

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Propuesta de una Política de Inventarios de
Mantenimiento para el Área de Tejeduría de una
Empresa Textil**

TESIS

Para optar el título de :
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

Luis Miguel Chumpitaz Paucar

Asesor especialista:

Carlos Felipe Culquichicón Cáceres

LIMA - PERÚ

2011

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	7
Definición de logística.....	7
Logística de inventarios.....	12
Mantenimiento industrial.....	18
Mantenimiento de inventarios	24
Demanda de inventarios de repuesto	28
Stock de inventario	34
Política de inventarios	38
Modelos de política de inventarios.....	43
Modelo del tamaño de lote económico (EOQ).....	43
Modelo de inventario estático con riesgo	44
Sistema de control de inventarios: Modelo de revisión continua.....	45
Diagrama de causa – efecto (Ishikawa).....	47
Diagrama de Pareto	47
Matriz de Kraljic.....	48
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	51
Descripción de la empresa.....	51
Descripción del proceso actual	52
Análisis de la situación actual	55
Análisis del problema del área de tejeduría.....	55
Análisis del problema del área de almacén de repuestos de tejeduría.....	60
Impacto económico.....	63
Impacto económico en el área de tejeduría	64
Impacto económico en el área del almacén de repuestos	67
Diagnóstico final de la situación actual.....	68

Determinación de la causa raíz general de los dos problemas	69
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	71
Diagrama de Pareto	71
Clasificación de los inventarios basado en la matriz de Kraljic	75
Artículos estratégicos o críticos.....	81
Modelo estocástico de inventario estático con riesgo	81
Repuesto: Cilindro + aro de platina.....	81
Repuesto: 3752/116 EOHFF 0.20mm	84
Repuesto: Cinta dentada x 100 mts	86
Repuesto: Secuenciadores de aire 18 salidas.....	87
Repuesto: Platinas	89
Plan de contingencia para los artículos.....	91
Control de inventarios	92
Artículos relevantes o de apalancamiento	92
Modelo del punto de reorden con demanda probabilística, variable o incierta.....	93
Repuesto N°1: VO-LS 92.41 G 003	94
Repuesto: 6552/40 0.44/0.18 mm.....	97
Repuesto: VO-LS 90.41 G 0021.....	97
Repuesto: VO-LS 92.41 G 004.....	98
Repuesto: VO-LS 90.50 G 0021.....	99
Repuesto: VO 139.52 G 0022	99
Repuesto: VO 78.41 G 0022	100
Repuesto: VO 75.48 G 002	101
Repuesto: VO-LS 105.41 G 0028.....	102
Repuesto: 6552/10 0.50/0.18 mm MAYER E24.....	103
Repuesto: AGUJAS CILINDRO TALON 2	103
Repuesto: VO 139.52 G 0021	104
Repuesto: VOTA 65.41 G 004	105
Repuesto: VO 90.50 G 0021	106
Repuesto: VO-LS 105.55 G 0018.....	106
Negociación con los proveedores específicos para el abastecimiento de productos	108
Artículos cuello de botella.....	109

Modelo de inventario EOQ simple	109
Plan de contingencia para los artículos cuello de botella	110
Artículos no críticos	111
Estandarización de compras	112
Negociaciones con proveedores	112
Recomendaciones generales	113
Viabilidad económica de la solución propuesta	113
Propuestas para mejorar la implementación del modelo	117
Sistema de control de inventarios	117
Documentación física	120
Hoja de requerimiento	120
Vale de salida.....	122
Formato Cárdez	122
Hoja de contabilización de materiales	123
CAPÍTULO 4 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
BIBLIOGRAFÍA	127
ANEXO	132

RESUMEN

La presente tesis plantea una propuesta que permita mejorar la gestión de los inventarios de mantenimiento del área de tejeduría de una empresa textil, con el fin de priorizar los inventarios más importantes y saber cuánta cantidad comprar y en qué momentos realizarlo. Mediante el desarrollo de la tesis, se explorará las consideraciones tomadas en cuenta para efectuar una propuesta de política de inventarios.

La tesis presentada tiene 4 partes importantes: El capítulo 1, en el cual se presenta el marco teórico que define los conceptos más importantes relacionados a la política de inventario y metodologías. El capítulo 2, donde se explica la situación actual en la que se realizó el estudio, los problemas encontrados y la solución propuesta. El capítulo 3, donde se propone una solución a los problemas encontrados y se verifica la viabilidad de la propuesta. Finalmente, el capítulo 4 en el cual se detallan las conclusiones resultantes y las recomendaciones.

El desarrollo de la tesis se basó en analizar los problemas encontrados, en determinar su impacto económico y demostrar que afecta a la empresa mediante costos de oportunidad y pérdida. Luego de aquel análisis, se planteó una política de inventario de acuerdo a una clasificación basado en el diagrama de Pareto y la matriz de Kraljic. Cada parte de la matriz de Kraljic tiene una política de inventario que se adecúa a las características de los repuestos que se ubican en tales partes. Una vez determinadas las políticas de inventario, se demuestra que la política aplicada es favorable para el control de los inventarios.

Finalmente, se vio conveniente proponer ideas para la realización de la implementación, como un sistema de control de inventarios y formatos físicos para el control manual.

INTRODUCCIÓN

Los inventarios de mantenimiento en las empresas de producción necesitan de un control constante para asegurar una continuidad en la producción. Tales controles pueden ser el nivel de inventarios, la complejidad para adquirir los inventarios y la disponibilidad en el momento adecuado.

Entonces, si no existe un control adecuado, se puede incurrir en costos de oportunidad. Por ejemplo, si no se cuenta con el inventario en el momento preciso se perderán horas de producción. Esas horas de producción se traduce en dinero que pudo ser generado si es que si hubiera tenido el repuesto adecuado en ese momento.

Por ello, es necesario contar con una política de inventarios que permita gestionar de manera correcta todas estas situaciones, para no incurrir en estos costos y asegurar la producción. Sin embargo, no es posible predecir con exactitud qué repuesto se necesitará y que precisamente tengamos el inventario correcto (las piezas de repuesto para una sola máquina son muchas y si se considera la variedad de máquinas en una textil sería casi imposible tener un control de cada tipo de repuesto), pero se puede asegurar los repuestos más críticos y que se usan frecuentemente.

En el presente trabajo se propondrá una solución a los problemas de la empresa Ideas Textiles S.A. relacionados con la falta de una política de inventarios de mantenimiento para los repuestos de tejeduría.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

Definición de logística

Desde hace décadas, la logística ha tenido importancia en las actividades de planeamiento y transporte, siendo enfocado como un conjunto de actividades importante para el manejo de diferentes conflictos, como se cita a continuación:

“La definición de logística se remonta desde épocas se remonta a los tiempos de la II Guerra Mundial, donde el ejército la definió como el arte del planeamiento, el transporte y movimiento militar, la evacuación y los suministros”. (Brlecic 2009: 19)

La logística fue importante en la segunda guerra mundial, por ello ha sido necesario mencionar este antecedente histórico, puesto que fue una etapa importante en la historia de la humanidad y la logística estuvo presente en todo momento.

Al final de la guerra, el término tuvo una expansión en su concepto. Este uso ampliado se reflejó en el año 1949, que define la logística como "el rama de la administración que abarca la gestión y la prestación de suministro, evacuación y hospitalización, transporte y servicios¹.

La logística también ha sido relacionada con actividades mucho antes de la guerra, por la característica de que la logística supone movimientos de bienes físicos de un lugar a otro². Esta frase está más relacionada con la logística de transportes, que es importante para distribuir los productos de una empresa.

La logística ha tenido diferentes formas de definición. Sin embargo, todas las definiciones que se han planteado con el pasar del tiempo llegan a un mismo objetivo, como se menciona a continuación:

¹ Cfr. Berlcic 2009: 19

² Cfr. Lummus 2001: 426

“El concepto tradicional sobre la logística señala las funciones de aprovisionamiento, operaciones y distribución como las más importantes de la actividad logística en las empresas. La mayor parte de la producción académica revisada se enfoca a las funciones inicial y final, dejando una brecha entre ellas al no ocuparse de la función de operaciones desde el punto de vista logístico”. (Aguirre y Rodríguez 2007: 37)

Es importante rescatar que la logística de entrada y la logística de salida son pieza clave para todo proceso logístico, ya que determina el aprovisionamiento y gestión de materiales necesarios para la empresa y la gestión de compras necesarias para la empresa. Asimismo, el transporte para llevar los materiales y para repartir los productos es considerado la otra parte importante del proceso logístico³.

La brecha que existe que sería el área de operaciones, desde un punto de vista logístico, no se tendría que tomar en cuenta, pero a grandes rasgos es importante no obviar esta parte y estar pendiente a cualquier necesidad que exista para realizar las gestiones con tiempo y para que no exista problemas futuros.

Con el pasar de los años, el término de logística ha adquirido un gran valor al relacionarse con el tiempo porque las actividades en las empresas dependen del concepto de logística para manejar parte del negocio, y el tiempo es un factor importante para cualquier empresa, puesto que les permite tener una ventaja competitiva, tal como se menciona en la siguiente cita:

“La logística se relaciona con las virtudes del valor del tiempo desde una perspectiva general. Desde tiempos inmemoriales ha sido reconocido como muy significativo. La definición de la logística plantea la cuestión de dónde y cómo se están posicionando nuestros recursos en relación con el tiempo. ¿Cómo puede la logística y el uso del tiempo de brindar excelencia y optimización de servicios y por lo tanto, dar una ventaja competitiva, rentabilidad y eficacia?”. (Beesley 2006: 12)

El autor menciona que el tiempo es una pieza clave para la empresa, y por lo tanto, para la logística como área. La pregunta planteada tiene diferentes respuestas, pero lo importante es que la logística es capaz de lograr tales afirmaciones, como la optimización de servicios,

³ Cfr. Aguirre y Rodríguez 2007: 37

rentabilidad, eficacia y lo más importante, la ventaja competitiva respecto a otras empresas. Además, la idea que plantea de cómo relacionar la logística posicionando los recursos con relación al tiempo se enfoca principalmente en la gestión de compras, puesto que toda necesidad de una empresa, ya sea en repuestos, materiales en general, debe ser gestionada adecuadamente para contar con dichos materiales en el momento en que se necesite⁴.

La idea de utilizar las actividades "basado en el tiempo" ha sido de alrededor de un número de años. Esto se ve agravado por el hecho de que estas empresas pueden progresar en la curva de aprendizaje rápido y por lo tanto disfrutar de menores costos de operación⁵. Por lo tanto, la logística puede utilizar las ventajas que brinda reducir los tiempos para mejorar sus operaciones.

En la actualidad, la logística tiene influencia en toda empresa, abarcando muchas actividades tal como se menciona a continuación:

“Logística moderna se ha convertido en el principal motor del crecimiento económico en las principales industrias. La logística moderna industrial incluye las actividades como el transporte, almacenamiento, envasado, manipulación, distribución, procesamiento, procesamiento de la información y otras actividades”. (Zhao y Cheng 2010: 219)

Muchas de las actividades logísticas son determinantes para el flujo continuo de las operaciones en las empresas, por ejemplo, la actividad de almacenamiento es importante porque asegura una provisión de materiales necesarios para la producción, si alguno de estos materiales no tiene stock o no son gestionados desde hace mucho tiempo puede ocasionar problemas como paros de producción, paros de máquinas, etc. La actividad de transporte, como fue mencionado anteriormente, tiene importancia para el recojo y reparo

⁴ Cfr. Beesley 2006: 12

⁵ Cfr. Beesley 2006: 13

de productos. Asimismo, la actividad de distribución tiene por objetivo gestionar puntos de distribución y para lograrlo tiene apoyo por el transporte⁶.

Además, el autor menciona a la logística como un motor de crecimiento en las industrias, eso se debe a que si se maneja la logística adecuadamente en las empresas puede elevar las ganancias, como por ejemplo ahorrar tiempo y gestionar mejor las compras, de esa manera se aprovecha el tiempo para elevar acelerar más las operaciones y cuando se gestionen las compras ahorrar dinero y sólo comprar lo esencial.

Estas características importantes se han convertido cada vez más evidente en el papel de la gestión logística de la empresa y sirve para acelerar el desarrollo de la industria⁷.

Otro autor define la logística como una función esencial de la siguiente manera:

“La mayoría de profesionales de la logística y los académicos están de acuerdo que la logística es una función esencial dentro de la actividad. Además, ha habido una tendencia en los últimos años a considerar la logística como un proceso que crea valor”. (Rutner y Jr. 2000: 73)

El autor enfoca la logística como una actividad que crea valor, lo cual es una afirmación acertada porque el correcto manejo de todas las operaciones logísticas crea un conjunto de actividades que se relacionan entre sí y son indispensables, en ese momento, es cuando se crea el valor dentro de la empresa⁸. Las actividades logísticas van enfocadas en la creación de valor, para que luego tengan la importancia necesaria y no se creen problemas por falta de coordinación u otros factores.

Además, hay otro concepto importante, la logística como un “centro logístico”, el cual se menciona a continuación:

“Junto con la producción de todo el mundo y la globalización del comercio, la importancia de los centros de la logística es cada vez mayor en el aspecto

⁶ Cfr. Zhao y Cheng 2010: 219

⁷ Cfr. Zhao y Cheng 2010: 222

⁸ Cfr. Rutner y Jr. 2000: 74

de la cadena de suministro. Lo más común concepto de centro logístico se consolida con la comprensión de centro de distribución, almacén central, carga / terminal de transporte, el nodo de transporte, plataforma logística, pueblo de mercancías, logística de almacén, etc.” (Rimiene y otros 2007: 87)

En la cita anterior da a entender que un centro logístico es el conjunto de las actividades logísticas ya mencionadas. Este término se utiliza frecuentemente en diferentes lugares, por ello es importante mencionarlo para comprender el concepto logístico con más claridad. Otra idea que se puede extraer de la cita es que la logística se relaciona con la cadena de suministro, y ello es evidente porque ambos se complementan para gestionar la cadena de suministro adecuadamente⁹.

Pero este término no es nuevo, el concepto de centro logístico ya apareció hace 30 años, como se cita a continuación:

“Centro Logístico no es un concepto nuevo, apareció Hace 30 años. Logística ha cambiado en las últimas décadas. Durante este tiempo ha habido un número de cambios significativos en el camino las cosas se producen, almacenan, etc., que es lo que tiene que ver con la logística. Por lo tanto la comprensión de centro logístico ha cambiado. Por lo tanto no existe una definición común acuerdo de este concepto establecido”. (Rimiene y otros 2007: 88)

De la cita anterior, también se rescata que el término de centro logístico ha cambiado con el tiempo, y aunque se sabe que el término “centro logístico” abarca el conjunto de actividades logísticas como transporte, ventas, distribución, etc., una definición exacta del concepto no existe, puesto que si se toma en cuenta los diferentes rubros de las empresas, algunas necesitan solo unas ciertas actividades y otras no, entonces una empresa puede definir su centro logístico con actividades muy limitadas y otras lo definen con más actividades y orientadas a objetivos mayores¹⁰.

⁹ Cfr. Rimiene y otros 2007: 87

¹⁰ Cfr. Rimiene y otros 2007: 88

Luego de haber definido y explicado conceptos relacionados a logística, es necesario enfocar aún más la importancia de la logística, no solo en la industria, sino cómo beneficia en el entorno, por ello:

“Logística de la industria es considerada como la arteria y la industria básica del desarrollo económico del país. Su grado de desarrollo es uno de los símbolos de la modernización y la fuerza nacional integral y se describe como el acelerador en la promoción del desarrollo económico de un país”.
(Wang 2010: 1)

La importancia de la logística, además de ser pieza clave para las industrias, es que genera valor en el desarrollo económico del país. La pregunta es, ¿de qué forma? Una de las actividades de la logística que realiza son ventas, entonces la acción de comprar, importar, exportar, etc. Genera utilidades, pagos de IGV, etc., estas características influyen en los indicadores económicos de un país, por lo tanto, es una de las maneras en que la logística hace su aporte con el entorno fuera de la empresa¹¹. La cantidad de operaciones realizadas de todas las empresas por día puede dejar a la imaginación que tan importante puede ser la logística dentro del país, por ello no se puede dejar en segundo plano esta área.

En resumen, la logística abarca una serie de actividades con las cuales se pueden crear valor en la empresa. Muchas de ellas son determinantes para que la continuidad de las operaciones no tenga problemas, otras generan valor al influir en indicadores económicos externos a la empresa, otras actividades se complementan entre sí para lograr los objetivos establecidos. La logística tiene diferentes definiciones, sin embargo todas llegan al mismo objetivo. Hablar de la logística puede ser muy extenso, pero lo importante es resaltar su importancia dentro de la industria, como un conjunto de actividades clave que determinará el desempeño óptimo dentro de la industria.

Logística de inventarios

La logística de inventarios tiene su fundamento en el funcionamiento eficaz de los equipos, tal como se menciona a continuación:

¹¹ Cfr. Wang 2010: 1

“Todas las empresas dependen del funcionamiento eficaz de sus equipos que está sujeta a interrupciones imprevisibles. Cuando estas averías se producen, técnicos de mantenimiento intentan restaurar el equipo a través de la reparación o la instalación de piezas de repuesto en un plazo de tiempo de respuesta. La logística de piezas ha sido estudiado por diversos autores, sin embargo la investigación se ha hecho poco que integra las localidades de cobertura del técnico, su política de llevar el inventario y sus políticas operacionales”. (Tovia 2004: 1)

Como toda empresa, los equipos son los elementos principales para fabricar los productos, el funcionamiento eficaz de los equipos es pieza clave para toda empresa. El inicio de la logística de inventarios fue para gestionar precisamente las piezas importantes para las máquinas o elementos necesarios para la fabricación de los productos¹². Dichas piezas pueden ser determinantes para que una producción continúe o para que haga una parada, que evidentemente es una pérdida de dinero.

En términos generales, es más caro arreglar el problema cuando ocurre que prevenirlo¹³, por ello existe la logística de repuestos, que junto a una política de inventarios, será posible gestionar las piezas más importantes que permita evitar problemas futuros.

Es común ver en las empresas, sobre todo en las de manufactura, ver máquinas paradas que afectan la producción, lo cual pudo ser evitado. La logística de inventarios trata de minimizar las probabilidades de que esa situación ocurra¹⁴.

