, ya que yo soy el encargado del departamento de instalación de auto partes y soy más joven que las personas que tengo a cargo, esto produce un conflicto por que las personas mayores les disgusta recibir órdenes de un menor.

¿Qué procesos considera más críticos para el funcionamiento de la empresa?

- La capacitación de los colaboradores para el conocimiento de los productos para su instalación, servicio al cliente y poder buscar productos en bodega para su venta.
- Saber usar el sistema de la tienda
- Saber cómo cobrar y los procesos de facturación.

Nota: Jorge Peña Hurtado

Tabla 27 Base de datos completa ABC

LISTA DE PRODUCTOS	Mayo	Junio	Julio	SUMA DE LOS 3 MESES	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO	ZONA	PORCENTAJE
Bombillo OEM	26	21	28	75	10,96%	10,96%	A	
Kit led-Q5	26	15	16	57	8,33%	19,30%	A	
Polarizado	19	13	24	56	8,19%	27,49%	A	
Halógenos OEM	9	18	19	46	6,73%	34,21%	A	
Cámara de reversa	12	9	12	33	4,82%	39,04%	A	

Pantalla Android	6	6	20	32	4,68%	43,71%	A	
Bombillo led T10	6	15	8	29	4,24%	47,95%	A	
Stop	6	14	8	28	4,09%	52,05%	A	
Rack	10	2	11	23	3,36%	55,41%	A	
Kit led-E270	4	6	11	21	3,07%	58,48%	A	
Alarma	5	9	5	19	2,78%	61,26%	A	
Estribos	7	4	4	15	2,19%	63,45%	A	
Dash	4	2	9	15	2,19%	65,64%	A	
Kit led-S2	5	3	6	14	2,05%	67,69%	A	
Motor de cierre	3	6	4	13	1,90%	69,59%	A	
Bumper	3	3	7	13	1,90%	71,49%	A	
Retrovisores	8	3	1	12	1,75%	73,25%	A	
alfombra Bandeja	3	5	3	11	1,61%	74,85%	A	
Bota agua	0	4	7	11	1,61%	76,46%	A	
Escobillas	1	7	2	10	1,46%	77,92%	A	
Arnés Pantalla	2	2	4	8	1,17%	79,09%	A	79,09%

Arnés Halógenos	3	2	3	8	1,17%	80,26%	B
Sensores	4	4	0	8	1,17%	81,43%	B
Radio	2	3	3	8	1,17%	82,60%	B
Halógenos led	1	3	4	8	1,17%	83,77%	B
Tapa dura	0	2	4	6	0,88%	84,65%	B
Lupa	6	0	0	6	0,88%	85,53%	B
Pito bosh	0	5	1	6	0,88%	86,40%	B
Parilla	3	0	3	6	0,88%	87,28%	B
Pegaderos	2	0	4	6	0,88%	88,16%	B
Bombillo led T12	2	3	1	6	0,88%	89,04%	B
Hitch	1	3	1	5	0,73%	89,77%	B
Parlante	2	2	1	5	0,73%	90,50%	B
Kit led-N1	0	3	2	5	0,73%	91,23%	B
Cableado	0	3	2	5	0,73%	91,96%	B
Pistones eléctricos	4	0	0	4	0,58%	92,54%	B
Toldo	1	0	3	4	0,58%	93,13%	B
Cabeceras de pantalla	2	1	0	3	0,44%	93,57%	B

Snorkel	1	2	0	3	0,44%	94,01%	B	
Kit de cierres	2	0	1	3	0,44%	94,44%	B	
Fender	1	0	2	3	0,44%	94,88%	B	15,79%
Cola	0	1	2	3	0,44%	95,32%	C	
Barra Led	2	0	1	3	0,44%	95,76%	C	
Balastro	1	1	0	2	0,29%	96,05%	C	
GPS	0	2	0	2	0,29%	96,35%	C	
RCA	0	2	0	2	0,29%	96,64%	C	
Canasta	0	2	0	2	0,29%	96,93%	C	
Interfase	0	1	1	2	0,29%	97,22%	C	
Micrófono	0	1	1	2	0,29%	97,51%	C	
Botonera	0	1	1	2	0,29%	97,81%	C	
Pedido especial	0	1	1	2	0,29%	98,10%	C	
Aromatizante de carro	0	0	2	2	0,29%	98,39%	C	
Loderas	1	0	0	1	0,15%	98,54%	C	
Conectores	1	0	0	1	0,15%	98,68%	C	
Tornillo	1	0	0	1	0,15%	98,83%	C	
Emblema	1	0	0	1	0,15%	98,98%	C	
Lona	1	0	0	1	0,15%	99,12%	C	