Ahora, controlar la demanda de repuestos de una empresa no es sencillo, hay que realizar diferentes estudios y determinar la mejor política de inventarios. A continuación se menciona cómo se basa la demanda de repuestos y la característica relacionada a ello:

“La demanda de repuestos en empresas pequeñas se basa en fallos de los equipos, por lo tanto, se requiere una respuesta rápida para reabastecer la pieza dañada. El tiempo de respuesta se refiere al rendimiento en el tiempo de espera para un pedido pendiente”. (Ovia y Cassady 2003: 1)

¹² Cfr. Tovia 2004: 1

¹³ Cfr. Tovia 2004: 2

¹⁴ Cfr. Tovia 2004: 2

De la cita anterior se puede rescatar dos afirmaciones importantes; la primera, que la demanda de repuestos está basada en fallos de equipo, partiendo de ello se tiene que relacionar el historial de fallos con el tipo de repuesto al cual pertenece¹⁵. Lo segundo sería el tiempo de respuesta, que tanto puede demorar adquirir un pedido para minimizar el tiempo de paro de los equipos. Es inevitable que existirá una pieza minuciosa que puede fallar, y por tanto se necesitará hacer el pedido con urgencia, por lo que:

“La gestión eficaz de los inventarios de piezas de recambio es fundamental para satisfacer los objetivos de tiempo de respuesta. El objetivo es optimizar el tiempo de respuesta para la obtención de piezas de repuesto y suministros de emergencia”. (Ovia y Cassady 2003: 1)

El tiempo de respuesta puede ser manejado en un acuerdo con los proveedores o vendedores, básicamente se depende mucho de ello para obtener la pieza que se necesite lo más pronto posible. Otra característica es agilizar la gestión del pedido para que sea más rápida, eso puede ser mejorado como proceso dentro de la empresa. La prioridad entre los clientes es fundamental, una empresa que mantiene actividad constante con un proveedor de piezas de repuesto debe reafirmar dicha priorización, para que luego obtenga pedidos de emergencia al menos tiempo posible¹⁶.

Por otra parte, hay algunas empresas que tienen mayores complicaciones al momento de gestionar su política de inventarios, como se menciona a continuación:

“La gestión de inventarios a través de colaboración y el intercambio de información han sido aplicados con éxito para las piezas de producción y cadenas de suministro de productos finales, pero no para las cadenas de suministro de piezas de repuesto”. (Cfr. Ovia y Cassady 2003: 1)

Es decir, al momento de compartir e intercambiar información, una empresa que compra repuestos para sus máquinas puede realizar una política de inventarios más eficaz que una empresa que provee inventarios. Cada empresa proveedora tiene sus propias metodologías

¹⁵ Cfr. Ovia y Cassady 2003: 1

¹⁶ Cfr. Ovia y Cassady 2003: 2

de gestionar su capacidad de almacenar repuestos, pero siempre hay algunas que tienen más facilidad que otras.

La logística de inventarios, que se liga a la política de inventarios, también se podría integrar a la cadena de suministro. Sin embargo, existe poca investigación en la integración de la cadena de suministro de piezas de repuesto para tener una rápida respuesta¹⁷.

Los costos logísticos tienen un alto impacto en la empresa, por tanto, logística de inventarios está incluida como una parte importante de tal costo. La variabilidad de la demanda también afecta a la logística, las estrategias utilizadas en la gestión de la cadena de suministro frente al cambio en la variabilidad de la demanda podrían tener un impacto significativo en el costo de la logística¹⁸. Asimismo, la logística de inventarios forma parte del impacto en el desempeño de la cadena de suministro, como se describe a continuación:

“La relación entre las estrategias de la logística de la política de inventario, tamaño del lote de transporte, la demanda media y la varianza de la demanda se examinan para evaluar el impacto sobre el desempeño de la cadena de suministro. El aumento de la demanda promedio disminuye el costo unitario”. (Lee y Farahmand 2008: 1338)

El objetivo de gestionar adecuadamente la cadena de suministro y la demanda es disminuir costos unitarios, la logística de inventarios es parte de tal objetivo. Además, la demanda de producción exige una correcta política de inventarios para cumplir con los pedidos establecidos.

Una logística de inventarios incluye 2 elementos principales, tal es así que:

“Modelos de gestión de inventario elaborado en el ámbito de la logística tienden a incorporar cuestiones que no abordadas en otros campos. Dos cuestiones son las consideraciones de transporte y almacenamiento. Además de ser de importancia crítica para la gestión de inventario eficiente y eficaz, estas cuestiones han de haber recibido tanta atención, ya que son componentes centrales de la función logística”. (Williams y Tokar 2008: 212)

¹⁷ Cfr. Ovia y Cassady 2003: 1

¹⁸ Cfr. Lee y Farahmand 2008: 1338

El transporte es fundamental al momento de adquirir piezas con urgencia o de mandar a reparar o fabricar nuevas piezas. Como función logística, cumple más tareas, pero en esta parte sólo se va a enfatizar en la logística de inventarios. El almacenamiento es otro elemento importante, una adecuada gestión del almacén permite organizar las piezas y saber los stocks. La organización de los repuestos dentro de un almacén debe ser debidamente codificada y ordenada, para ahorrar los tiempos de ubicación en un momento crítico¹⁹.

Las empresas proveedores de repuestos también tiene sus partes críticas, su propia logística de inventarios incluyen diferentes actividades, como se cita a continuación:

“Una parte crítica de este proceso es el servicio de logística de piezas, que incluye actividades tales como el diseño de una red de respuesta de las instalaciones de almacenamiento, decidir políticas de inventarios de pedidos, piezas de reposición, y el envío de las piezas necesarias de las instalaciones a los clientes que necesitan”. (Candas y Kutanoglu 2007: 159)

Una red de respuesta incluye todos los elementos necesarios que utilizará un proveedor para ofrecer su producto de la manera más rápida²⁰. Las políticas de inventario es una parte crítica, la cual debe ser bien estructurada. El envío de las piezas debe ser lo más eficiente posible y las piezas de reposición deben ser trabajadas con cuidado para evitar problemas futuros que el cliente pueda experimentar. Como se evidencia, una logística de inventarios va tanto para el proveedor como para el comprador, por ello es tan importante mencionarlo.

Por otra parte, cuando se maneja las piezas de repuesto puede ocurrir casos de que se retenga piezas e incurrir en costos significativos, como se afirma a continuación:

“Hasta ahora las empresas han abordado el problema de retención muchas piezas de recambio o incurrir en costes significativos de rediseño o, finalmente, ignorar. Un enfoque estructurado incluido el problema de la obsolescencia parece ser en realidad que falta”. (Fera y otros 2010: 232)

¹⁹ Cfr. Williams y Tokar 2008: 212

²⁰ Cfr. Candas y Kutanoglu 2007: 160

La retención de piezas es una acción arriesgada y como menciona el autor, los costos son significativos. A veces la retención también se da por las malas gestiones de compras, pero en sí se podría justificar con datos adecuados y con evidencia de que si se va a utilizar en un futuro cercano. La obsolescencia puede determinar también las retenciones de piezas, si se conoce que una pieza dentro de poco llegará a la etapa final de su vida útil puede optarse por adquirir anticipadamente la pieza²¹. Una pregunta a partir de ello que se genera es cómo controlar la obsolescencia de las máquinas, dicha pregunta es más compleja, sobre todo si se cuenta con grandes cantidades de máquinas.

La recuperación de la inversión potencial es consecuencia del buen manejo de los inventarios. La máquina debe ser tan eficiente que permita recuperar, a través del trabajo programado, los costos de repuestos²². Además, el retorno de inversión es una característica que sólo se va a generar si se gestiona adecuadamente los inventarios.

Los modelos de inventarios son diversos, así como sus gestiones. Todas deben enfocarse en un solo objetivo, por más dificultoso que sea. La logística tradicional enfoca lo anterior mencionado:

“La logística tradicional diseña modelos, incluso los que consideran las limitaciones como el servicio. Las instalaciones deben ser adecuadas para poder entregar los pedidos sin mayores complicaciones. Integramos estos conceptos basados en una medida estocástica, que es una función de las políticas de inventario utilizados en las instalaciones, donde el beneficio de la integración es mayor”. (Kutanoglu y otros 2005: 1)

La logística tradicional puede simular diferentes situaciones, modelos, limitaciones, etc., para lograr mejorar una mejor política de inventarios. La integración de la mayoría de conceptos logísticos es necesaria para conseguir los mejores controles²³. El control del

²¹ Cfr. Fera y otros 2010: 232

²² Cfr. Automotive Logistics 2010: 21

²³ Cfr. Kutanoglu y otros 2005: 1

inventario es necesario para coordinar de manera efectiva el flujo de los productos y partes de la producción hacia delante²⁴.

En resumen, la logística de inventarios abarca toda la gestión de piezas necesarias para asegurar la continuidad de producción. Las formas de llevar la logística de inventarios parten desde una política de inventarios adecuada para la empresa. Dicha política debe ser capaz de disminuir las probabilidades de ocurrencia de paros por falta de repuesto. Además, la logística de inventarios es parte importante de los costos totales logísticos, por lo tanto no se debe pasar desapercibido las situaciones relacionadas al tema e implementar o mejorar las políticas vigentes relacionados a inventarios.

Mantenimiento industrial

El mantenimiento en las industrias es parte la parte fundamental cuando se habla de mejorar la eficiencia, el rendimiento y la vida útil de todas las maquinarias. Los programas de mantenimiento están presente en la mayoría de empresas, debido a la importancia que ha adquirido a través de los años.

Como toda actividad, el mantenimiento tiene etapas que permiten organizar y llevar una buena gestión, como se menciona a continuación:

“El mantenimiento genérico consta de las fases de la gestión, apoyo a la planificación, preparación, ejecución, evaluación y mejora. Por lo tanto, para ser eficiente y eficaz, el mantenimiento debe ser alineado a los requerimientos de todas las partes interesadas, es decir, con la mayoría de áreas de las empresas” (Karim y otros 2009: 127)

Como menciona el autor, el mantenimiento sigue una serie de etapas en las cuales se planifica los objetivos, se preparan los planes, se ejecuta dichos planes, luego se evalúa los resultados y finalmente se realiza una propuesta de mejora para incrementar aún más la efectividad de los planes inicialmente planteados. Además, otra característica importante mencionada en la cita anterior es que el mantenimiento debe ser alineado a la par de otros

²⁴ Cfr. Chen y otros 2010: 1

procesos importantes dentro de la empresa, es decir, que sea tan importante como otras áreas para que se puedan ejecutar las mejoras sin ningún problema de prioridad.

Otro autor hace mención a la importancia del mantenimiento en las industrias, como ya se ha mencionado anteriormente:

“En el comportamiento de las empresas industriales se considera que el área de mantenimiento tiene una fuente de ventaja competitiva para su organización”. (Reis y otros 2009: 259)

Esta afirmación es sólo para afirmar una vez más la importancia del mantenimiento en la industria. La ventaja competitiva que puede generar una organización efectiva del mantenimiento es beneficiosa para cualquier empresa²⁵.

El mantenimiento también influencia en las acciones correctivas, de adaptación o prevenciones dentro de una empresa, como se menciona en la siguiente cita:

“El mantenimiento puede ser visto como un proceso que controla la capacidad de un sistema técnico para prestar servicios, los problemas de registros para el análisis, toma correctivas / adaptación / acciones perfectivo o preventiva”. (Karim y otros 2009: 127)

Desde el punto de vista de un proceso, el mantenimiento está diseñado para satisfacer una serie de acciones, las cuales pueden ser modificadas para que se adapten de mejor manera. El propósito del proceso de mantenimiento es mantener la capacidad de un sistema²⁶.

Dicho propósito permite a las empresas a utilizar todos sus recursos disponibles y no desaprovechar cualquier situación beneficiosa para la empresa, por ejemplo nuevos pedidos. Para que la capacidad de una empresa se utilice al mayor porcentaje posible es necesario tener un programa de mantenimiento que permita evitar problemas de último momento, o en su medida reducir las probabilidades de que ocurra.

²⁵ Cfr. Reis y otros 2009: 259

²⁶ Cfr. Karim y otros 2009: 127

En la mayoría de empresas existe el área de mantenimiento, por eso mismo, esta área debe tener su propio espacio en el que se pueda realizar las operaciones correspondientes, por ello:

“Muchas industrias requieren personas para realizar inspecciones y tareas de mantenimiento en espacios confinados. La dificultad de llevar a cabo estas tareas a menudo se incrementa debido a las restricciones que limitan los espacios en el lugar de trabajo. Los peligros asociados con espacios confinados pueden causar lesiones serias y muerte a los trabajadores”. (Bowling y otros 2002: 1)

Los espacios confinados en el mantenimiento industrial pueden ser peligrosos, ya que no permite realizar adecuadamente las tareas. Esta restricción no puede ser permitida en las empresas, ya que limita el trabajo. El mantenimiento es otra de las piezas clave para el buen desempeño de las industrias, si no se toman en cuenta los problemas que se puedan presentar puede ocasionar problemas a futuro.

Todo equipo y máquina en cualquier industria necesitan inevitablemente un mantenimiento para que conserve su correcto funcionamiento, tal necesidad demanda de un presupuesto para lograrlo, por ello es necesario citar lo siguiente:

“El mantenimiento de los equipos y máquinas tiene un fuerte impacto en el logro de metas operativas, que representa una fracción significativa de los costes operativos totales. Los costos anuales de mantenimiento como una fracción del presupuesto total de operación varían entre los tipos de industria. Los costos típicos de mantenimiento se sitúan entre el 20 y el 30 por ciento del presupuesto total de operación”. (Gebauer y otros 2008: 941)

Como toda actividad se demanda de un costo, el cual es necesario y justificable. Una empresa correctamente estructurada tiene fijado un presupuesto para el área de mantenimiento, el cual incluye desde la mano de obra hasta los elementos necesarios para llevar las tareas. Es importante resaltar el porcentaje de costo que menciona el autor, entre 20 y 30 por ciento de un presupuesto de operación aproximado. Dicha cifra da a entender que no es un área que puede pasar a segundo plano, sino que reafirma la importancia del mantenimiento en las industrias²⁷.

²⁷ Cfr. Gebauer y otros 2008: 941

Las metas operativas dependen en gran parte del mantenimiento, ya que si no existe una planificación de mantenimiento, muchas metas pueden ser interrumpidas por algún problema no prevenido²⁸. Es por ello que se hace énfasis en la planificación y estructuración adecuada del área de mantenimiento, para que toda propuesta y objetivos tengan mejores posibilidades de éxito a largo plazo.

Los gastos de mantenimiento son generalmente altos debido al alto costo de la restauración de equipo, por daños secundarios o por mala gestión de compras en las cuales al final se pega un poco más por costo de oportunidad. La pena de costos está asociada con la pérdida de la producción y por el mantenimiento correctivo y preventivo²⁹.

Toda máquina necesita un mantenimiento adecuado, la idea es programar un mantenimiento adecuado y contar con políticas de inventarios y mantenimiento para lograr minimizar las probabilidades de un sobre costo que se pueda generar. Todo mantenimiento correctivo, por lo general tiene un costo muy elevado³⁰. Sin duda, muchos de los problemas en las industrias tienen solución y la mayoría de esos problemas se pueden prevenir, los costos del mantenimiento preventivo suelen ser más cómodos que de uno correctivo, por lo tanto se puede tomar en cuenta esta sugerencia.

Dentro del tema de los costos de mantenimiento, otro autor asegura que:

“Según un estudio, 15-40 por ciento del costo total de producción se atribuye a cumplir con los requisitos de mantenimiento (repuestos, mano de obra y costes de la materia). Como tal, muchas compañías toman al mantenimiento como una fuente inevitable de los costos”. (Sharma y otros 2005: 359)

Como afirma el autor, el mantenimiento es tomado como una fuente inevitable de costos. Si bien es cierto que representa una parte importante del costo total de producción, se

²⁸ Cfr. Gebauer y otros 2008: 942

²⁹ Cfr. Shyjith y otros 2008: 375

³⁰ Cfr. Shyjith y otros 2008: 375

vuelve a enfatizar que inevitablemente se debe asumir, porque es un gasto necesario para el funcionamiento de las operaciones en la industria.

Algunas empresas relacionan el tema del costo de mantenimiento como algo inevitable, pero otras empresas toman el tema como un objetivo en el cual el costo debe reducirse al mínimo, como se cita a continuación:

“El mantenimiento por lo general ha sido considerado como un gasto operativo para reducirse al mínimo, y no se trata de una inversión en el aumento de la fiabilidad del proceso en muchas organizaciones”. (Ahuja y Khamba 2008: 645)

La idea es evitar los costos por paros inesperados o por sobrecostos por piezas o correcciones urgentes, con eso se podría reducir los costos³¹, pero reducir de forma general un presupuesto a un área que tiene tareas por realizar no es correcto³². Siempre se van a realizar gastos operativos, por ello se debe contar con un presupuesto adecuado. La inversión para la apuesta del mejoramiento del área de mantenimiento es otra característica importante que puede llevar al éxito dicha área. Siempre se necesitan herramientas, otros gastos relacionados al mantenimiento, etc., que son importantes.

Así como el mantenimiento genera costos e influye en metas operativas, también juega un papel clave en las de metas y objetivos como organización, además de:

“El mantenimiento contribuye en la reducción de tiempo muerto del equipo, mejorando la calidad y aumentar la productividad. La selección de la mejor política de mantenimiento es importante, y la gestión de mantenimiento no debería ser compleja”. (Shyjith y otros 2008: 375)

La reducción de tiempos muertos es otra característica importante de la gestión de las tareas de mantenimiento, porque permite no tener máquinas ociosas y también planificar las tareas en los momentos más precisos para realizarlo. La productividad es un término

³¹ Cfr. Shyjith y otros 2008: 375

³² Cfr. Ahuja y Khamba 2008: 645

que se relaciona con el mantenimiento, porque mientras menos veces pare una máquina o menos veces se interrumpa una producción, el valor de la productividad se incrementará³³.

Por otra parte, el mantenimiento industrial también ha tenido una tendencia en el pasado:

“Las deficiencias de las prácticas de mantenimiento en el pasado, han afectado negativamente a la competitividad de las organizaciones al reducir el rendimiento y la fiabilidad de las instalaciones de producción”. (Ahuja y Khamba 2008: 645)

Muchas organizaciones se han visto afectadas por la falta de importancia al área de mantenimiento, no siempre se tiene que relacionar una tendencia del pasado para afirmar que puede ocurrir lo mismo en el futuro, el manejo de todo el plan de mantenimiento puede ser exitoso. Las formas tradicionales de mantenimiento son las que muchas veces no son compatibles con las empresas, lo cual ocasiona malos manejos y por tanto reduce el rendimiento. El mantenimiento se debe adecuar a la empresa, la cual debe tener enfocada el propósito general del mantenimiento³⁴.

Como se ha considerado en algunos puntos anteriores, la programación del mantenimiento es importante, pero en la siguiente cita enfatiza más lo antes mencionado:

“De acuerdo con la experiencia práctica, una programación deficiente de mantenimiento puede reducir considerablemente el funcionamiento. Por lo tanto, se necesitan procedimientos eficaces de planificación de mantenimiento para obtener el logro deseado”. (Chen y Liao 2005: 43)

Con la cita anterior se reafirma la importancia del programa de mantenimiento en la industria, puesto que es beneficioso para mejorar el funcionamiento general de las operaciones. Dicho programa va de la mano con una planificación eficaz que permita lograr los objetivos. La experiencia es importante para tomar las mejores acciones, por ello es necesario comprender los resultados que se pueden obtener si se aplica correctamente.

³³ Cfr. Shyjith y otros 2008: 376

³⁴ Cfr. Ahuja y Khamba 2008: 646

En síntesis, el mantenimiento industrial es determinante si se necesita elevar la eficiencia de la empresa. El mantenimiento puede evitar muchos problemas comunes, siempre y cuando se tenga un plan bien estructurado. Asimismo, los costos que se asumen como gasto de mantenimiento son de consideración, por ello es importante minimizar o evitar costos innecesarios para utilizar el presupuesto en otras cosas más importantes, como implementar nuevos equipos u otros gastos de operación. Además, las metas en la empresa, tanto en operaciones como general, dependen de una buena gestión de mantenimiento para evitar problemas imprevistos o relacionados.

Mantenimiento de inventarios

Así como se ha hablado del mantenimiento industrial, el mantenimiento de inventarios es una parte importante que se toma en cuenta desde hace tiempo. Toda gestión de inventario se relaciona con el mantenimiento de inventarios, puesto que el mantenimiento determina las cantidades de inventario que se necesita para un determinado programa³⁵.

El mantenimiento de inventarios puede ser definido de la siguiente manera:

“El mantenimiento de inventarios se puede definir como todas las acciones que tienen como objetivo mantener un elemento o restaurarlo a un estado en que se puede realizar la función deseada. Las acciones incluyen la combinación de todas las acciones técnicas y administrativas correspondientes, de gestión y supervisión. Para la gestión adecuada del ciclo de vida de las máquinas e instalaciones de fabricación, es importante llevar a cabo operaciones de mantenimiento adecuadas, y mantener el estado del equipo para una mejor reutilización”. (Ungureanu y Ungureanu 2007: 713)

Por lo tanto, muy aparte del concepto de logística de inventarios que determina la gestión de repuestos, el mantenimiento determina las necesidades y demanda que como área necesita para cumplir sus objetivos³⁶. El mantenimiento define acciones y programas para las máquinas y los inventarios son necesarios para el mantenimiento.

³⁵ Cfr. Ungureanu y Ungureanu 2007: 713

³⁶ Cfr. Ungureanu y Ungureanu 2007: 713

Como menciona el autor, otra característica importante es que toda acción en el mantenimiento incluye labores administrativas y técnicas, por ejemplo planificaciones con anticipación, información a todas las áreas, etc.

El ciclo de vida de las máquinas depende de las actividades del mantenimiento, por ello se trata de enfatizar la afirmación del autor.

El mantenimiento de inventarios también sirve como una actividad que puede generar toma de datos, por el hecho de que se gestiona pedidos de inventarios, se tiene conocimiento de las características de las máquinas, etc.

El mantenimiento de inventarios, en especial el que se relaciona con el correctivo, puede ser usado con mucha frecuencia en muchas empresas. La cita siguiente menciona tal afirmación:

“En una época de mantenimiento correctivo, la función de mantenimiento tenía una flexibilidad intrínseca en donde todos los recursos de mantenimiento se dirige a corregir la falla a pesar de que el equipo ocasione tiempo de inactividad, pérdida de producción y los costos de mantenimiento son altos. Mantenimiento de inventarios ahora es más planificado como concepto básico de mantenimiento”. (Sung y Kim 2001: 41)

Cuando se realiza un mantenimiento de inventarios, el tiempo que se pierde realizando las actividades es valioso. Por ello se debe tratar de minimizar lo más que se pueda para evitar pérdida de producción y costos. En las empresas no se puede abusar del mantenimiento correctivo, ya que genera gastos que se pueden evitar³⁷.

El autor también indica que la flexibilidad que brinda el mantenimiento para el uso de los recursos no debe ser desperdiciada, es decir, si se cuenta con inventario recién adquirido no se le puede colocar a una máquina que aún no le toca mantenimiento por simples especulaciones³⁸. Esta afirmación también indica que todo plan de mantenimiento, que

³⁷ Cfr. Sung y Kim 2001: 41

³⁸ Cfr. Sung y Kim 2001: 41

incluya la gestión de inventarios debe ser respetado, por eso se realizan los estudios y se miden los indicadores correspondientes.

La producción está ligada al mantenimiento de inventarios, el éxito radica en que toda producción sea continua para aprovechar la productividad al máximo.³⁹ La acción del mantenimiento de inventarios en la producción se describe a continuación:

“La producción se somete a una acción de mantenimiento tan pronto como se llega a una a un periodo o un problema, lo que ocurra primero. Una estabilización se construye en el tiempo, desde el inicio de un ciclo de producción a fin de permitir un suministro continuo de la unidad de producción, paralelo a un ritmo constante de tareas de mantenimiento y reparación preventiva cuya duración es al azar”. (Rezg y otros 2008: 5349)

Un periodo de estabilización puede interpretarse como un plan de mantenimiento que tiene como objetivo asegurar un suministro de inventarios para las máquinas y con ello evitar paros⁴⁰. Con el pasar del tiempo se pueden recolectar datos históricos y con ello obtener mejores resultados al momento de determinar una política de inventarios (término que se tratará en el siguiente parte del capítulo). El mantenimiento de inventarios está presente en todo el ciclo de producción, ya sea al inicio o al final.

También el autor menciona sobre las reparaciones preventivas, el periodo de reparaciones de prevención son estimadas, pero no exactas. Muchas veces otros factores hacen que el periodo se adelante y ocurra el problema, por ejemplo el desgaste de una pieza ocasiona que otras en buen estado y que recibieron mantenimiento se dañen.

La unidad de producción, de toda empresa, siempre ha experimentado las fallas de producción por problemas de mantenimiento y en la mayoría de casos, las fallas vienen al azar. Las empresas que cuentan con una gran cantidad de máquinas son las que tienen que estar más pendientes.

La cita siguiente refleja lo señalado anteriormente:

³⁹ Cfr. Rezg y otros 2008: 5349

⁴⁰ Cfr. Rezg y otros 2008: 5349

“El error al azar de unidades de producción (máquinas o partes) es uno de los grandes trastornos a los que los sistemas de producción se han presentado. Una característica común de la gran mayoría de los modelos de mantenimiento es que consideran equipos (máquinas) que operan en forma aislada de los demás equipos (máquinas) en los sistemas de producción y están en funcionamiento continuo”. (Rezg y otros 2005: 225)

Los grandes modelos de mantenimiento incluyen un sistema que permite realizar las actividades sin afectar en lo posible a la producción⁴¹. Para lograr estos modelos se necesita tener todos los datos del movimiento de la producción para planificar con anticipación las programaciones. El mantenimiento de inventarios puede corregir aquellos errores que se producen al azar, como menciona el autor.

El hecho de considerar las máquinas aisladas puede ayudar a la planificación detallada de los repuestos, porque es más fácil evaluar la unidad que un conjunto⁴². El modelo para el mantenimiento de repuestos se deriva en parte de la evaluación de todas las unidades, por eso se puede conseguir los resultados que se esperan o pronostican.

Por otra parte, los costos de mantenimiento de inventarios son menores si se adecúa a la política de mantenimiento más adecuada para la empresa, como se señala a continuación:

“Bajo la política de mantenimiento de uso, la optimización conjunta del mantenimiento de inventarios se deriva de tal manera que el costo total esperado por unidad de tiempo se reduce al mínimo”. (Wang 2006: 262)

La política debe ser óptima para lograr buenos resultados con el mantenimiento de inventarios. Los costos pueden reducirse y eso es lo que buscar cualquier empresa. La forma de cómo se logre realizar la política dependerá de las empresas y de las necesidades que necesite cubrir, pero todas tienen el mismo objetivo.

También, los procedimientos son importantes para realizar con la política de mantenimiento, con ello la gestión de los inventarios es más eficaz:

⁴¹ Cfr. Rezg y otros 2005: 225

⁴² Cfr. Rezg y otros 2005: 225

“Propiedades estructurales de la política óptima se establecen de manera que un procedimiento es la solución eficiente que se necesita. En el caso experimental, algunas extensiones de los resultados obtenidos toman en cuenta los procedimientos”. (Wang 2006: 262)

Con ello se puede establecer las acciones en la empresa cuando se trata del mantenimiento de inventarios. Los procedimientos son una herramienta que permite modelar las acciones a tomar sin correr el riesgo que no se haga como se ha planeado⁴³. Asimismo la documentación del mismo es importante para difundir lo planeado.

Es importante reconocer que tan estructurada tiene una empresa su área de mantenimiento y las labores que desarrolla. El mantenimiento de inventarios es una parte que será de gran importancia para el área de producción, porque en términos generales, se complementan⁴⁴.

En resumen, el mantenimiento de inventarios se enfoca en la gestión del área de mantenimiento que realiza para utilizar los inventarios disponibles en sus tareas. El uso adecuado de los inventarios es esencial para ahorrar costos. Asimismo, la planificación entre áreas hace que el tiempo que se utilice en el mantenimiento se reduzca, ya que el mantenimiento de inventarios más tiempo. Los costos van a disminuir sin duda, la idea es controlar todos los resultados para luego ser evaluados con el afán de conseguir nuevas mejoras.

Demanda de inventarios de repuesto

La demanda de inventario de repuestos es una actividad inevitablemente en cualquier empresa. Las máquinas siempre han necesitado de repuestos, debido a que su tiempo de vida útil se termina y es ahí cuando empieza a necesitar de los repuestos. Se ha considerado este tema porque va ligado a los conceptos anteriores, como la logística, la gestión de inventarios o el mantenimiento.

Dicha demanda se origina por diversos factores e incurre en costos, lo cual será descrito por la siguiente cita:

⁴³ Cfr. Wang 2006: 262

⁴⁴ Cfr. Rezg y otros 2005: 225

“La demanda de piezas de repuesto se plantea cada vez que un componente falla o deban ser sustituidos. La gestión de piezas de repuesto es una tarea importante, con repercusiones en los costos enormes para las organizaciones que están sosteniendo los inventarios pertinentes”. (Syntetos y otros 2009: 292).

Muchas empresas consideran sólo reparar o cambiar las piezas cuando ocurre el problema. Más de una vez se ha mencionado que esta forma no es la mejor, porque se incurren en costos innecesarios. La demanda de piezas de repuesto y su gestión debe ser adecuada a la empresa y al presupuesto que se maneje⁴⁵.

Además, de la importancia que el autor da a la gestión de piezas de repuesto, la demanda del mismo tiene la característica de crear dificultades al momento de realizar las cuestiones, como se cita a continuación:

“Desde una perspectiva teórica, la naturaleza intermitente de los patrones de la demanda subyacente crea dificultades importantes en cuanto a las previsiones y control de existencias en cuestión”. (Syntetos y otros 2009: 292).

La demanda se puede pronosticar, mas no acertarla en su totalidad. El control de las existencias de repuesto es otra característica propia de la gestión del inventario.

La demanda de repuestos implica tener un stock que sea el más ajustado a las necesidades de las áreas. Una de las características de la demanda de repuestos es que el grado de importancia de las piezas es variado e impredecible, la descripción que sigue a continuación tiene relación con la afirmación planteada:

“Almacenar el número óptimo de repuestos críticos es una tarea difícil porque la demanda para estas partes, que no son del mantenimiento planificado, es impredecible”. (Cardamone 1996: 1)

Si bien es cierto que el tema del stock de repuestos se tocará en el siguiente tema, es necesario solo resaltar su importancia para complementar las ideas de este tema. Una

⁴⁵ Cfr. Syntetos y otros 2009: 292

demanda de repuestos al demandar inventario, ocasiona conflictos para muchos administradores, quienes tratan de evitar los altos costos asociados⁴⁶.

La demanda de repuestos críticos son las más caras, puesto que muchos de ellos necesitan ser fabricados o traídos del extranjero. Como se menciona en el artículo del autor, los repuestos críticos por lo general son artículos de gran valor⁴⁷.

Un cuestionamiento que se puede plantear es cómo gestionar la demanda de repuestos de piezas minuciosas o poco comunes. Ello dependerá de las posibilidades de adquisición de la empresa y de lo que más le conviene para evitar los paros de producción⁴⁸.

En la siguiente cita menciona el vínculo entre las partes importantes de repuesto y la recuperación de los mismos, que por lo general es más económico:

“El suministro de partes de repuesto importantes se está convirtiendo complicado para manejar. En muchos casos, las empresas pueden recuperar partes del repuesto al final de su fase de vida útil de sus productos”.
(Spengler y Schroter 2003: 7)

Las demandas de las partes importantes son complicadas de manejar. También suelen ser las que más demoran cuando se quiere adquirir con urgencia. Por ello, deben ser consideradas en la política de inventarios de la empresa⁴⁹.

Las partes importantes son aquellas piezas que no pueden ser reemplazadas por otras convencionales, en su mayoría son adquiridas nuevas o mandadas a fabricar con las medidas exactas⁵⁰. La misma experiencia y los datos históricos en las empresas determinarán la mejor gestión de los inventarios de partes importantes, por ser complicado.

⁴⁶ Cfr. Cardamone 1996: 1

⁴⁷ Cfr. Cardamone 1996: 1

⁴⁸ Cfr. Cardamone 1996: 1

⁴⁹ Cfr. Spengler y Schroter 2003: 7

⁵⁰ Cfr. Spengler y Schroter 2003: 7

Otro autor hace mención al pronóstico de la demanda de repuestos, como se cita a continuación:

“En industrias de proceso, las características y requisitos para la gestión de inventario de piezas de repuesto son distintas a las de otros. La demanda de piezas puede resultar muy esporádica y difícil de pronosticar, el número de tipos de piezas suele ser muy grande, y los precios de las partes individuales pueden ser muy altos”. (Hua y otros 2007: 52)

Se vuelve a hacer mención de lo difícil de controlar la demanda, pero es una situación que si se puede manejar. El presupuesto influye bastante en la gestión de los repuestos, ya que si se cuenta con más presupuesto las probabilidades de evitar la pérdida de tiempo en un repuesto disminuye, porque se pueden comprar más repuestos potenciales⁵¹.

Como se ha mencionado, los medios para las adquisiciones son importantes, tal es así que:

“Como resultado, las empresas en las industrias de proceso puede llevar un inventario grande de piezas de repuesto, mientras que la rotación de inventario anual puede ser muy bajo”. (Hua y otros 2007: 52)

El autor enfoca uno de los problemas más importantes en la gestión de inventarios: la compra de repuestos y la baja rotación de los mismos. Esto es consecuencia de las malas gestiones y de no manejar la información correctamente. La baja rotación se debe a que existe un exceso de inventarios del mismo tipo, los cuales no debieron ser adquiridos.

Como en muchas situaciones similares, algunos repuestos pueden marcar una demanda por un corto periodo de tiempo y se puede creer que será necesario. Para ello, se cuenta con los datos históricos, para a partir de ello realizar las evaluaciones.

Cada tipo de repuesto tiene su propia demanda y, por tanto, su nivel objetivo de inventario, como se describe a continuación:

“Las empresas suelen utilizar un enfoque para determinar los niveles objetivos de inventario de piezas de repuesto. Bajo un enfoque común, los niveles de inventario para cada parte son individuales y alcanzan un criterio determinado tales como una cantidad adecuada”. (Thonemann 2002: 1213)

⁵¹ Cfr. Hua y otros 2007: 52

La cantidad adecuada depende en parte de los niveles de inventario máximos permitidos⁵². Es decir, los datos pueden demostrar que una cantidad de piezas es la necesaria para ajustar la probabilidad de que un problema se evite, pero de repente la empresa no está en condiciones de asumir toda esa cantidad y prefiriere ser equitativa, entonces va a repartir su presupuesto en otros repuestos potenciales.

Por otra parte, la demanda de inventarios obedece a un proceso determinista o estocástico, como se cita a continuación:

“En la mayoría de la bibliografía sobre modelos de inventario y la producción, la demanda se trata como un proceso determinista o como un proceso estocástico. Sin embargo, en muchas aplicaciones la demanda es generada a partir de varias fuentes. En particular, la demanda se genera a partir de una fuente determinista, así como una fuente estocástica en sistemas de fabricación y distribución”. (Sobel y Zhang 2001: 157)

Los términos de estocástico y determinista son matemáticos utilizados en los cálculos de modelos relacionados a inventarios u otros. El énfasis del autor se basa en que no existe solo una causa que determine la demanda de inventarios, sino que agrupa otros factores que determinan la necesidad final⁵³.

La confianza en el mantenimiento es determinante para disminuir la demanda de inventarios, la siguiente cita hace mención a lo mencionado:

“En los inventarios de repuestos, la demanda se compone de los requisitos debido a fallas y el mantenimiento programado. Como la confianza en el mantenimiento es importante, los intervalos se puede ajustar para reducir los costes y avanzar hacia una política óptima”. (Bates y Castro 2005: 1)

El mantenimiento debe encargarse de realizar buenas sus labores para disminuir la cantidad de repuestos que se demanda. La política de inventarios tiene mucho que ver con la

⁵² Cfr. Thonemann 2002: 1213

⁵³ Cfr. Sobel y Zhang 2001: 157

demanda de repuestos, porque en base a ello es que se mide la cantidad óptima de inventarios⁵⁴.

En los temas anteriores ya fue explicada la importancia del mantenimiento industrial y el mantenimiento de inventarios, pero se hace mención aquella importancia para la demanda de repuestos, porque es términos generales, van en relación inversa⁵⁵. Por ejemplo, un buen mantenimiento evita en lo posible la aparición de piezas dañadas, entonces si esta eficiencia sube la demanda de repuestos disminuye.