Botón de arranque	0	1	0	1	0,15%	99,27%	C	
Riel de techo	0	1	0	1	0,15%	99,42%	C	
Kit de planta	1	0	0	1	0,15%	99,56%	C	
Wrap	0	0	1	1	0,15%	99,71%	C	
Porta bicicletas	0	0	1	1	0,15%	99,85%	C	
Amplificador	0	0	1	1	0,15%	100,00%	C	5,12%
Total				684	100,00%		Porcentaje	100%

Nota: Jorge Peña Hurtado

Tabla 28 Lista de materiales BOM

Nivel	Código	Descripción del ítem	Tipo de recurso	Unidad	Cantidad requerida	Tiempo de entrega	Proveedor
0	POL-001	Servicio de instalación de polarizados	Servicio	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	CAR-001	Carrito móvil de herramientas	Equipo auxiliar realizables	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	DIS-001	Dispensador de jabón	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna

2	CON-001	Jabón	Consumible	Mililitro	4	0	Proveeduría interna
2	CON-002	Agua	Consumible	Mililitro	500	0	AYA
1	POL0000	Papel de polarizado	Materia Prima	Metro	3	122	Koolfilm
1	CUT-001	Hojas de cúter	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	CUT-002	Hoja grande	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	CUT-003	Hoja pequeña	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	PAL-001	Paletas	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	PIS-001	Pistola de calor	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
0	SER-000	Servicio de instalación de Halógenos OEM	Servicio	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	CAR-001	Carrito móvil de herramientas	Equipo auxiliar reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	HALOG-OEM	Halógeno OEM	Materia Prima	Unidad	2	122	PENTA

1	DES-001	Destornillador	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PHI-002	Philips	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PLA-002	Plano	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	JUE-001	Juego de Llaves	Herramienta Reutilizable	Set	1	0	Proveeduría interna
2	JUE-010	10	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	JUE-012	12	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	JUE-013	13	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	JUE-014	14	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	ALL-002	Allen	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	THO-002	Thor	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	JUE-001	Juego de cubos	Herramienta Reutilizable	Set	1	0	Proveeduría interna
1	TES-1	Tester de corriente	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna

1	TOR-001	Tornillos	Material Auxiliar	Bolsa	1	0	Proveeduría interna
0	SER-000	Servicio de instalación de Cámara de reversa	Servicio	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	CÁM-1221221	Cámara de reversa	Materia Prima	Unidad	1	122	MINDA
1	DES-001	Destornillador	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PHI-002	Philips	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	TES-1	Tester de corriente	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	ALI-001	Alicate	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	TEI-001	Teipe	Material Secundario	Rollo	1	0	Proveeduría interna
1	TOR-001	Tornillos	Material Auxiliar	Bolsa	1	0	Proveeduría interna
1	TAL-001	Taladro	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	BRO-002	Broca 3/8"	Consumible	Unidad	1	0	Proveeduría interna

0	INS-000	Instalación de bombillo led T10	Servicio	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	BOM- 1221221	Bombillo led T10	Materia Prima	Unidad	1	122	NICKS
1	DES-001	Destornillador	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PLA-002	Plano	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PHI-002	Philips	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	CAR-001	Carrito móvil de herramientas	Equipo auxiliar reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
0	SER-000	Servicio de instalación de Stop	Servicio	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	PIE- 1221221	Pieza de Stop	Materia Prima	Unidad	1	122	LYNCH
1	CAR-001	Carrito móvil de herramientas	Equipo auxiliar reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	TAL-001	Taladro	Herramienta Reutilizable	Uso}	1	0	Proveeduría interna