Por último, el punto de reabastecimiento es basado en la demanda. La siguiente cita describe lo mencionado:

“El punto de reabastecimiento en los modelos tradicionales de gestión de inventario se determina sobre la base de la demanda. Un supuesto básico es que estos dos parámetros son constantes a lo largo del horizonte de planificación. Sin embargo, hay evidencia de que esta suposición es violada frecuentemente en la práctica. La variabilidad en la preferencia o necesidad influye en la demanda”. (Chandra y Grabis 2005: 1)

La demanda de inventarios también marca la tendencia de los reabastecimientos en la empresa, en especial para el almacén. Debido a problemas de logística o de área, no siempre se cumplen los puntos de reabastecimiento, porque pueden surgir nuevas necesidades que influyan en la gestión de los inventarios⁵⁶. Para tal caso, la empresa debe contar con planes y políticas mejores establecidas.

El autor también menciona la variabilidad de la preferencia o necesidad, esto se puede entender como dejar una programación establecida para asumir otra que es urgente. La idea es similar a lo mencionado líneas atrás, pero se menciona para terminar el concepto.

En resumen, la demanda de inventarios es variable como pronóstico y como elementos. Dentro de esta demanda puede haber piezas críticas las cuales necesitan una buena gestión.

⁵⁴ Cfr. Bates y Castro 2005: 1

⁵⁵ Cfr. Bates y Castro 2005: 1

⁵⁶ Cfr. Chandra y Grabis 2005: 1

Los datos no son precisos en su totalidad, la demanda puede cambiar inesperadamente, pero puede marcar tendencias. El mantenimiento es una actividad que influye en la demanda de inventarios, porque tiene la capacidad de variar la cantidad con una buena gestión. Además, los niveles de objetivos de inventario se adaptan a la empresa, de acuerdo a sus necesidades. Si la demanda determina un nivel óptimo de repuestos, la empresa debe decidir las mejores alternativas para su beneficio.

Stock de inventario

Los stocks de inventario son parte fundamental cuando se habla de la gestión de inventarios. Todo stock debe ser capaz de abastecer de los inventarios que necesita un área determinada.

Los stocks de inventario suponen muchos modelos y cada uno de esos modelos se adaptará a una determinada empresa. Dos autores nos presentan una idea de la afirmación realizada:

“En los modelos clásicos de stock de inventario, a menudo se supone que la tasa de demanda es constante o dependiente del tiempo. Sin embargo, muchos investigadores de mercados han reconocido desde hace tiempo la demanda de muchos artículos al por menor es proporcional a la cantidad de modelos de inventario que aparecen”. (Jiu y Yong-Wu 2009: 33).

Como se ha explicado, la demanda de inventario supone una tendencia, las cuales pueden cambiar drásticamente, pero asumiendo una demanda constante, se puede plantear un modelo de stock de inventario⁵⁷. El autor afirma que la demanda de artículos, en cantidad, es proporcional a los modelos que aparecen. Dicha afirmación se basa en que en estos días, muchas personas evalúan métodos de inventario que se adapten a su empresa, pero tal método también podría servir a otras empresas. Por ello, seguirán apareciendo nuevas metodologías a la par del aumento de la demanda de nuevos artículos.

La demanda de artículos seguirá creciendo porque se vive un mundo cambiante. Pero relacionando el tema de la demanda con el stock, a más demanda, más stock⁵⁸.

⁵⁷ Cfr. Jiu y Yong-Wu 2009: 33

⁵⁸ Cfr. Jiu y Yong-Wu 2009: 33

Un stock de inventario es un tema que dependerá mucho de una buena gestión de los inventarios y de la cadena de suministro, como se menciona a continuación:

“La gestión del inventario sigue siendo un tema dominante en la externalización y la gestión de la cadena de suministro. Es esencial contar con un stock de inventario, para tal fin se selecciona el proveedor adecuado, que puede entregar las mercancías según sea necesario a pesar de muchos compradores”. (Battini y otros 2010: 477)

Los proveedores son pieza fundamental para mantener un stock. La empresa debe contar con una cartera de proveedores que sean confiables y puedan abastecer de los repuestos de inmediato o con plazos de tiempo cortos. Además, un proveedor no puede faltar al cumplimiento de su entrega, porque afecta las planificaciones que la empresa hace⁵⁹.

Las relaciones con los proveedores son un tema que se maneja desde que una empresa empieza a funcionar, por lo tanto no debería ocasionarse mayores problemas con ello.

Por otra parte, se ha mencionado en temas anteriores que las empresas buscan minimizar inventarios. En la siguiente cita se enfatiza en esta afirmación:

“Existe mucho interés para mantener los inventarios lo más bajo posible. Por lo tanto, colocar la cantidad correcta de inventario de seguridad en los lugares adecuados en la cadena de suministro es un aspecto importante de la gestión eficiente del inventario”. (Sitompul y otros 2008: 4709)

No hay duda que mantener grandes cantidades de inventario significa mucho costo para la empresa. Por ello, se debe mantener sólo lo adecuado y la gestión del inventario se encargará de ello⁶⁰.

La cadena de suministro y su relación con los inventarios que mencionan los autores determina la continuidad de todas las actividades que la implican. En forma general, toda actividad relacionada con máquinas dependerá de inventarios a corto o largo plazo⁶¹.

⁵⁹ Cfr. Battini y otros 2010: 477

⁶⁰ Cfr. Sitompul y otros 2008: 4709

⁶¹ Cfr. Sitompul y otros 2008: 4709

Uno de los enfoques principales del stock de inventario es tener el repuesto necesario en el momento preciso, como se describe a continuación:

“Por otra parte, la demanda puede ser lenta cuando no es tan imprescindible un artículo. Tales artículos en un inventario de piezas de repuesto se mantienen principalmente como un seguro contra los enormes costes que se produciría si un artículo se requiere y una de repuesto no estaba disponible de inmediato”. (Eaves y Kingsman 2004: 431)

Un seguro de repuestos tiene sus ventajas y desventajas. La principal ventaja es contar con el repuesto en el momento adecuado y evitar los enormes costes de realizar los pedidos de urgencia. Por otro lado, el seguro de repuestos también puede significar dinero inmovilizado que pudo ser utilizado en la compra de otros repuestos más importantes⁶². Cada empresa tiene que evaluar los costos de oportunidad y los beneficios implicados en ello. La gestión de repuestos y el mantenimiento del stock suelen ser costos altos que cualquier empresa no podría dejar de tomarlo en cuenta.

“Un enfoque integrado se usa para aclarar las cuestiones críticas de la programación y la planificación de la reposición de un sistema de inventario avanzado para el stock. Esto se debe a que se eliminan las barreras entre las empresas y mejora el rendimiento general”. (Chun-Jen y Hui-Ming 2007: 665)

Las empresas suelen ser reservadas al momento de exponer su información. Existen barreras que se podrían evitar para mejorar las relaciones, como por ejemplo mantener datos de tendencia de repuestos entre cliente y proveedor, para que ambos estén pendientes de cualquier cambio⁶³. Las empresas podrían ahorrar mucho tiempo y dinero si existen buenas relaciones, por eso es importante el enfoque integrado entre las empresas.

Por otra parte, en estos tiempos la tecnología es tan importante que las empresas modernas optan por sistemas de información para manejar la mayoría de actividades dentro de la empresa.

⁶² Cfr. Eaves y Kingsman 2004: 431

⁶³ Cfr. Chun-Jen y Hui-Ming 2007: 665

Un área de logística no es la excepción, por eso ahora existen muchos modelos en sistemas computarizados que permiten tomar decisiones y gestionar la mayoría de actividades.

Dos autores enfocan la importancia de lo señalado anteriormente:

“Muchas compañías han automatizado sus procesos de gestión y almacenamiento de inventario y ahora dependen de los sistemas de información para tomar decisiones críticas. Sin embargo, si la información es inexacta, la capacidad del sistema para proporcionar una alta disponibilidad de productos en el costo mínimo de funcionamiento puede verse comprometida”. (Yun y Gershwin 2005: 843)

Muchas de las decisiones que se toman en una empresa deben ser acertadas para lograr el éxito. El problema se da cuando la información es inexacta o no se interpreta correctamente, entonces los costos se ven comprometidos⁶⁴. Como todo sistema de control, hay riesgos pero también hay beneficios. Cada empresa determina la mejor manera de llevar sus operaciones y del control del mismo.

El stock de repuestos también puede ser monitoreado y controlado a través de los sistemas de información actuales, la idea es que se adapte correctamente y no se trabaje el sistema con datos erróneos. Como es común en las empresas, siempre hay inspecciones para corroborar la información del sistema con la física⁶⁵.

En resumen, el stock de inventario forma parte importante de la gestión de los inventarios. Los niveles de stock deben ir acorde a las necesidades del área determinada y ser capaces de cubrir dichas necesidades en un momento dado. El stock de seguridad tiene ventajas y desventajas, las cuales también serán evaluadas por la empresa. Los sistemas actuales de información pueden llevar la gestión de inventarios de forma eficiente.

⁶⁴ Cfr. Yun y Gershwin 2005: 843

⁶⁵ Cfr. Yun y Gershwin 2005: 843

Política de inventarios

En la parte de logística de inventarios se describió un poco de la política de inventarios para complementar las ideas que se explican, pero es necesario profundizarlo, puesto que es el tema principal de la tesis que se presenta.

La política de inventarios se ha implementado en las industrias para el control de los inventarios, en la siguiente cita se describe con más detalle:

“En muchas industrias, el control de los inventarios se ha convertido en un elemento estratégico que determina el éxito de los objetivos importantes. Una política de control de inventario adecuado tiene que tener en cuenta las características de los elementos, sobre todo cuando se presentan variabilidad en la demanda y ocurrencia de la demanda. Por lo tanto, es necesario caracterizar el tipo de elemento antes de seleccionar la política de stock y el procedimiento de mejor pronóstico”. (Babiloni 2010: 115)

Como elemento estratégico, es determinante para lograr el éxito en la disminución de horas de paro. Una política de inventarios toma en cuenta todas las características de los inventarios y lo gestiona de manera que cada política de stock sea la más acertada⁶⁶.

La demanda es una característica importante que puede cambiar una estructura de política de inventarios, como se menciona a continuación:

“Patrón intermitente de la demanda parece al azar, con períodos de muchos que no tienen demanda, pero cuando la demanda se produce, se tiene que tener cuidado. Esta situación con frecuencia se aplica a las piezas de repuesto y artículos de mediano movimiento de baja y en muchas industrias. De hecho, es habitual encontrar patrones intermitentes de la demanda en lugar de las constantes, haciendo que los métodos de políticas no sean suficientes”. (Babiloni 2010: 115)

El método de la política de inventarios debe ser la más acertada, pero no está libre de cualquier cambio en la demanda, ya que si se demanda muchas piezas de repuesto por un corto periodo el modelo puede volverse insuficiente⁶⁷.

⁶⁶ Cfr. Babiloni 2010: 115

⁶⁷ Cfr. Babiloni 2010: 115

Las fallas son un indicador importante para realizar una política de inventarios, igual que las piezas de repuesto, como se menciona a continuación:

“La gestión eficaz de los inventarios de piezas de recambio sigue siendo un reto para muchas organizaciones. La falla de un componente puede causar altos costos de tiempo de inactividad si los repuestos no están disponibles. Sin embargo, el mantenimiento de inventarios de repuestos a menudo resulta un aumento de los costos de inventario. La función principal de los inventarios de piezas de repuesto es apoyar las actividades de mantenimiento y, en consecuencia, las políticas de recambio de inventario y políticas de mantenimiento son muy relacionadas entre sí”. (Geiger 2007:1740)

Las fallas se relacionan al mantenimiento y a su política. Muchas veces se generan costos de inventario extras por malas planificaciones de mantenimiento. Una política de inventarios abastece las actividades de mantenimiento, por ello es importante resaltar tal afirmación. Los costos fueron explicados anteriormente, por ello sólo se vuelve a recalcar la importancia de gestionar adecuadamente los repuestos para evitar incurrir en costos adicionales.

Como reto, la mayoría de las empresas debería realizarlo, así sea grande o pequeña. Es inevitable no incurrir en un costo de mantenimiento correctivo, el cual incluye piezas de repuesto urgentes, puesto que no se puede crear una política de inventarios que sea eficiente al 100%. La aproximación de la política de inventarios solo se dará con datos históricos relacionados a las máquinas y con buen manejo de tal información⁶⁸.

Además, la relación que existe entre una política de inventario y una política de mantenimiento deben compartir la información para consolidarlo y evitar posibles problemas, como falta de repuestos importantes⁶⁹. Este es uno de los motivos por el cual se ha tomado en cuenta la definición de mantenimiento en el capítulo, porque va de la mano con la gestión de repuestos.

⁶⁸ Cfr. Geiger 2007:1740

⁶⁹ Cfr. Geiger 2007:1740

Por otra parte, la necesidad de la política de inventarios abarca más gestiones dentro de una empresa, muchas tienen la necesidad de evaluar más allá de su política de inventarios, como se describe a continuación:

“Existe una necesidad tanto para las políticas de gestión de repuestos y de los procesos en las empresas. Dichas empresas toman en cuenta replantearse la forma de gestionar no sólo piezas de repuesto, sino también el entorno que gira alrededor de ella”. (Scala y otros 2009:1351)

El entorno es un factor importante que también va a influir en el desempeño de la política de inventario, puesto que se tiene que contar con las herramientas y procesos adecuados que puedan complementar las operaciones necesarias que implica la política de inventario⁷⁰.

Esta evaluación del entorno se debe realizar en conjunto con otras áreas, para determinar las deficiencias y mejoras que se necesita para que todas las políticas de la empresa, incluida la de inventarios para cada área, puedan desempeñarse satisfactoriamente. Además, no debería ser novedad que se convoquen reuniones para determinar objetivos u otras actividades, porque por obvias razones toda empresa tiene reuniones de gerencia, la idea es resaltar los temas más importantes, como una política de inventarios⁷¹.

La cadena de suministro, como se cita a continuación, tiene influencia en la política de inventario, en la cual se analiza cada parte de la cadena y se determinan los resultados:

“La cadena de suministro se modela como una red de nodos. El cliente interno realiza una demanda constante con excepción de un breve periodo de cambio considerable de la demanda. De esa manera, el comportamiento de cada política de inventario es analizada y su rendimiento del inventario en cada nodo. La variación de la demanda mantiene constante a lo largo de la cadena cuando sólo las demandas reales se transmitan por cada nodo”. (Wadhwa y Chan 2009: 3307)

Según el autor, cada “nodo” de la cadena de suministro tiene un diferente comportamiento, la política de inventarios para cada nodo debe ser analizada y en base a esos resultados se

⁷⁰ Cfr. Scala y otros 2009:1351

⁷¹ Cfr. Scala y otros 2009:1351

determina un rendimiento. La variación de la demanda es el causante de las posibles modificaciones de la política de inventario⁷².

El autor también afirma que una vez que se analizan los datos y se obtiene una tendencia de demanda de repuestos, va a existir periodos de cambios bruscos, en los cuales se medirá un rendimiento por nodo.

Otro autor también se enfoca la política de inventario como una parte fundamental de la cadena de suministro:

“En concreto, las políticas de integración interna y actividades de logística externa pueden contribuir al rendimiento global de la cadena de suministro. Intuitivamente, la conformidad de las políticas de inventario, antes y después implican rutinas similares”. (Liang-Chieh 2009: 33)

Una cadena de suministro tiene un rendimiento global, aumentar tal rendimiento con una buena gestión de política de inventarios ayuda a la empresa a ser más eficiente. Otro detalle es que se pueda enfocar la situación antes y después de la mejora, por lo que se puede medir que tanto ayuda una política de inventarios en una empresa⁷³.

Por otra parte, la política de inventarios es importante para determinar la calidad en términos económicos:

“Se puede evaluar la parte económica por la decisión de la alternativa más correcta cuando se basa en el control de la calidad, lo que sugiere que la política de inventario señale las características de riesgo de la información que no son capturados por medir la calidad”. (Toro y Manotas 2008: 140)

Una política de inventario también abarca una serie de características que no son medibles por la calidad. La parte económica se puede afectar si la política no es la adecuada, ya que influye en las máquinas necesarias para que un producto tenga calidad⁷⁴. No siempre lo

⁷² Cfr. Wadhwa y Chan 2009: 3307

⁷³ Cfr. Liang-Chieh 2009: 33

⁷⁴ Cfr. Toro y Manotas 2008: 140

más cómodo es lo mejor, la calidad puede verse afectada si se compra inventario barato. Por ello, los reportes y la información de todas las adquisiciones son importantes al momento de realizar el control de la calidad.

Si bien es cierto que mantener niveles de inventario es costoso, los resultados son buenos. La siguiente cita explica las consecuencias de mantener niveles bajos de inventario por ahorrarse costos:

“El equilibrio y refuerzo de las ventas, afecta el comportamiento dinámico del modelo y la utilización de inventarios y políticas adoptadas por el fabricante. Muchas empresas intentan mantener niveles de inventario bajo y ejecutar las cadenas de suministro, lo que les permite reducir costos de inventario. Sin embargo, las fallas de la cadena de suministro y variabilidad de la demanda en las empresas se enfrentan a los retrasos en la fabricación y aumenta la probabilidad de escases, reduciendo el atractivo de las políticas de inventario”. (Alves 2006: 103)

Toda empresa quiere reducir costos. Sin embargo, puede resultar más costoso solucionar un problema en el preciso momento. Los retrasos de fabricación afecta a la empresa no sólo con la pérdida de producción, sino con la confianza del cliente. Los refuerzos en las ventas de las empresas muchas veces hacen disminuir el presupuesto de la logística y afecta a la gestión de la política de inventarios⁷⁵.

En resumen, una política de inventarios gestiona todos los repuestos de una determinada área para evitar los problemas de paro. La logística de inventarios es la toma esta política para realizar las todas las operaciones. La política de inventarios va relacionada con el mantenimiento industrial, puesto que abastece de las piezas necesarias para que el mantenimiento sea eficiente. Los paros por fallas serán los indicadores para determinar la mejor política de inventarios. Como cualquier mejora, tiene un costo de oportunidad, que puede ser bajo si se determinan las condiciones más favorables y la política más adecuada. La política de inventarios es una herramienta de suma importancia que ayuda a la continuidad de la producción reduciendo las probabilidades pérdida de tiempo por paros u otros problemas.

⁷⁵ Cfr. Alves 2006: 103

Modelos de política de inventarios

Una vez definido el concepto de política de inventario, así como las características y beneficios que implica, es necesario explicar el modelo de política de inventario, los cuales servirán en el presente trabajo.

Modelo del tamaño de lote económico (EOQ)

Desde hace décadas, este modelo ha sido utilizado para reducir costos, tal como es el ejemplo de la empresa Ford, que se cita a continuación:

“En 1915, la investigación para determinar el tamaño óptimo para reducir al mínimo los costos totales de pedidos y la realización de inventarios, Ford Harris derivados del modelo para calcular la cantidad económica de pedido (EOQ). Aunque la fórmula es matemáticamente rigurosa y correcta, su aplicación práctica por los fabricantes habitualmente conduce a un error de cálculo de los tamaños de lote óptimo”. (Jones 2000: 54)

El autor se enfoca en que desde hace tiempo, el EOQ ha servido a las empresas para reducir los costos de pedidos e inventarios. Es importante resaltar este beneficio porque es lo que la mayoría de empresas busca, el ahorro. Además, como todo cálculo, también tiene un error, por ello los datos deben ser precisos para que el tamaño del lote sea el más preciso⁷⁶.

Además, el tamaño del lote fácilmente puede ser elevado si no se emplea correctamente el EOQ, como se menciona a continuación:

“La mayoría de los fabricantes que utilizan la fórmula EOQ para minimizar los costos anuales calculan un tamaño mucho mayor de lo que sería si el modelo se emplean correctamente. La razón es que la mayoría de los contadores no identifican que costos son relevantes. En realidad, los tamaños de lote determinado por el uso correcto del modelo EOQ se aproximan mucho a la demanda justo a tiempo (JIT) de tamaños de los lotes”. (Jones 2000: 54)

⁷⁶ Cfr. Jones 2000: 54

Por ello es importante la correcta aplicación. Asimismo, el sistema de justo a tiempo (JIT) es otra herramienta importante que puede trabajar de la mano con este modelo. Sin embargo, no es prioridad enfocarse en el JIT para el trabajo presentado.

Por lo tanto, la cantidad de unidades a solicitarse deben ser las más adecuadas, toda compra viene asociado a un costo y a un mantenimiento de dichos inventarios cuando se compran. Si se llega a lograr la minimización de estos costos, el EOQ se estará empleando correctamente⁷⁷.

Cabe resaltar que este modelo serviría para tomar una decisión, puesto que algunos datos serán ajustados al modelo.

Las fórmulas para el cálculo del lote económico son las siguientes:

$$Q = \sqrt{\frac{2SD}{C}}$$

Donde:

- Q: El tamaño económico de pedido, Unid. /orden.
- C: Costo de manejo de inventario por unidad, Unid. monetaria.
- D: Demanda del inventario, Unid.
- S: Costo preparación del pedido, Unid. monetaria.

Modelo de inventario estático con riesgo

El modelo estocástico de inventario estático con riesgo prioriza la cantidad de artículos según el impacto económico que ocasione.

El modelo, que asume algunas suposiciones para su desarrollo, se basa en el análisis de las fallas del repuesto según probabilidad de ocurrencia, datos que muchas están basados en la experiencia del trabajador.

⁷⁷ Cfr. Jones 2000: 54

La aplicación del modelo sigue los siguientes pasos:

- Determinación de la cantidad de fallas a probar.
- Estimación del intervalo de fallas en el tiempo.
- Reconocimiento del costo de mantenimiento del equipo por periodo.
- Determinación de la matriz de costos totales. En esta matriz se reflejan los costos generales en que se incurren.
- Determinación de la matriz de costo de oportunidad, para aclarar que no es lo mismo con la matriz de costos totales.
- Determinación de la matriz final de costos, en los cuales se consideran los costos de mantenimiento del equipo.
- Evaluación del valor probable según la cantidad óptima de pedido⁷⁸.

Este modelo estocástico no es recomendable aplicarlo a todo tipo de artículos, puesto que debido a la complejidad para la determinación de los valores, es recomendable aplicarlo a los grupos de artículos más importantes que se determinen en un estudio.

Sistema de control de inventarios: Modelo de revisión continua

El modelo de revisión continua, también llamado punto de pedido o cantidad fija, tiene gran utilidad para la política de inventarios, puesto que tiene una metodología más específica para hallar las cantidades de pedido. La cita que a continuación sigue explica mejor la idea de este tipo de modelo:

“Modelos de revisión continua de inventarios se destinan principalmente como herramientas de apoyo a la decisión de incorporar los impactos de las diversas fuentes de incertidumbre en la toma de decisiones de reposición. Otros elementos tales como la capacidad limita, las estructuras de producción, los índices de calidad, y fiabilidad son también conocidos por inducir a la variabilidad en fabricación y / o servicio operaciones”. (Mohebbi y Hao 2004: 1)

⁷⁸ Cfr. Jones 2000: 55

Las reposiciones de inventario, así como las compras son gestiones que deberían tomarse con mucho cuidado, ya que implica costos⁷⁹. El autor también menciona algunos factores, como fiabilidad y calidad que están implicados en el hecho de realizar un pedido.

Los pedidos deben ser hechos dentro de un tiempo en el cual el nivel de inventario permita su gestión, es decir, que dichos inventarios tengan días suficientes para ser gestionados.

Asimismo, dos autores, Matamoros y García, mencionan los pasos fundamentales para establecer un modelo de revisión continua:

- Se determina el tamaño óptimo de lote (EOQ)
- Se determina el punto de reorden en base a la demanda variable:

$$PRO = D \times TE + z (s^d)$$

Donde:

- TE: Tiempo de espera
- z : El valor basado en el nivel de servicio

$$S^d = S_d * \sqrt{TE}$$

- Se determina el modo de gestión del sistema diseñado.
- Al llegar al punto R de pedido, se vuelve a realizar un pedido por la misma cantidad Q. La variación de la demanda puede influenciar en el modelo y que cambie⁸⁰.

Como en la mayoría de fábricas, los inventarios de repuestos pueden ser numerosos y pueden tener una gestión complicada, por ello se utilizan estos modelos de inventario para ajustar los costos de la empresa y ser más eficientes en las compras.

⁷⁹ Mohebbi y Hao 2004: 1

⁸⁰ Cfr. Matamoros y García 2000:8

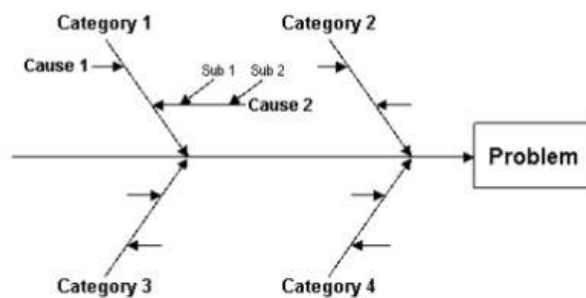
Diagrama de causa – efecto (Ishikawa)

El diagrama Causa Efecto, o conocido también como diagrama de Ishikawa, es aplicado en muchos casos para la determinación de problemas de causa raíz.

A continuación se cita un concepto que brinda una idea clara acerca del diagrama de causa efecto:

“El diagrama de Ishikawa es ampliamente utilizado para una estimación cualitativa en el caso de las mediciones. Esto da una representación no sólo de los factores que influyen en la incertidumbre, sino también de su causa y efecto de relaciones”. (Velichko, O. N., & Gordienko 2009: 196)

La metodología no es complicada. Consiste en una representación gráfica en el cual se representa el problema analizar. Esta representación gráfica tiene la forma de una espina, en las cuales se irán llenando las causas posibles. Las causas pueden tener a su vez sub-causas, las cuales darán una visión más completa de la causa.



El diagrama mostrado es un ejemplo del diagrama de Ishikawa⁸¹. Como se observa, se divide varias causas y a su vez, tales causas contienen otras. Definitivamente, este diagrama ayuda a determinar problemas de causa raíz.

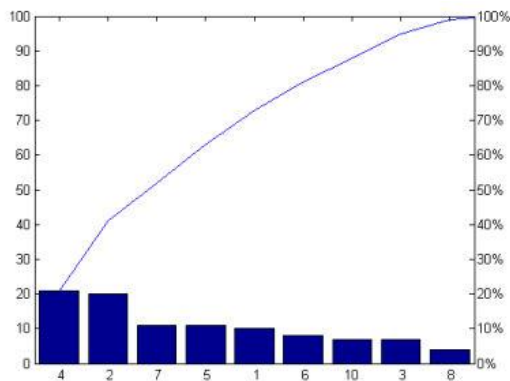
Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto se basa en la filosofía de los pocos vitales y muchos triviales. La metodología relaciona que el 20% de las causas totales son originados por el 80% de los

⁸¹ Cfr. Velichko & Gordienko 2009: 196

efectos. Gracias a ello, se puede saber cuáles son los artículos de mayor impacto en la empresa, en las cuales se tomará las medidas necesarias⁸².

El diagrama de Pareto es una metodología bien conocida que se basa en un gráfico como se muestra a continuación:



El diagrama de Pareto permitirá priorizar artículos, inventarios, etc. Asimismo, por la facilidad de su uso es aplicable a muchos casos donde se requiera establecer una priorización de elementos según un impacto económico.

Matriz de Kraljic

La matriz de Kraljic es un modelo eficaz que se asienta en dos dimensiones principales con lo cual se gestionará las políticas de inventario y compra:

- Impacto financiero
- riesgo en el suministro

Además, esta matriz se clasifica en 4 familias de artículo:

Productos no críticos

Esta familia tiene las siguientes características:

- Mercados no complicados
-

⁸² Cfr. Varzakas y Arvanitoyannis 2007: 363

- Procesos administrativos simplificados
- Reducción del número de proveedores
- Agilización de los procesos

Se busca reducir costos

Productos Cuellos de Botella

Esta familia tiene las siguientes características:

- Garantizar un suministro adecuado
- Reducción de costos
- Contratos a largo plazo y de confianza
- Proveedores alternativos.

Productos Apalancados

Esta familia tiene las siguientes características:

- Reducción de costos. Existe la opción de generar competencia al proveedor.
- Productos de carácter crítico, se necesita una planificación adecuada de artículos.
- Productos de gran impacto económico.

Productos Estratégicos

Esta familia tiene las siguientes características:

- Son los más importantes como impacto y riesgo.
- Plan de contingencia para su gestión.
- Alianzas estratégicas constantes, para lograr asegurar la calidad y un buen precio.
- Productos de gran impacto económico⁸³.

⁸³ Cfr. Gelderman & Mac Donald 2008: 77

A continuación se muestra como es una matriz de Kraljic básico:



CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Descripción de la empresa

La empresa en la cual se fundamenta la presente tesis se llama: *Ideas Textiles S.A.C.*



Ideas Textiles S.A.C. (www.idetex.com.pe) es una próspera empresa del rubro textil que en pocos años (creado en el 2000) se ha logrado posicionar estratégicamente dicho mercado, en el cual abastece a importantes empresas del mismo rubro y comenzando hace poco tiempo a exportar con gran éxito. Ideas Textiles es una empresa que su visión y misión bien definidas, los cuales son motivos para incentivar a todo el personal que trabaja dentro de la empresa.

Actualmente, Ideas Textiles S.A.C. cuenta con tecnología de punta que permite mejorar los procesos para obtener buenos resultados. En pocos años el crecimiento ha sido rápido y promete mejorar más con el tiempo. El dueño y los gerentes más cercanos siempre buscan informarse sobre nuevas tecnologías que permitan mejorar la producción. Muchas de la maquinaria dentro de la empresa son traídas desde Italia o de diferentes partes de Europa.

La empresa tiene una producción promedio de 30 toneladas de tela acabada diaria, lo cual indica que su producción es considerable y que tiene más ventaja que muchas más textiles en el Perú. Todos los procesos son computarizados, cuenta con gente experta en las distintas áreas que hacen que la producción sea eficiente y de calidad.

Descripción del proceso actual

El proceso actual para la fabricación de la tela en la planta de Lurín, explicado de forma general (porque existen varios tipos de tela) es como sigue a continuación:

- El proceso comienza en el área de hilandería, en el cual se fabricará el hilo correspondiente para un determinado tipo de tela. El hilo se fabrica a partir de la fibra de algodón, el cual varía entre tangüis, pima, viscosa, modal, entre otros. Cabe resaltar que la empresa tiene una planta desmontadora en cañete donde se cultiva algodón tangüis y pima, cuya producción es utilizada para la fábrica. Asimismo, también se compra la fibra de otros países, como Tailandia, Brasil, Estados Unidos, etc.
- En el área de hilandería, la fibra se puede combinar o utilizar como tal, dicha decisión depende del tipo de hilo que se quiere fabricar. Los hilos a fabricar también se determinan por el tipo de título. El título es el grosor del hilo, la empresa fabrica hilos con títulos 10/1, 16/1, 20/1, 24/1, 30/1, 36/1, 40/1, 50/1, 70/1; a mayor título, menor grosor tiene el hilo. Asimismo, el área cuenta con tecnología de punta que permite procesar el hilado en máximo 36 horas.
- Cuando la fibra es seleccionada, se procede a su limpieza para retirar las impurezas y luego se va cortando la fibra en partes pequeñas de forma manual. Luego, sigue el proceso de cardado, en el cual la fibra adquiere su forma natural y mejora su consistencia. En seguida, la fibra pasa por un proceso de mechado, en el cual se formará una cinta delgada y consistente. Luego, la cinta pasa por unos rodillos de alta velocidad con el cual se consigue un mayor adelgazamiento y consistencia de la cinta. En seguida, sigue el proceso de peinado, en el cual se ordena la estructura interna de las fibras, removiendo fibras cortas para crear unas cintas en posición alargada y uniformes.
- La cinta pasa por las máquinas mecheras, con el cual el hilo resultante conseguirá cohesión. Esta operación se llama trenzado. El volumen del hilo es reducido y el paralelismo de las fibras se perfecciona, con lo cual adquiere más suavidad y tenacidad.
- En seguida, sigue el proceso de hilatura, en el cual el hilo pasa por procesos de estirado y torsión, con lo cual se consigue un hilado de fibras continuas. Luego, el hilo pasa por el proceso de acabado para tomar la forma final. En este proceso se consigue el hilo que será utilizado para la fabricación de la tela.

- El lote del hilo fabricado pasa al almacén de hilo, en el cual se registran las entradas y salidas del hilo fabricado para utilizar en el área de tejeduría. El almacén de hilo hace un seguimiento de los stocks y notifica diariamente al área de producción mediante un reporte.
- Cuando existe la orden de producción, se retira el lote de hilo fabricado del almacén y pasa al área de tejeduría. El área cuenta actualmente con 103 máquinas tejedoras, de diferentes tipos: Jersera, Jersera-Felpa, Jersera-Listadora, Gamuzera, Ripera, Franelera. El hilo es distribuido en todas las máquinas de un tipo determinado de tela, para ello se realiza una programación de producción. Al contar con muchas máquinas, la producción es rápida y eficiente. Una vez tejida la tela dentro de la máquina, es llevado al área de calidad para la evaluación de fallas de tejido, textura de la tela, etc.
- El área de mantenimiento coordina previamente la programación del mantenimiento de las máquinas de la tejeduría y notifica diariamente para no generar problemas al momento de programar las producciones. Asimismo, el área de logística de almacén provee los repuestos necesarios para las máquinas y gestiona nuevas compras que son requeridas por el área.
- Después del área de calidad, la tela pasa al área de pesado y armado, los datos obtenidos de los pesos son importantes para poder armar las órdenes de pedido del cliente. El armado de las telas en paletas es necesario para ser transportado a la siguiente área, el almacén de tela cruda. Dentro del almacén se genera un seguimiento del stock de tela cruda y también se reporta diariamente a las demás áreas su disponibilidad. El área de acabados es la siguiente parte del proceso, en el cual la tela recibe un acabo final de acuerdo a las especificaciones del cliente. Este acabado puede pasar por un proceso de termofijado, estampado, esmerilado o perchado.
- Una vez que la tela está con el acabado respectivo, es evaluada por el área de calidad nuevamente para medir la densidad y el grosor pedido por el cliente. Para este caso, se cuenta con un equipo de personas que constantemente están examinando la tela.
- Luego de revisar la tela, se realiza la orden de envío a la planta textil de lima, donde luego será despachada al cliente. En algunos casos, como la tela estampada, el cliente recibe una muestra de tela antes de comenzar toda la producción. Entonces, si el cliente no está de acuerdo con algún diseño o acabado de la tela, lo notifica y se vuelve a

realizar todo el proceso para obtener una nueva muestra. Muchas veces la tela que es empleada en el proceso de estampado es del mismo cliente, por tal motivo no es un proceso que sea de consideración en la fábrica.

En resumen, en el *gráfico N°1* se presenta un flujograma de las actividades más importantes para la elaboración de la tela acabada.

Gráfico N°1: Proceso general de fabricación de tela cruda



Fuente: Elaboración propia

Análisis de la situación actual

Las áreas de análisis son la tejeduría y el área de compras del almacén de repuesto. Actualmente, el área de tejeduría cuenta con 103 máquinas, con las cuales se atenderán todos los diferentes pedidos de telas. Existen 6 tipos de máquinas: Jersera, Jersera-Felpa, Jersera-Listadora, Gamuza, Franela-3H y Ripera.

Es evidente que a mayor cantidad de máquinas, el control de la producción, la programación de mantenimiento, el control del personal, etc. Además, la demanda de repuestos del área es importante, porque si no se cuenta con las piezas necesarias en stock, las máquinas paran y la producción programada tiene dificultades.

Asimismo, la planta tiene un almacén de repuestos que abastece a toda la planta, incluido tejeduría. Sin embargo, no existe una programación y control de la demanda verdadera de repuestos que el área demanda, el cual origina que muchas veces se compren repuestos en cantidades considerables sin ser tan necesarias, o no se compren los repuestos que dentro de algunos meses faltarán. A causa de lo descrito, las máquinas pueden parar horas, turnos o incluso días, lo cual significa cantidades considerables de producción y de dinero.

Análisis del problema del área de tejeduría

Como se mencionó en un principio, los paros de máquina por falta de repuesto hacen que la programación de producción preparada para el área tenga problemas de coordinación. Al tener estos problemas, se pierden kilos-hora de producción y por consiguiente los demás procesos siguientes demoran más.

Sin embargo, al tener tantos pedidos de clientes y muchas programaciones de producciones en un mes, los problemas no han sido tomados en cuenta por el hecho de que no ha sido completamente analizado y presentado como una pérdida de consideración en términos monetarios. La información que maneja el área no es considerada en su totalidad como oportunidades clave para las mejoras en el área en cuanto a la eficiencia y rentabilidad.