2	BRO-002	Broca 10" Philips	Consumible	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	JUE-001	Juego de cubos 10"	Herramienta Reutilizable	Set	1	0	Proveeduría interna
1	TOR-001	Tornillos	Material Auxiliar	Bolsa	1	0	Proveeduría interna
0	SER-000	Servicio de instalación de Pantalla Android	Servicio	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	PAN- 1221221	Pantalla Android	Materia Prima	Unidad	1	122	MINDA
1	PAL-001	Paletas	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	DES-001	Destornillador	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PHI-002	Philips	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	HER-001	Herramienta Pelacables	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	TEI-001	Teipe	Material Secundario	Rollo	1	0	Proveeduría interna
1	ARN- 001	Arnés pantalla	Material Auxiliar	Unidad	1	0	American Tuning

1	TOR-001	Tornillos	Material Auxiliar	Bolsa	1	0	Proveeduría interna
1	TES-1	Tester de corriente	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
0	SER-000	Servicio de instalación de Bombillo OEM	Servicio	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	CAR-001	Carrito móvil de herramientas	Equipo auxiliar reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	523-111	Bombillo OEM	Materia Prima	Unidad	1	1	IMPOCARSA
1	DES-001	Destornillador	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PHI-002	Philips	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PLA-002	Plano	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
0	SER-000	Servicio de instalación de Kit led - E270	Servicio	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	900-1221221	Kit led - E270	Materia Prima	Unidad	1	122	NICKS

1	CAR-001	Carrito móvil de herramientas	Equipo auxiliar reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	DES-001	Destornillador	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PHI-002	Philips	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
0	SER-000	Servicio de instalación de Kit Led - Q5	Servicio	Unidad	1	0	Proveeduría interna
1	CAR-001	Carrito móvil de herramientas	Equipo auxiliar reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	KIT-1221221	Kit led - Q5	Materia Prima	Unidad	1	122	NICKS
1	DES-001	Destornillador	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PHI-002	Philips	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	PLA-002	Plano	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
0	SER-1221220	Servicio de instalación de Rack	Servicio	Unidad	1	122	PENTA

1	LLA-1	LLAVE ALLEN	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	TAL-1	TALADRO	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
1	CIN-1	CINTA METRICA	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna
2	LLA-2	LLAVES DE CORONA	Herramienta Reutilizable	Uso	1	0	Proveeduría interna

Nota: Jorge Peña Hurtado

Tabla 29 Flujo de caja

PERIODOS	1	2	3
INGRESOS	2022	2023	2024
Ventas	¢132 000 000	¢280 000 000	¢168 000 000
TOTAL DE INGRESOS	¢132 000 000	¢280 000 000	¢168 000 000
EGRESOS	ENERO	FEBRERO	MARZO
Salarios	¢21 900 000	¢21 900 000	¢21 900 000
Cargas Sociales	¢1 825 000	¢1 825 000	¢1 825 000
Costo de Mano de Obra	¢27 600 000	¢27 600 000	¢27 600 000
Impuestos	¢15 600 000	¢15 600 000	¢15 600 000
Alquiler	¢8 400 000	¢8 400 000	¢8 400 000
Costo de inventario	¢60 000 000	¢168 000 000	¢78 000 000

TOTAL DE EGRESOS	¢135 325 000	¢243 325 000	¢153 325 000
INGRESOS	¢132 000 000	¢280 000 000	¢168 000 000
TOTAL DE EGRESOS	¢135 325 000	¢243 325 000	¢153 325 000
UTILIDAD NETA	-¢3 325 000	¢36 675 000	¢14 675 000
INVERSIÓN INICIAL	-¢19 271 980,00		
TASA DE DESCUENTO	12%		