Para analizar la situación del problema mencionado, se cuenta con los datos históricos de paros de producción por falta de repuesto del año 2010 y principios del año 2011. Dichos datos serán esenciales para demostrar los problemas en la fábrica y los costos de oportunidad en que se incurren al no considerar el problema.

Antes de mostrar los datos sobre los paros de producción es necesario presentar un estudio corto sobre el valor promedio del kilogramo de tela por hora de producción. Con este valor, se podrá saber aproximadamente cuantos kilogramos de tela cruda se puede producir en una hora, a la vez que servirá como referencia para los cálculos posteriores.

Cabe resaltar que para realizar tal toma de tiempos se tuvo que hacer en días en que la producción era la misma, es decir, la misma calidad de tela para obtener mejores resultados. Además, no se consideran las máquinas que estaban a punto de tener mantenimiento.

En la tabla *Nº1* se especifica las características más importantes de las máquinas en las cuales se realizó la toma de tiempos.

El estudio fue realizado en diferentes días para obtener un resultado que evite estar situada en un momento favorable o no favorable de la producción. Asimismo se optó por evaluar diferentes artículos, lotes de hilo, Orden de trabajo, marca de la máquina, etc. Todo con el fin de juntar información variada y obtener un valor promedio.

Tabla Nº1: Características de las máquinas a evaluar para el estudio de tiempo.

Item	Fecha	Artículo	Título	OT	Lote de Hilo	Marca de Máquina	Nº Máquina	RPM	GG	Nº de Agujas	Hrs. Inicio	Hrs. Fin	Peso	Nº Vueltas	Operario	Observaciones
1	21/01/2011	Jersey sólido	30/1	111-00057	330455AA	Mayer	92	30	28	2640	11:19	12:31	27.04	2100	Oscar Pacaya C.	-
2	21/01/2011	Jersey sólido	30/1	111-00216	330455AA	Mayer	83	30	28	2640	11:53	13:06	27.56	2100	Oscar Pacaya C.	-
3	24/01/2011	JVFL	30/1	L-114357-A	148	Beck	14	25	28	2640	11:37	12:56	26.74	1915	Braulio Dacruz C.	-
4	24/01/2011	JVFL	30/1	L-114367-A	148	Beck	30	25	28	2640	11:36	12:51	26.36	1920	Braulio Dacruz C.	-
5	25/01/2011	JFL	30/1	L-114451-	A06-11	Mayer	89	28	28	2640	11:34	12:58	27.96	1900	Anderson Flores P.	-
6	25/01/2011	JFL	30/1	L-114451-	A06-11	Mayer	80	25	28	2640	12:22	13:41	26.20	1775	Jose Huapaya C.	-
7	27/01/2011	JVFL	30/1	L-114495-B	A01-11	Beck	27	26	28	2640	11:33	12:50	27.54	1940	Jorge Viloslado A.	-
8	27/01/2011	JVFL	30/1	L-114495-B	A01-11	Beck	26	25	28	2640	11:46	13:06	27.46	1940	Juan Cabanillas A.	-
9	28/01/2011	JVFL	30/1	L-114495-B	A01-11	Beck	33	26	28	2640	11:23	12:45	27.96	1930	Rafel Luna C.	-

Fuente: Elaboración propia

La *tabla Nº2* muestra de forma más detallada la evaluación de tiempos que obtuvo cada máquina. El kilogramo hora promedio es el valor final que se obtiene con el análisis de los datos. Los tipos de tiempo de paro que fueron considerados para la evaluación está especificado en la parte inferior de la *tabla Nº2*.

Año	Mes	Horas de paro	Kgs x hora	Kgs perdidos
2010	Enero	101	22.5	2 272.50
	Febrero	281	22.5	6 322.50
	Marzo	471	22.5	10 597.50
	Abril	515	22.5	11 587.50
	Mayo	104	22.5	2 340.00
	Junio	128	22.5	2 880.00
	Julio	130	22.5	2 925.00
	Agosto	369	22.5	8 302.50
	Setiembre	357	22.5	8 032.50
	Octubre	161	22.5	3 622.50
	Noviembre	875	22.5	19 687.50
	Diciembre	251	22.5	5 647.50
Total				84 217.50
2011	Enero	294	22.5	6 615.00
	Febrero	934	22.5	21 015.00
	Marzo	764	22.5	17 190.00
	Abril	1012	22.5	22 770.00
Total				67 590.00

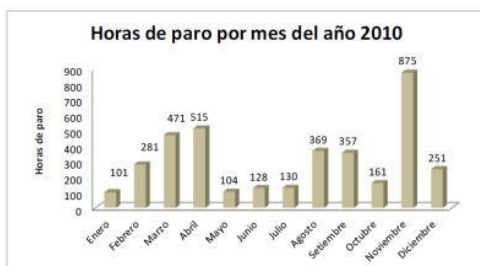
Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°3, se observa que teóricamente se han perdido 84217 Kg. en el año 2010 y 67590 Kg. en el año 2011 por el hecho de no contar con los repuestos necesarios para el área. Sin duda, el área se ve afectada por las malas coordinaciones y por la falta de un control de la demanda de los repuestos necesarios.

Las total de horas por paro de producción por falta de repuesto por mes fueron calculadas en base a los registros diarios del área de producción⁸⁴. Asimismo, el valor de 22.5 kg/hora necesario para calcular el total de kilogramos perdidos por mes fue obtenido del *tabla N°2*.

En el *gráfico N°2* que se presenta a continuación se muestra un resumen de las horas de paro por mes del año 2010.

Gráfico N°2: Horas de paro por mes del año 2010.



⁸⁴ Consultar el Anexo N°1 para obtener mayor información sobre los registros diarios y mensuales de paro por falta de repuesto.

Fuente: Elaboración propia

El *gráfico N°2* muestra una tendencia de subida y bajada de las horas de paro. Tal comportamiento se puede asociar al hecho de temporadas de mayor demanda de producción, lo cual hace más intenso la producción del área de tejeduría y, por consiguiente, la demanda de repuestos que exige el área es aún mayor.

No obstante, no se pueden obviar estas horas de paro porque significa una pérdida económica. Las personas del área no lo notan porque no hacen una evaluación a detalle de la situación del área.

Asimismo, el *gráfico N°3* que se presenta a continuación se muestra un resumen de las horas de paro de producción de los primeros meses del año 2011.

Gráfico N°3: Horas de paro por mes del año 2011.



Fuente: Elaboración propia

La tendencia de las horas de paro del año 2011 es similar a la tendencia de los primeros meses del año 2010, con excepción del mes de marzo, en el cual no hubo un trabajo tan intenso como el mes anterior y que, por lo tanto, no demandó muchos repuestos.

Los *gráficos N°2* y *N°3* muestran que el total de pérdida por paros de producción es de aproximadamente 151 807.5kg. y que siguen una tendencia que se puede controlar en todos los periodos si se considera evaluar la demanda de repuestos que necesita el área para evitar paros de máquinas.

Análisis del problema del área de almacén de repuestos de tejeduría

En este caso, el área no tiene un seguimiento a la demanda de repuestos más importantes del área de tejeduría. Por lo tanto, se compran repuestos que no son necesarios o en excesiva cantidad, lo cual genera un gasto innecesario de repuestos, dinero que puede ser utilizado en comprar otros repuestos más importantes o de mayor rotación para el área de tejeduría.

La *tabla N°4* presenta un resumen del dinero utilizado por mes en la compra de repuestos y el dinero estacionado total por mes.

Tabla N°4: Dinero estacionado total por mes

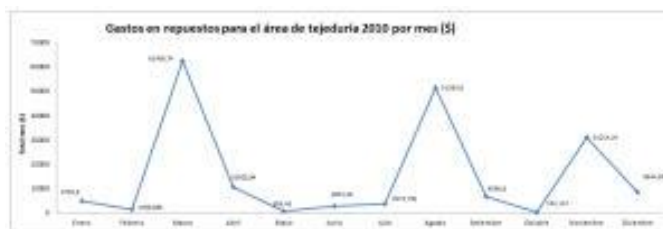
AÑO	MES	Total mes (\$)	Dinero Neto utilizado \$(Aprox.)	Dinero estacionado + 1 mes \$(Aprox.)	% utilizado	%No utilizado
2010	Enero	4.792.90	6.184.90	606.00	87.31%	12.69%
	Febrero	1.468.88	1.400.48	68.40	95.34%	4.66%
	Marzo	82.406.74	42.105.50	20.301.24	87.47%	32.53%
	Abril	30.508.94	9.017.80	2.461.14	76.30%	23.70%
	Mayo	555.48	-	555.48	0.00%	100.00%
	Junio	2.804.46	2.004.46	800.00	71.47%	28.53%
	Julio	3.573.79	3.510.00	63.79	98.22%	1.78%
	Agosto	51.394.89	38.684.80	12.710.09	75.27%	24.73%
	Septiembre	6.586.80	5.222.00	1.364.20	79.29%	20.71%
	Octubre	132.11	91.37	40.74	68.16%	31.84%
	Noviembre	31.014.24	24.208.84	6.805.40	78.05%	21.95%
	Diciembre	8.644.85	7.257.25	1.387.50	83.95%	16.05%
2011	Enero	88.529.94	50.442.44	38.067.50	56.98%	43.02%
	Febrero	120.528.24	101.866.72	18.662.52	84.54%	15.46%
	Marzo	35.756.33	14.851.84	20.904.49	41.54%	58.46%
	Abril	75.301.62	53.775.12	21.526.50	71.41%	28.59%

Fuente: Elaboración propia

La *tabla N°4* muestra los datos a partir del dinero neto utilizado por mes. La determinación del dinero utilizado y estacionado fue por el análisis de reportes mensuales de la empresa al momento de la gestión de sus compras.

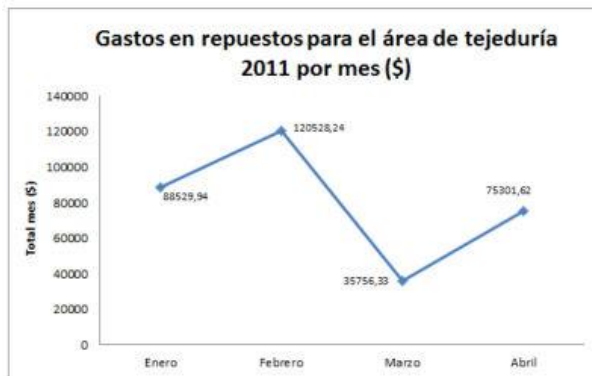
El *gráfico N°4* resume los gastos por mes en la compra de repuesto del año 2010. Asimismo, el *gráfico N°5* muestra el resumen de las compras de repuestos de los primeros meses del año 2011.

Gráfico N°4: Gastos en repuesto para el área de tejeduría 2010.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°5: Gastos en repuesto para el área de tejeduría 2011.



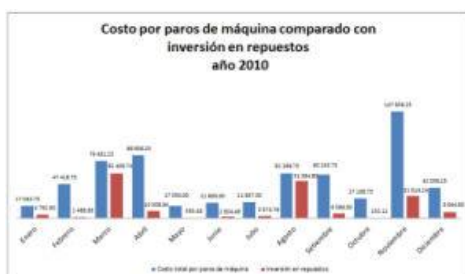
Fuente: Elaboración propia

Con los dos *gráficos N°4 y N°5* se puede tener una idea de cuáles son los periodos en los cuales se gasta más repuesto y cuánto fue la cantidad gastada, con el fin de planificar la compra de repuestos y disminuir los gastos innecesarios. Además, se debe tratar de uniformizar gastos y evitar que sea muy variable.

Es importante mencionar que el gasto es una decisión, por lo tanto no es determinante para tomar las decisiones finales. Los *gráficos N°4 y N°5* ayudan a tomar ciertas consideraciones al momento de la compra, por ejemplo, los meses en donde hay una tendencia a gastar más. Debido a esas consideraciones, se puede planificar mejor la política de inventarios.

Para reforzar la idea de los gastos mensuales, los *gráficos N°6 y N°7* muestran una comparación entre el costo incurrido por paros de máquina por falta de repuesto y los gastos en inversión mensual de repuestos.

Gráfico N°6: Comparación entre costos de paro de máquina e inversión en repuestos – año 2010



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°7: Comparación entre costos de paro de máquina e inversión en repuestos – año 2011

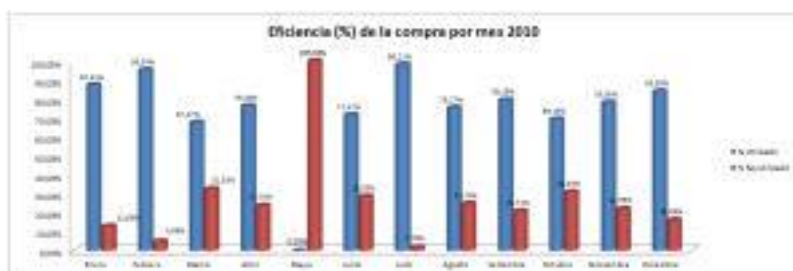


Fuente: Elaboración propia

Los gráficos N°6 y N°7 demuestran que se pierde más dinero del que se invierte en repuestos mensualmente. Esta situación demuestra que los gastos como decisión son importantes para mantener un equilibrio entre el presupuesto y la necesidad de inversión. Mensualmente se pierde mucho dinero cuando se podría reducir considerablemente tales costos, de tal manera que se permita más inversión pero siempre basado en una política adecuada.

Por otra parte, el gráfico N°8 muestra la eficiencia que han tenido las compras del año 2010.

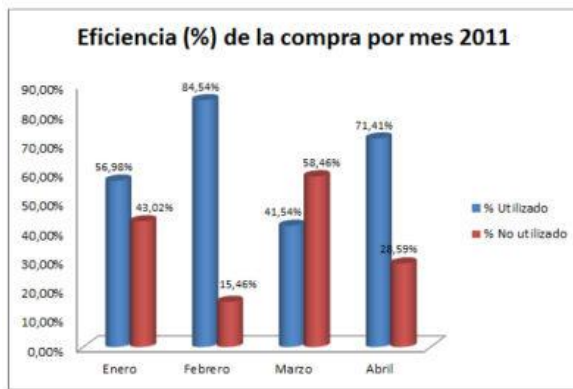
Gráfico N°8: Eficiencia de la compra por mes 2010.



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se presenta el gráfico N°9 para la eficiencia de la compra por mes del año 2011:

Gráfico N°9: Eficiencia de la compra por mes 2011.



Fuente: Elaboración propia

El gráfico N°8 y N°9 demuestra que existen causas por las cuales las compras no son efectivas. Las causas son las siguientes:

No existe una política de inventarios que les permita saber cuánta cantidad hay que comprar y en qué momento. Por ello, muchas veces se compra más de lo debido o no se compra los repuestos necesarios.

La gestión de compras no cuenta con un control adecuado que les permita saber por datos históricos las temporadas donde se demanda más presupuesto. Este problema se refleja en el momento cuando se necesita comprar más repuestos y no se cuenta con el dinero suficiente.

No existe un control general que les permita llevar un seguimiento de la cantidad de repuestos. Muchas veces pasa justo se les acaba un repuesto y necesitan más de ese tipo.

El porcentaje de dinero no utilizado podría utilizarse en otras inversiones, por ejemplo, invertir en otros repuestos más necesarios o en mejoras para el almacén (ordenamiento, mantenimiento, etc.). El análisis de los datos demuestra que existe una mala gestión de las compras de repuesto, situación que debe ser tomada en cuenta por la empresa porque afecta a la eficiencia y rendimiento del área de producción.

Impacto económico

Los problemas de la empresa se reflejan en un impacto económico negativo. A continuación se presenta el análisis del impacto económico para los problemas presentados.

Impacto económico en el área de tejeduría

La *tabla N°5* muestra el resumen en los costos incurridos por paros de máquina por falta de repuesto.

Tabla N°5: Costos incurridos por falta de repuesto.

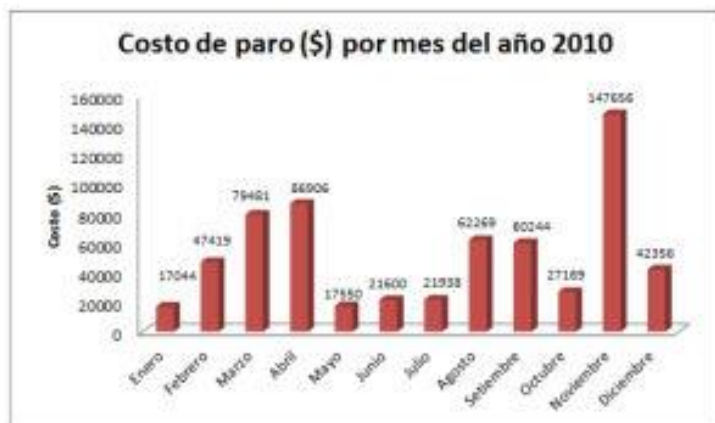
Año	Mes	Kgs perdidos	Costo aprox. Kg (\$)	Total costo por paro (\$)
2010	Enero	2 272.50	7.50	17 043.75
	Febrero	6 322.50	7.50	47 418.75
	Marzo	10 597.50	7.50	79 481.25
	Abril	11 587.50	7.50	86 906.25
	Mayo	2 340.00	7.50	17 550.00
	Junio	2 880.00	7.50	21 600.00
	Julio	2 925.00	7.50	21 937.50
	Agosto	8 302.50	7.50	62 268.75
	Setiembre	8 032.50	7.50	60 243.75
	Octubre	3 622.50	7.50	27 168.75
	Noviembre	19 687.50	7.50	147 656.25
	Diciembre	5 647.50	7.50	42 356.25
Total				631 631.25
2011	Enero	6 615.00	7.50	49 612.50
	Febrero	21 015.00	7.50	157 612.50
	Marzo	17 190.00	7.50	128 925.00
	Abril	22 770.00	7.50	170 775.00
Total				506 925.00

Fuente: Elaboración propia

En la *tabla N°5* se especifica los Kg. perdidos por la falta de repuestos, así como los costos totales por paro. El valor de \$7.50 es el resultado de un promedio entre el valor de un kilogramo de tela cruda por tipo de tela. La empresa cuenta con gente experimentada acerca de los costos, quienes proporcionaron un valor promedio para un kilogramo de tela cruda. Por ello, los resultados de los costos son aproximados.

El *gráfico N°10* muestra el total de costo de paro por mes del año 2010. Asimismo, el *gráfico N°11* muestra el total de costo de paro por mes del año 2011.

Gráfico N°10: Costos de paro del año 2010.