Nota: Jorge Peña Hurtado

Tabla 30 AMFE de la problemática

ANÁLISIS AMFE									
PROCESO	MODO DE FALLA	EFEECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA	S	O	D	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS	ENCARGADO
PROCESO DE INSTALACIÓN DE AUTO PARTES	El personal se dispone a completar las actividades actuales en curso y no se puede atender más necesidades	Ordenes retrasadas por falta de personal	Falta de disponibilidad	7	8	9	504	Planificaciones meticulosas de las operaciones y el correcto manejo de la mano de obra disponible en la empresa.	Técnicos de Instalación
	El personal es incapaz de llevar a cabo las actividades asignadas por el desconocimiento de los procesos asociados.	Personal sin capacitación formal	Falta de capacitación	6	5	6	180	Desarrollar un plan de formación continua y capacitaciones periódicas en procesos clave.	Departamento de instalación
	El personal no cuenta con los conocimientos necesarios para la manipulación o facturación del producto.	Errores de instalación por desconocimiento	Desconocimiento de los productos	8	7	8	448	Elaborar fichas técnicas y catálogos digitales; capacitar al personal en el portafolio de productos.	Técnicos de Instalación
	El personal no practica una comunicación efectiva entre	Retrasos por fallas de coordinación	Descoordinación entre empleados clave	6	8	9	432	Definir roles y responsabilidades claras; Establecer reuniones de	Encargado de tienda

ellos generando desorden.								coordinación periódicas.	
No se cuenta con los insumos suficientes o no se tienen del todo para llevar a cabo la instalación.	Insumos faltantes destacados	Insuficiencias	9	9	3	243	Realizar estudios de capacidad instalada vs. demanda; redistribuir recursos de forma eficiente.	Encargado del departamento de instalaciones	
El personal realiza compras compulsivas sin un criterio sobre las necesidades reales de la empresa.	Nivel de sobre compra	Compras excesivas de insumos	6	6	4	144	Aplicar análisis ABC y pronósticos de demanda; Implementar políticas de compra ajustadas.	Encargado del departamento de instalaciones	
El personal reconoce la necesidad de insumos de instalación y se tramita insumos externos de inventario.	Pedidos fuera de planificación	Solicitud de pedido especial	9	9	2	162	Definir procedimientos de autorización y costos adicionales para pedidos fuera de lo estándar.	Encargado del departamento de instalaciones	
El personal no cumple con los periodos de vida útil de la herramienta, ni programan mantenimientos o recambios.	Fallas por falta de mantenimiento	Falta de mantenimiento de las herramientas electrónicas	4	5	5	100	Crear un plan de mantenimiento preventivo y registros digitales de inspección.	Encargado de tienda	

Se presenta retrasos de reposición de equipos relacionados a las instalaciones de auto partes.	Tiempos promedio de reposición	Retraso en la reposición de equipos	3	4	9	108	Negociar acuerdos de nivel de servicio (SLA) con proveedores; mantener inventario de seguridad.	Encargado del departamento de instalaciones
No se lleva un control de los insumos necesarios para la instalación de dicha pieza y solo se registra la auto parte instalada.	Errores en control de inventario	Deficiencia del sistema manual de registro de insumos	8	10	10	800	Migrar a un sistema digital de control de inventarios con capacitación al personal.	Encargado del departamento de instalaciones
Se produce tiempos estándar variados durante la fase de atención al cliente, instalación y facturación.	Variabilidad en tiempos de instalación	Falta de tiempos estándar de servicio	6	7	4	168	Realizar estudios de tiempos y movimientos; procedimientos documentales estándar.	Técnicos de Instalación
El personal se enfrenta a distintos retos durante las actividades derivadas a la falta de planificación.	Servicios fuera de plazo	Retrasos en el proceso	9	8	5	360	Aplicar herramientas Lean (5S y análisis de desperdicios) para reducir desperdicios y optimizar flujos.	Departamento de instalación

El personal corta el flujo de trabajo continuo que se debe de dar entre actividades del proceso de instalación.	Interrupción del flujo de trabajo	Falta de trazabilidad	5	8	9	360	Implementar código de barras o RFID para seguimiento de insumos y productos.	Departamento de instalación
El personal pasa por alto el control de los insumos necesarios para una instalación exitosa.	Insumos sin control en bodega	Falta de control sobre los insumos de instalación	7	10	4	280	Asignar responsables de inventario y realizar auditorías periódicas de insumos.	Encargado del departamento de instalaciones
El personal presenta complicaciones ante productos nuevos en la tienda, esto retrasa la instalación.	Errores relacionados a la falta de estandarización	Falta de manual de procesos de instalación	5	4	5	100	Elaborar manuales operativos y diagramas de flujo; estandarizados bajo normas de calidad.	Encargado de tienda
El personal no toma medidas ante las condiciones en las que llega el vehículo a la tienda.	Errores posteriores a la instalación	Falta de valoración previa del vehículo	7	6	4	168	Establecer un checklist obligatorio de inspección antes de iniciar el servicio.	Técnicos de Instalación
El personal no almacena de manera correcta los insumos de instalación en el	Tiempo adicional por búsqueda	Inexistencia de calificación de insumos	4	10	8	320	Implementar homologación de proveedores y criterios de	Técnicos de Instalación

área del almacén de los técnicos de instalación.								calidad para insumos.	
El personal no dirige de manera adecuadas las actividades presentes en el momento por falta de liderazgo.	Retraso por mala asignación de personal	Falta de delegación de actividades	8	8	6	384	Charlas interactivas sobre la importancia del liderazgo en una empresa y los impactos positivos que genera.	Encargado del departamento de instalaciones	
El personal depende de factores externos para cumplir con la tarea, estos son tiempos de entrega y disponibilidad en el mercado.	Insumos críticos solicitados	Dependencia de factores externos	10	8	1	80	Diseñar planes de contingencia; contar con proveedores alternos y stock de seguridad.	Encargado del departamento de instalaciones	
El personal acumula producto restante de las instalaciones para ser utilizado en trabajos futuros.	Residuos acumulados en tienda	Acumulación de productos obsoletos	7	4	4	112	Implementar políticas de liquidación de productos obsoleto o asociaciones con empresas de procesamiento de desechos.	Técnicos de Instalación	

Nota: Jorge Peña Hurtado

Tabla 31 AMFE de los nuevos procesos

PROCESO	MODO DE FALLA	EFEECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA	S	O	D	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS	ENCARGADO
PROCESO DE INSTALACIÓN DE AUTO PARTES Y UTILIZACIÓN DEL SISTEMA MRP	Se presentan retrasos relacionado a las interrupciones o esperas que se generan en el proceso.	Ordenes retrasadas	Servicios fuera de plazo	5	3	1	15	La planificación previa de las actividades mediante la herramienta de pronósticos brindado por el sistema.	Técnicos de instalación
	Errores producto a la falta de valoración previa del vehículo.	Afectación de la satisfacción del cliente	Errores posteriores a las instalaciones	7	6	3	126	Lista de chequeo previa a la instalación o inicio de las operaciones para evitar inconvenientes.	Técnicos de instalación
	Los colaboradores pierden tiempo en traslados innecesarios por falta de planificación.	Tiempo improductivo	Tiempos adicionales por búsqueda	2	3	3	18	Preparación de los insumos previos a los servicios agendados o reordenamiento del cuarto de herramientas	Técnicos de instalación
	El encargado del departamento de instalación de auto partes no practica una buena	Mala administración de los recursos	Retrasos por mala asignación de personal	4	5	4	80	Análisis previo de la demanda para poseer una mejor toma de decisiones relacionado a la administración	Encargado del departamento de instalación de auto partes

PROCESO	MODO DE FALLA	EFEECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA	S	O	D	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS	ENCARGADO
	delegación de actividades.							de la fuerza de trabajo.	
	Los colaboradores pierden tiempo en traslados innecesarios por falta de planificación.	Costos adicionales en relación con lo planificado	Incumplimiento del plan de requerimientos	8	5	7	280	Agregar un nuevo objetivo a las auditorías para proponer una solución.	Compras
	No se lleva un control adecuado de los insumos necesario para las instalaciones.	Errores en las órdenes de trabajo	Inexactitud de la lista de materiales	8	5	5	200	Reestructuración de la lista con ayuda de los colaboradores del cuerpo de instaladores.	Encargado del departamento de instalación de auto partes
	Los proveedores no cumplen los plazos planificados o los servicios se salen del parámetro establecido.	Interrupciones en las operaciones	Ineficiencia del lead time	10	8	6	480	Medición del desempeño de los proveedores y realizar una toma de decisiones con respecto a la continuidad de la relación comercial.	Compras
	Los colaboradores no cuentan con los insumos necesarios	Retrasos en los procesos de instalación	Faltante de materiales críticos	7	6	4	168	Ajuste al sistema de requerimiento de acuerdo con las no conformidades encontradas	Compras