Fuente : Elaboración propia

Gráfico N°11: Costos de paro del año 2011.



Fuente: Elaboración propia

Los *gráficos N°10 y N°11* demuestran que los costos mensuales son bastante elevados. Entonces, es conveniente aplicar una política que se ajuste a la necesidad de la empresa para controlar estos costos.

Al realizar los análisis respecto al impacto económico del área, se ha podido obtener nuevos datos acerca del tipo de repuesto necesario al momento del paro⁸⁵. La *tabla N°6* muestra los resultados de la pérdida de dinero del año 2010 en base a los tipos de repuesto para el área de tejeduría: mecánico, eléctrico y otros tipos de repuesto. Asimismo, el *tabla N°7* muestra los resultados para los primeros meses del año 2011.

Tabla N°6: Costos totales por tipo de repuesto - año 2010

⁸⁵ Consultar el Anexo N°1 para obtener mayor información sobre los tipos de repuestos necesario al momento del paro de máquina.

2011	Total Costo	Rep. Eléctricos			Rep. Mecánicos			Otros repuestos		
		Cantidad	\$	%	Cantidad	\$	%	Cantidad	\$	%
Enero	27 003.75	2	8 928.75	40.50%	2	10 225.00	89.42%	0	-	0.00%
Febrero	47 428.75	6	8 948.75	18.86%	5	38 475.00	81.24%	0	-	0.00%
Marzo	79 480.25	1	4 050.00	5.20%	14	75 431.25	94.80%	0	-	0.00%
Abril	87 260.75	7	14 950.00	17.13%	11	52 545.75	60.22%	5	24 565.00	28.00%
Mayo	27 950.00	8	9 400.00	33.77%	3	12 780.00	45.75%	0	-	0.00%
Junio	21 600.00	8	17 807.50	82.44%	2	3 792.50	17.56%	2	2 000.00	9.30%
Julio	21 987.50	1	1 887.50	7.00%	3	20 290.00	93.00%	0	-	0.00%
Agosto	52 188.75	2	3 248.75	5.00%	12	50 515.00	96.92%	0	-	0.00%
Septiembre	60 240.75	0	-	0.00%	9	60 240.75	100.00%	0	-	0.00%
Octubre	27 148.75	0	-	0.00%	4	27 148.75	100.00%	0	-	0.00%
Noviembre	147 058.25	22	10 790.00	12.86%	11	94 900.00	64.55%	2	39 468.25	26.59%
Diciembre	41 156.25	2	2 200.75	5.35%	10	37 641.25	91.64%	1	1 314.25	3.18%
TOTAL		52	99 225.00		62	490 811.25		9	38 475.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°7: Costos totales por tipo de repuesto - año 2011

2011	Total Costo	Rep. Eléctricos			Rep. Mecánicos			Otros repuestos		
		Cantidad	\$	%	Cantidad	\$	%	Cantidad	\$	%
Enero	49 024.50	6	12 294.00	25.08%	12	36 209.50	74.92%	4	11 250.75	42.52%
Febrero	157 562.50	5	11 700.00	7.43%	23	144 700.13	92.57%	1	1 250.00	0.80%
Marzo	128 929.00	7	29 236.15	19.57%	14	95 996.00	74.14%	1	8 000.00	6.29%
Abril	170 779.00	28	47 920.00	28.06%	26	122 859.00	71.94%	0	-	0.00%
TOTAL		67	96 950.15		75	379 434.63		6	30 500.75	

Fuente: Elaboración propia

Los datos de los dos cuadros anteriores son importantes, porque muestran la importancia de los tipos de repuesto al momento de un paro de máquina, es decir, hay grupos de repuesto que por el momento no serían tomados en cuenta, y sólo sería conveniente al inicio preocuparse por el tipo de repuesto más necesario.

Para explicar mejor la idea, se presentan dos gráficos como resúmenes de las *tablas N°5 y N°6*. El *gráfico N°12* muestra el porcentaje de la pérdida de dinero por tipo de repuesto del año 2010. Asimismo, el *gráfico N°13* muestra los datos del porcentaje de la pérdida de dinero por tipo de repuesto del año 2011.

Gráfico N°12: % de pérdida de dinero por tipo de repuesto 2010.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°13: % de pérdida de dinero por tipo de repuesto 2011.



Fuente: Elaboración propia

En total, el impacto económico por el problema de paros de máquina por falta de repuesto es de aproximadamente \$ 506 925.00 en el total de los 16 meses evaluados.

Impacto económico en el área del almacén de repuestos

Tomando como referencia los datos obtenidos por el cuadro N°4, se puede evaluar el impacto económico en lo que respecta las compras mal gestionadas.

En el *gráfico N°14* se puede apreciar el dinero mal gestionado de la compra de repuestos en el año 2010. Estos datos parten del *gráfico N° 8* que refleja la ineficiencia de las compras.

Asimismo, en el *gráfico N°15* se aprecia el dinero mal gestionado de la compra de repuestos en el año 2011. Similar al *gráfico N°14*, el *gráfico N°15* se basa en los datos que se extraen del *gráfico N°9*.

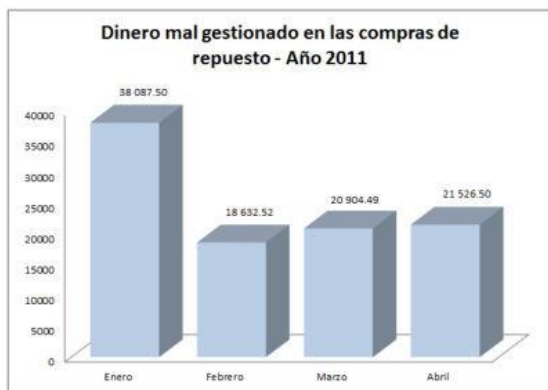
Gráfico N°14: Dinero de las compras efectivas y estacionadas año 2010.



Fuente: Elaboración propia

Los gráficos N°14 y N°15 hacen pensar que es urgente mejorar las compras para evitar gastar más dinero de lo necesario, además de gestionar mejor el dinero disponible. Es clara la falta de seguimiento a la demanda de repuestos, lo cual debe ser considerada como importante dentro del área.

Gráfico N°15: Dinero de las compras efectivas y estacionadas año 2011.



Fuente: Elaboración propia

El problema de no tener una política de inventarios que permita gestionar la cantidad de repuestos y los costos incurridos hace que las compras de repuestos sean mal gestionadas. Como se demuestra en los gráficos anteriores, son costos que no han sido detectados por el área y que son de consideración.

En total, el impacto económico por el problema del dinero mal gestionado de la compra de repuesto a falta de una política de inventarios es de aproximadamente \$ 146 348.90 en el total de los 16 meses evaluados.

Diagnóstico final de la situación actual

Como diagnóstico final acerca de los dos problemas presentados, se menciona lo siguiente:

La pérdida de producción de 84217 Kg. en el año 2010 y 67590 Kg. en el año 2011; así como su impacto económico de \$ 506 925.00 tiene gran impacto en el área de la empresa. El problema se enfoca en el aprovisionamiento de repuestos que demanda el área de tejeduría. Cuando el área de *mantenimiento* programa las actividades para el área de tejeduría, muchas veces también no cuenta con los repuestos necesarios, porque pueden existir problemas en las máquinas en las cuales se le aplica mantenimiento correctivo.

Estos problemas utilizan las piezas de repuesto del almacén y ocasiona que otras máquinas que necesiten el mismo repuesto no puedan contar con ello.

Asimismo, el almacén de repuestos refleja un costo de oportunidad de \$ 146 348.90 como suma total de los últimos 16 meses. En el almacén no se cuenta con una proyección acerca de la demanda de repuestos que le permita gestionar mejor las compras. Como diagnóstico se menciona debilidad en la gestión de compras de los repuestos del área de tejeduría debido a la falta de política de inventarios y a la falta de coordinación entre las áreas: almacén de repuesto, tejeduría y mantenimiento.

Si bien es cierto que el área de tejeduría debería manejar sus propios indicadores de demanda, el almacén de repuestos debería exigir mensualmente la demanda de repuestos, ya que ellos se encargan todos los meses de supervisar en el almacén los repuestos que faltan o que ya están por agotarse, para luego realizar la solicitud de su compra al área de logística de compras de la planta de Lima. A ello se atribuye otro problema de reorganización del almacén de repuestos y de control físico e informático acerca de los stocks de inventario, pero dichos problemas son aparte.

Asimismo, a los problemas diagnosticados se le atribuye el hecho de una tendencia por periodos, quiere decir que a medida que la producción se intensifica por la demanda de mercado, los problemas incrementan por el hecho de que el área trabaja intensamente y las máquinas tienen mayores probabilidades de presentar una falla que demande un repuesto. En épocas bajas de producción, las máquinas tienden a no demandar tantos repuestos, al contar con más de cien máquinas no es de esperarse que sean costos de oportunidad elevados el no gestionar adecuadamente los problemas mencionado.

Determinación de la causa raíz general de los dos problemas

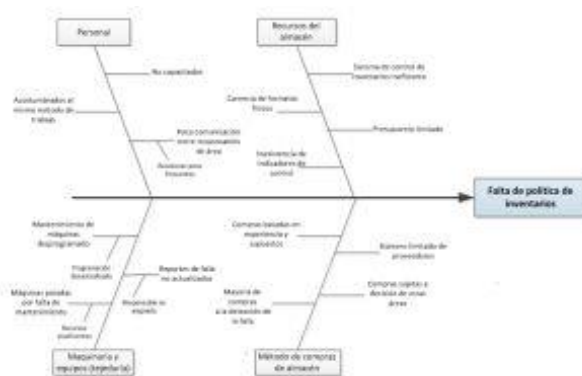
Como diagnóstico final del tema de tesis, se determina la causa raíz de los problemas presentados. En el caso presentado, existe un problema raíz que involucra a ambos problemas, el cual deberá ser solucionado mediante propuestas de mejora, con el fin de disminuir los efectos negativos de dichos problemas en los intereses económicos de la empresa.

Como herramienta para la determinación de la causa raíz, se utilizará el diagrama de Ishikawa, el cual se describe en el *gráfico N°16*.

La herramienta mencionada se enfocará a cuatro causas principales: personal, recursos de almacén, maquinaria y equipos y el método de compras actual. A partir del diagrama, en el cual se manifiestan las causas, se determina que:

Para los problemas presentados, la característica principal que involucra tanto el área de tejeduría como el almacén de repuestos es su política en la gestión de inventarios. Por lo tanto, la causa raíz de los problemas se basa en dicha característica, la falta de una política de inventarios, que permita saber cuántos repuestos comprar, la inversión que se debe hacer y los momentos adecuados para la compra.

Gráfico N°16: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

El área de tejeduría no podría trabajar si no cuenta con los inventarios de repuestos que proporciona el almacén de repuesto. Asimismo, el almacén de repuestos no sabría qué repuestos comprar si el área de tejeduría no brindara la información básica. La pérdida de producción por paros de máquina por falta de repuesto y la ineficiencia de las compras se basa en la falta de una política de inventarios.

Es muy probable que si esta causa raíz es solucionada, ambos problemas tendrán menor efecto en los costos innecesarios incurridos al momento de la gestión de inventarios.

Entonces, con la causa raíz principal se puede evaluar recién la solución más adecuada para el caso, la cual tiene que ser precisa, la más conveniente y rentable para la empresa.

En el siguiente capítulo se explicará la solución elegida para el caso de la empresa presentada, así como el análisis del costo/beneficio en el cual se incurrirá para lograr el objetivo principal.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

A partir de los problemas presentados y de la causa raíz identificada, se presentará una solución que se ajuste a la realidad y situación de la empresa. La empresa Ideas Textiles S.A. nunca ha aplicado conceptos de inventarios o política de inventarios en las diferentes áreas de la empresa. Por ello, es conveniente establecer un modelo de política de inventarios que no sea tan complicado y que permita al área tomar decisiones más acertadas. El presupuesto para el almacén de repuestos del área de tejeduría podrá ser distribuido de mejor manera y se evitará, en su medida, comprar más de lo debido.

Asimismo, toda la teoría de la metodología que se aplicará en este capítulo puede ser revisada en el capítulo 1 del marco teórico. Se tomarán todas las consideraciones y supuestos necesarios para diferentes situaciones que se irán presentando a lo largo del desarrollo del capítulo, los cuales serán explicados detalladamente para evitar confusiones u otros supuestos.

Diagrama de Pareto

La lista de compra de repuestos de los últimos 16 meses será la base para establecer la política de inventarios. El área de tejeduría cuenta con más de 100 máquinas, entonces establecer una política de inventarios por cada tipo de máquina y por cantidades sería complicado. Sin embargo, si se toman los repuestos que más impacto económico tienen en las compras de los últimos 16 meses (repuestos que tienen gran impacto en el presupuesto mensual), se puede mejorar las cantidades de compra mensual y hacer que exista más flujo de efectivo para otras necesidades del almacén. También, el almacén sabrá que repuestos comprar dentro de un intervalo de tiempo, así como la cantidad promedio a comprar.

La ventaja de tomar los registros históricos de compra también permitirá priorizar repuestos, puesto que entre todas las máquinas del área se estaría hablando de cientos de repuestos y determinar cuáles son los más importantes sería complicado.

Como también se indicó anteriormente, el establecimiento de la política de inventarios se enfocará en repuestos mecánicos, debido a que son los que tienen más impacto de

presupuesto comparado con los repuestos eléctricos o de otro tipo (revisar capítulo 2). Asimismo, esto permitirá también reducir la cantidad de inventarios a gestionar, porque de por sí los repuestos mecánicos son cientos y si a eso le agregamos los demás (que también son cientos de repuestos), el modelo de política de inventarios se volvería poco eficiente y difícil de manejar.

A continuación, se presenta la tabla N° 8 donde se detalla los repuestos de los últimos 16 meses del área de tejeduría, indicando la descripción del repuesto, la suma acumulada del costo total por repuesto, el porcentaje que representa cada repuesto respecto a la suma total de la lista y el porcentaje acumulado de cada repuesto. Asimismo, los datos están ordenados de acuerdo a la suma total de la lista⁸⁶.

Lo que se pretende en un primer paso es realizar un gráfico de Pareto para saber cuáles son los repuestos que se encuentran en el 80%.

Tabla N°8: Repuestos mecánicos ordenados en forma decreciente por suma de costo

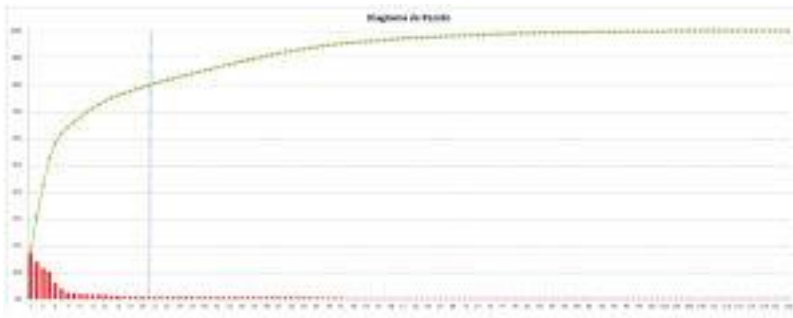
⁸⁶ Algunas descripciones de los repuestos están mostrados como código. Debido a una **política de confidencialidad** de la empresa, en algunos repuestos no se puede mostrar su nombre completo.