PROCESO	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA	S	O	D	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS	ENCARGADO
	para realizar el servicio.								
	El personal reconoce la necesidad y solicitan insumos fuera de inventario.	Pedidos fuera de planificación	Necesidad de pedidos especial	6	7	4	168	Reportes de cantidad de necesidades fuera de inventario para fundamentar y ajustar el sistema.	Compras

Nota: Jorge Peña Hurtado

REFERENCIAS

Artículos Científicos

- Aleman, L., y Padilla, D. (2021). Sistema de gestión logístico para procesos de servicio. *SERVICIM*, 42(2), 1-15. https://www.researchgate.net/publication/355939344_Sistema_de_gestion_logistico_para_procesos_de_servicios
- Giral , L., y Navia, M. (2016). El comercio de servicios y desarrollo: una discusión en curso. *Sociedad y Economía* , 30(2), 255-280. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i30.3908>
- Gutiérrez, R., y Gómez, C. (2023). La co-creación de valor: antecedentes y su importancia en la función de mercadotecnia dentro de una empresa. *Revista Ciencia Latina*, 7(2), 159-175. https://www.researchgate.net/publication/371490655_La_co-creacion_de_valor_antecedentes_y_su_importancia_en_la_funcion_de_mercadotecnia_dentro_de_una_empresa
- Gúzman, M., Reyes, S., y Chan Yu, R. (2021). Control eficiente de inventarios. 5(2), 121-130. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.\(2\).abril.2021.121-130](https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.(2).abril.2021.121-130)
- Miño, G., Saumell, E., y Toledo, A. (2015). Planeación de requerimiento de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmaceutico Oriente. Cuba. *XXXV*(2), 248-260. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543787008>
- Navarrete, C., y Parada, O. (2017). Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *10*(22), 29-38. <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661263003/html/>
- Rivera , J., Ortega, E., y Pereyra, J. (2015). Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes. *17*(2), 48-55. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640856006>
- Sánchez, E. (2022). Identificación de patrones de demanda de refacciones automotrices. *10*(24), 6-8. doi:<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.81259>

Páginas Web

- Carrillo, J. (29 de Abril de 2019). *Que es el lead time en logística*. MECALUX ESMENA: <https://www.mecalux.es/blog/lead-time-logistica#c%C3%B3mo-se-calcula-el-lead-time>
- Carrillo, J. (9 de Enero de 2021). *Nivel de servicio: variable logística para priorizar la satisfacción del cliente*. MECALUX: <https://www.mecalux.com.mx/blog/nivel-de-servicio#:~:text=EI%20nivel%20de%20servicio%20representa,clientes%20en%20el%20plazo%20acordado.>
- Echeverría, Á., y Shats, E. (21 de Enero de 2024). *Inventario Promedio: que es y como usarlo*. SimpliRoute: <https://simpliroute.com/es/blog/inventario-promedio>
- Nelsen, D. (14 de junio de 2017). *Quality Glossary*. Obtenido de American Society for Quality (ASQ): https://asq.org/quality-resources/quality-glossary?srsId=AfmBOorWnOMR8L5Afb-54tVIIeEItabMOJnDpu9_rrKmHeDICIICgYP
- Torres, D. (21 de febrero de 2024). *Qué es un análisis de la demanda y cómo hacerlo en tu empresa*. Hubspot: <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-demanda#que-es>
- Vaiana, D. (29 de Abril de 2021). *Qué es la tasa de llenado y qué dice sobre su negocio*. QuickBookBlog: <https://quickbooks.intuit.com/r/midsize-business/fill-rate/>

Libros

- Arenal, C. (2020). *Gestión de inventarios: UF0476* (Primera ed.). Tutor Formación. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/126745?page=1>
- Carrillo, J. (29 de Abril de 2019). *Que es el lead time en logística*. MECALUX ESMENA: <https://www.mecalux.es/blog/lead-time-logistica#c%C3%B3mo-se-calcula-el-lead-time>
- Carrillo, J. (9 de Enero de 2021). *Nivel de servicio: variable logística para priorizar la satisfacción del cliente*. MECALUX: <https://www.mecalux.com.mx/blog/nivel-de-servicio#:~:text=EI%20nivel%20de%20servicio%20representa,clientes%20en%20el%20plazo%20acordado.>
- Chu, M. (2016). *Finanzas para no financieros* (QUINTA ed.). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPS). <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/41266?page=1>

- Cruelles, J. (2018). *Productividad industrial: métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y la mejora continua* (Segunda ed.). Marcombo. <https://elibro.net/ereader/bibliouia/280294?page=534>
- Cruz, A. (2018). *Planificación y gestión de la demanda* (Primera ed.). IC Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/129549?page=1>
- Echeverría, Á., y Shats, E. (21 de Enero de 2024). *Inventario Promedio: que es y como usarlo*. SimpliRoute: <https://simpliroute.com/es/blog/inventario-promedio>
- Gillet, F. (2015). *La caja de herramientas: control de calidad* (Primera ed.). Grupo editorial patria. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/39347?page=1>
- López, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas* (Primera ed.). FC Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/114213?page=5>
- Mejía, J. (2023). *Fundamentos de cadena de suministros: teoría y aplicaciones* (Primera ed.). Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/227743?page=1>
- Miranda, F., Chamorro, A., y Rubio, S. (2016). *Calidad y excelencia* (Primera ed.). Madrid: Delta publicaciones. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/227378?page=18>. Consultado en: 17 Oct 2025
- Nelsen, D. (14 de junio de 2017). *Quality Glossary*. Obtenido de American Society for Quality (ASQ): https://asq.org/quality-resources/quality-glossary?srsId=AfmBOorWnOMR8L5Afb-54tVIIeElIabMOJnDpu9_rrKmHeDICIICgYP
- Pardo, J. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional* (Primera ed.). Madrid: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/53618?page=79>.
- Quevedo, H., y Pérez, B. (2015). *Estadística para ingeniería y ciencias* (Primera ed.). Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/39467?page=1>
- Render, B., y Heizer, J. (2017). *Administración de la producción* (Primera ed.). Pearson Educacion. file:///C:/Users/jorge/OneDrive/Tesis%20de%20Jorge/toaz.info-administracion-de-la-produccion-render-pr_79e03c53c5151386a80b83835bec022a.pdf

- Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). McGraw-HILL.
https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Sánchez, D. (2020). *Análisis FODA o DAFO: el mejor y más completo estudio con 9 ejemplos prácticos* (Primera ed.). Madrid: Bubok Publishing S.L.
<https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/189293?page=16>.
- Torres, D. (21 de febrero de 2024). *Qué es un análisis de la demanda y cómo hacerlo en tu empresa*. Hubspot: <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-demanda#que-es>
- Vaiana, D. (29 de Abril de 2021). *Qué es la tasa de llenado y qué dice sobre su negocio*. QuickBookBlog: <https://quickbooks.intuit.com/r/midsize-business/fill-rate/>
- Vélez, T. (2015). *Logística Empresarial* (Primera ed.). Ediciones de la U.
<https://elibro.net/ereader/bibliouia/70227?page=>

Tesis

- Alegria, C., López, J., y Ulloa, J. (2017). *Diseño de un sistema para mejora de la planeación de requerimientos y control de inventario [Licenciatura en ingeniería industrial, Universidad de Costa Rica, Costa Rica]*. e <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/handle/123456789/3840>
- Arones, J. (2021). *Implementación del sistema MRP para la optimización del nivel de entrega de los nodos tipo red [Bachillerato en ingeniería industrial, Universidad Continental, Perú]*. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11463/1/IV_FIN_108_TE_%E2%80%8BArones%E2%80%8B_Arroyo_2021.pdf
- Camilo, J. (2018). *Modelo MRP en empresa de servicios [Licenciatura en ingeniería industrial, Universidad de San Buena Aventura, Colombia]*. <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/4edf2032-7d4d-4f89-b668-61353f6c96e5/content>

- Granados, J. (2023). *Diseño de un sistema de gestión y control del inventario de suministros escolares [Bachillerato en ingeniería industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]*. <http://repositorio.uia.ac.cr/handle/123456789/3396>
- Nieto, J. (2025). *Propuesta del sistema de gestión y control de inventarios para los nuevos productos médicos [Licenciatura en ingeniería industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]*. <http://repositorio.uia.ac.cr/handle/123456789/4123>