N°	Descripción	Suma Cuentas (\$)	% del total	% acumulado
2	VO-LS 92.41 G 003	21,320	27.41%	27.41%
3	MS5120-0.540.38 mm	20,894	26.99%	54.40%
4	VO-LS 90.43 G 0021	20,405	26.38%	80.78%
5	CILINDRO + ARO DE PLATINA	20,044	25.93%	106.71%
6	VO-LS 92.41 G 004	17,040	21.80%	128.51%
8	VO-LS 90.50 G 0021	16,590	21.31%	149.82%
7	VO 139.52 G 0822	6,468	8.37%	158.19%
9	VO 79.43 G 0022	5,870	7.52%	165.71%
10	37512136 COHFF 8.26mm	5,286	6.80%	171.51%
11	VO 75.48 G 002	5,220	6.73%	178.24%
12	PLATINA	4,320	5.57%	183.81%
12	VO-LS 335.41 G 0828	4,054	5.23%	189.04%
13	CINTA DENTADA X 100 METRS	4,020	5.20%	194.24%
14	MS5170-0.540.38 mm MATEZ E24	3,433	4.42%	198.66%
15	AGUAS CILINDRO TALON 2	2,700	3.47%	202.13%
16	SOCAJONES DE AIRE 18 SALIDAS	2,272	2.92%	205.05%
17	VO 139.52 G 0823	2,205	2.85%	207.90%
18	VO5A 65.41 G 004	2,364	3.04%	210.94%
19	VO 90.50 G 0021	2,120	2.73%	213.67%
20	VO-LS 335.35 G 0818	2,028	2.63%	216.30%
21	VO-LS 335.41 G 005	2,028	2.63%	218.93%
22	VO-LS 543.36 G 082	2,028	2.63%	221.56%
23	VO-LS 543.36 G 081	2,028	2.63%	224.19%
24	VO5A 75.48 G 002	1,740	2.24%	226.43%
25	VO5A 13 335.41 G 005	1,740	2.24%	228.67%
26	VO 92.41 G 003	1,704	2.19%	230.86%
27	VO 92.52 G 004	1,704	2.19%	233.05%
28	VO 92.52 G 003	1,704	2.19%	235.24%
29	VO 94.41 G 0032	1,704	2.19%	237.43%
30	VO 94.41 G 0031	1,704	2.19%	239.62%
31	VO 92.41 G 004	1,704	2.19%	241.81%
32	VO 92.41 G 003	1,704	2.19%	244.00%
33	AGUAS CILINDRO TALON 3	1,620	2.09%	246.09%
34	AGUAS CILINDRO TALON 2	1,620	2.09%	248.18%
35	VO 45.41 G 007	1,514	1.95%	249.69%
36	VO-LS 543.52 G 082	1,490	1.91%	251.20%
37	VO 139.52 G 0823	1,467	1.88%	252.66%
38	VO-LS 65.41 G 0032	1,323	1.70%	254.36%
39	VO-LS 65.41 G 0033	1,323	1.70%	256.06%
40	VO-LS 65.41 G 0032	1,323	1.70%	257.76%
41	VO-LS 65.41 G 0033	1,323	1.70%	259.46%
42	VO-LS 65.32 G 005	1,323	1.70%	261.16%
43	MS512A COHFF 0.28 mm	1,252	1.61%	262.77%
44	VO 154.41 G 0842	1,223	1.57%	264.34%
45	VO 139.52 G 80322	1,223	1.57%	265.91%
46	MARCA 98-1790 100-NA	1,207	1.55%	267.46%
47	VO-LS 92.52 G 304	1,034	1.33%	268.79%
48	VO-LS 92.52 G 003	1,034	1.33%	270.12%
49	VO5A 79.85 G 82	928	1.20%	271.32%
50	ECCENTRICAS DE CILINDRO	750	0.96%	272.28%
51	PZ-REP DE MOTOR DE TRAJE	745	0.95%	273.23%
52	VARRADORES MARCA SACH	667	0.85%	274.08%
53	VO-LS 543.52 G 083	596	0.76%	274.84%
54	VO 139.41 G 082	578	0.73%	275.57%
55	VO 139.41 G 081	578	0.73%	276.30%
56	VO 139.41 G 084	578	0.73%	277.03%
57	VO 139.41 G 083	578	0.73%	277.76%
58	TERRAZO MEROPA CILINDRO X 55 CLAVES	555	0.71%	278.47%
59	VO 79.46 G 81	530	0.68%	279.15%
60	VO 79.86 G 82	505	0.65%	279.80%
61	VO5A 79.85 G 81	464	0.59%	280.39%
62	CINTILLO DE NYLON 308 X 4.8 MM BLANCO GM	375	0.48%	280.87%
63	RODILLO ENHEBADO S/M Ø15 X Ø26 X Ø35.4 X 25.8mm	370	0.47%	281.34%
64	RODILLO ENHEBADO S/M Ø15 X Ø26 X Ø36 X 25.7mm	370	0.47%	281.81%
65	SENSOR PROXIMIDAD INDUCTIVO M5MM-3003NA	362	0.46%	282.27%
66	BOBINA DE 26VAC SEGUN MUESTRA	358	0.45%	282.72%
67	LEVAS PARA 352 COD 0021ATON	304	0.39%	283.11%
68	LEVAS PARA 352 COD 0021ATON	304	0.39%	283.50%
69	VO-LS 254.41 G 0859	298	0.38%	283.88%
70	VO-LS 254.41 G 0858	298	0.38%	284.26%
71	VO-LS 543.52 G 083	298	0.38%	284.64%
72	VO-LS 543.52 G 081	298	0.38%	285.02%
73	ENHEBADOR S/M 6 X 95 X 98.7mm, MATERIAL	255	0.32%	285.34%
74	CAÑALETA PARA PZO DE JEVE X 1.30	279	0.35%	285.69%
75	FAJA 18M 5400 7.85 OPTBELT	279	0.35%	286.04%
76	VO 79.85 G 82	265	0.34%	286.38%
77	VO 79.85 G 81	265	0.34%	286.72%
78	EJE DE ALIMENTACION POSITVA	225	0.28%	286.99%
79	RESOLAS SOPLETEADORAS PUNTA LARGA	225	0.28%	287.27%
80	PERNO DE SEGURIDAD	225	0.28%	287.55%
81	FAJA MICRO-VL 655 L 28 OPTBELT	220	0.27%	287.82%
82	SEGURO PARA PUERTA DE TELARES CIRCULARES	196	0.25%	288.07%
83	SOPORTE DE RODILLO	170	0.21%	288.28%
84	POLIA DE TRAJE	164	0.20%	288.48%
85	ARMAZONERA PARA MANGUERA 8-12	167	0.21%	288.69%
86	SENSOR PROXIMIDAD INDUCTIVO PL32-EN	153	0.19%	288.88%
87	AGUAS CILINDRO TALON 4	133	0.17%	289.05%
88	SUCCIONADOR DE COMBUSTIBLE C/MANIVELA MARCA / PRESSOR	134	0.17%	289.22%
89	SERVICO DE REFRIGERACION DE VARRADOR DELTA "S"	120	0.15%	289.37%
90	EJE BOCINA	114	0.14%	289.51%
91	FAJAS PLANAS DE TRANSMISION PARA EL MOTOR	110	0.14%	289.65%
92	RODILLO ENHEBADO	105	0.13%	289.78%
93	FAJA 900 8M ANCHO DE FAJA 40mm OPTBELT	94	0.12%	289.90%
94	TAPA DE INCHOS	91	0.11%	290.01%
95	RODAM 6309 28 567	89	0.11%	290.12%
96	EJE DE ROTOR	80	0.10%	290.22%
97	RELE S/M	73	0.09%	290.31%
98	RODAE 6207 2R54 54F	57	0.07%	290.38%
99	FAJA 960 8M ANCHO DE FAJA 20mm OPTBELT	54	0.07%	290.45%
100	ACOPLE RAPIDO (VALVULA CHECK)	50	0.06%	290.51%
101	RODAMIENTOS 567 6033-22	49	0.06%	290.57%
102	EJE ROTOR S/M	47	0.06%	290.63%
103	ACOPLE ROTON DE BRIDACE PARA MANGUERA DE 1/4"	45	0.05%	290.68%
104	CONDENSADOR ELECTROLITO 63V - 4700UF	42	0.05%	290.73%
105	FAJA 8 M 800/80 OPTBELT	40	0.05%	290.78%
106	RODAMIENTOS 567 6034-22 20242K32	37	0.04%	290.82%
107	FAJA 8M 1200/80 OPTBELT	37	0.04%	290.86%
108	CONECTOR RECTO DE 1/4" NPT PARA MANGUERA DE 30MM	36	0.04%	290.90%
109	SOQUET COLGANTE E27 DE LUZ	35	0.04%	290.94%
110	FAJA OPTBELT 8 79	28	0.03%	290.97%
111	CONDENSADOR 1.5uf 450v 4/v	26	0.03%	291.00%
112	CONECTOR RECTO DE 1/4" NPT PARA MANGUERA DE 12MM	23	0.02%	291.02%
113	RODAE 6305 2R54 16F	20	0.02%	291.04%
114	ENSANCHADOR DE TELA	17	0.02%	291.06%
115	RODAMIENTOS 567 6207-22 35 X 72 X 37	15	0.01%	291.07%
116	RODAMIENTOS 567 6206-22 38X28X39	15	0.01%	291.08%
117	RODAMIENTOS 567 6208 - 28X3	15	0.01%	291.09%
118	RODAMIENTOS 567 6204	15	0.01%	291.10%
119	ARMAZONERA DE 1/4" PARA MANGUERA	14	0.01%	291.11%
120	CONEXION BUSHING DE 1/2" A 1/4"	12	0.01%	291.12%
121	BASE PARA CAUTIN, USADO GOOD	12	0.01%	291.13%
122	BASE PARA CAUTIN, USADO GOOD	9	0.01%	291.14%
123	SEGURO NEGRO PARA Ø 24	8	0.01%	291.15%
TOTAL		288,874.81		

Fuente: Elaboración propia

Los datos de la *tabla N°8* están ordenados en orden descendiente. Los datos que representan el 80% son los que tienen más importancia, pero a la vez es el grupo que tiene menor cantidad de repuestos. A continuación, el *gráfico N°17* muestra el gráfico de Pareto.

Gráfico N°17: Diagrama de Pareto de los repuestos mecánicos



Fuente: Elaboración propia

Observación: los números que aparecen en el eje de las abscisas corresponden a la numeración de los repuestos de la tabla anterior.

Como se observa, el *gráfico N°17* muestra el límite donde llega el 80%. Se tiene como datos 123 repuestos (los números que aparece en el eje X corresponden a la numeración de los repuestos en la tabla anterior), los cuales han sido filtrados por los criterios anteriormente mencionados. Asimismo, no se está considerando servicios de reparación u otras acciones que la empresa había considerado en su lista de repuestos.

Los 20 primeros repuestos son los más importantes de toda la lista. Tales repuestos hace mención a la siguiente frase: *El 16.2% del total de repuestos a considerar representa el 80% de los gastos totales.* Debido a su impacto económico, es necesario clasificar dichos repuestos en base a la matriz de Kraljic. Asimismo, para el 20% restante, también será clasificado en base a la matriz de Kraljic para determinar las mejores políticas de inventarios que se adecuen según el grupo.

Además, aplicar una técnica de modelo de inventarios compleja a cada grupo no sería lo más conveniente porque saturaría la eficiencia del modelo. La matriz de Kraljic se verá en el siguiente punto.

Clasificación de los inventarios basado en la matriz de Kraljic

La matriz de Kraljic permite agrupar los inventarios en 4 familias, en las cuales se puede aplicar diferentes criterios de acuerdo a la necesidad del caso.

En el caso presentado, la matriz de Kraljic ayudará a tomar las soluciones más adecuadas según la característica del repuesto o inventario. A la par con el diagrama de Pareto, la matriz de Kraljic aplicada al caso podrá mostrar el efecto del repuesto en el proceso.

En el *gráfico N°18* muestra la matriz de Kraljic con la clasificación de los grupos en los cuales se basarán los artículos.

Gráfico N°18: Matriz de Kraljic



Fuente: Elaboración propia

De la matriz mostrada, los repuestos más importantes se ubican dentro de los grupos estratégicos y relevantes; entonces, el 80% de los artículos más impactantes se ubicarán en estos 2 cuadrantes. Asimismo, el otro 20% se ubicará entre los grupos cuello de botella y rutinarios.

A partir de la lista de inventarios, se ubicarán los artículos de acuerdo a la familia al que corresponde:

Artículos estratégicos o críticos:

- cilindro + aro de platinas
- 3752/116 eohff 0.20mm
- cinta dentada x 100 mtrs

- secuenciadores de aire 18 salidas
- platina

Artículos relevantes o de apalancamiento:

- vo-ls 92.41 g 003
- 6552/40 0.44/0.18 mm
- vo-ls 90.41 g 0021
- vo-ls 92.41 g 004
- vo-ls 90.50 g 0021
- vo 139.52 g 0022
- vo 78.41 g 0022
- vo 75.48 g 002
- vo-ls 105.41 g 0028
- 6552/10 0.50/0.18 mm mayer e24
- agujas cilindro talon 2
- vo 139.52 g 0021
- vota 65.41 g 004
- vo 90.50 g 0021
- vo-ls 105.55 g 0018

Artículos cuello de botella

- vo-ls 105.41 g 005
- vo-ls 141.36 g 002
- vo-ls 141.36 g 001
- vota 75.48 g 002
- vota-ls 105.41 g 005

- vo 92.41 g 003
- vo 92.52 g 004
- vo 92.52 g 003
- vo 94.41 g 0032
- vo 94.41 g 0031
- vo 92.41 g 004
- vo 92.41 g 003
- agujas cilindro talon 3
- agujas cilindro talon 1
- vo 65.41 g 007
- vo-ls 141.52 g 002
- vo 139.52 g 0023
- vo-ls 65.41 g 0032
- vo-ls 65.41 g 0033
- vo-ls 65.41 g 0032
- vo-ls 65.41 g 0033
- vo-ls 65.52 g 001
- 4652/2a eohff 0,20 mm
- vo 154.41 g 0042
- vo 139.52 g b0022
- modelo: fr-e740-170-na
- vo-ls 92.52 g 004
- vo-ls 92.52 g 003
- vosa 79.85 g 02
- excentricas de cilindro

Artículos no críticos:

- pz-rep de motor de tiraje
- variadores marca sach
- vo-ls 141.52 g 003
- vo 139.41 g 002
- vo 139.41 g 001
- vo 139.41 g 004
- vo 139.41 g 003
- texaco meropa cilindro x 55 glnes
- vo 78.66 g 01
- vo 78.66 g 02
- vosa 79.85 g 01
- cintillo de nylon 300 x 4.8 mm blanco gm
- rodillo enjebado s/m $\varnothing 15$ x $\varnothing 26$ x $\varnothing 35.4$ x 258mm
- rodillo enjebado s/m $\varnothing 15$ x $\varnothing 26$ x $\varnothing 36$ x 257mm
- sensor proximidad inductivo m/lm8-3003na
- bobna de 24vac según muestra
- levas para js2 cod 0021670n
- levas para js2 cod. 0021671n
- vo-ls 154.41 g 0059
- vo-ls 154.41 g 0058
- vo-ls 141.52 g001
- vo-ls 141.52 g 001
- enhebrador s/m 6 x 95 x 98.7mm. material
- canaleta para pizo de jeve x 1.30

- faja 14m 1400 / 85 optibelt
- vo 79.85 g 02
- vo 79.85 g 01
- eje de alimentación positiva m15x1x7xø17 x ø20 x ø26x 446mm
- pistolas sopleteadoras punta larga, conexión de 1/4" npt ani italia
- perno de seguridad
- faja micro-vl 655 l 20 optibelt
- seguro para puerta de telares circulares material bronce
- soporte de rodillo
- pólea de tiraje
- abrazadera para manguera 8-12
- sensor proximidad inductivo pl12-dn marca autonics npn
- agujas cilindro talon 4
- succionador de combustible c/manivela marca : pressol
- servicio de reparacion de variador delta "e"
- eje bocina
- fajas planas de transmisión para el motor
- rodillo enjebado
- faja 800 8m ancho de faja 40mm optibelt
- tapa de motor
- rodaje 6009 zr skf
- eje de rotor
- rele s/m
- rodaje 6207 2rs1 skf
- faja 960 8m ancho de faja 20mm optibelt

- acople rapido (valvula check)
- rodamientos skf 6013-2z
- eje rotor s/m
- acople piton de bronce para manguera de 1/4" marca mullembach alemania
- condensador electrolito 63v - 4700nf
- faja 8 m 800/40 optibelt
- rodamientos skf 6004-2z 20z42x12
- faja 8m 1200/30 optibelt
- conector recto de 1/4" npt, para manguera de 10mm
- soquet colgante e27 de loza
- faja obtibelt b 79
- condensador 1.5uf 450v s/m
- conector recto de 1/4" npt, para manguera de 12mm
- rodaje 6005 2rsh skf
- ensanchador de tela, enderezado. material acero inoxidable
- rodamientos skf 6207-2z 35 x 72 x 17
- rodamientos skf 6306-2z 30x72x19
- rodamientos skf 6208 - 2rs1
- rodamientos skf 6304
- abrazadera de 1/4" para manguera
- conexión bushing de 1/2" a 1/4"
- base para cautil pesado good
- base para cautil liviano good
- seguro seeger para \varnothing 24

Son en total 123 artículos los considerados para las familias. Muchos de los artículos se describen mediante un código ya que por políticas de confiabilidad no se puede mostrar el detalle de cada uno.

A continuación se desarrollará para cada grupo de familia el modelo de solución más adecuado.

Artículos estratégicos o críticos

Para este grupo de artículos se proponen las siguientes soluciones:

- Aplicación de un modelo de inventario estático con riesgo.
- Planes de contingencia para los artículos.
- Control de inventarios.

Modelo estocástico de inventario estático con riesgo

El modelo de inventario estático con riesgo analiza el impacto de las compras de repuesto en comparación con la cantidad y costos de oportunidad. Es una metodología confiable para evaluar las cantidades necesarias y establecer una política de compras confiable.

Algunos supuestos para que la metodología sea posible aplicar:

Las partes no usadas no tienen valor.

No existen costos adicionales, como de transporte.

Se estandarizará los intervalos de falla en el tiempo.

Los costos que se asume de mantener el inventario por un año es del 10%.

Para el caso, esta metodología se adapta a los 5 artículos del cuadrante, debido a su importancia dentro de la gestión de repuestos. Cabe resaltar que esta metodología no sería conveniente aplicar a los demás cuadrantes, debido a su complejidad podría resultar tedioso en la aplicación de cada inventario.

Repuesto: Cilindro + aro de platina

Para este caso, el cilindro y aro de planita se compra como un juego y en consulta con el jefe del almacén normalmente se adquiere, en promedio, uno por año.

No obstante, se aplicará el modelo para determinar si efectivamente es lo más conveniente.

Para empezar, se establecerá las siguientes características:

- El recargo por compra al momento de desabasto está sujeta a un 100% de cargo adicional.
- El costo total de mantener un inventario por 1 año es 10% anual.
- A continuación se muestran las probabilidades de falla durante la existencia del repuesto.

Fallas	Probabilidad
0	0.6
1	0.2
2	0.1
3	0.1

La distribución probabilística está basada en la experiencia del personal del almacén. Se ha querido obtener los valores más cercanos, por ello se convocó una reunión con la gente más experimentada.

Asimismo, se establecerán los siguientes intervalos de fallas en el tiempo:

- Una falla se presentará aproximadamente a los 6 años de uso.
- Dos fallas se presentarán aproximadamente entre 4 y 8 años de uso.
- Tres fallas se presentarán aproximadamente entre 4, 7 y 10 años de uso.

Para calcular los costos, se presentan los siguientes ejemplos:

En el caso de que no se compre ningún pedido y falle una vez, el costo será el valor actual del repuesto mas el recargo del 100%. Asimismo, si no se compra ningún pedido y fallan 2 veces, el costo será dos veces el precio original más el recargo.

Ahora, si se hace un pedido y la pieza falla 2 veces, se toma el intervalo de fallas en el tiempo mencionado líneas atrás. En este caso, la falla del año 4 estaría cubierta por costo inicial (ya que había sido comprado en un inicio) y lo que quedaría agregarle a ese costo sería la compra de un nuevo repuesto más el recargo. Así, sucesivamente, se empezará a llenar la matriz.

Con los datos anteriores, ahora se procede a calcular la matriz de costo total:

Pedido	Fallas			
	0	1	2	3
0	-	14 833.24	29 666.48	44 499.72
1	7 416.62	7 416.62	22 249.86	37 083.10
2	14 833.24	14 833.24	14 833.24	29 666.48
3	22 249.86	22 249.86	22 249.86	22 249.86

Una vez calculada la matriz de costo total, también se puede calcular la matriz de costo de oportunidad.

Para calcular la matriz de costo de oportunidad, solamente hay que restarle el costo de la compra actual para obtener los costos de oportunidad según sea el caso.

Pedido	Fallas			
	0	1	2	3
0	-	7 416.62	14 833.24	22 249.86
1	7 416.62	-	7 416.62	14 833.24
2	14 833.24	7 416.62	-	7 416.62
3	22 249.86	14 833.24	7 416.62	-

Esta matriz se calcula para enfocar los costos de oportunidad incurridos y para aclarar que existe una diferencia entre los costos totales y costo de oportunidad.

Finalmente, se calcula la matriz de costos totales representado en su valor presente. Esta matriz tiene ajustado el costo de 10% por mantener el inventario 1 año.

Por ejemplo, si no se realiza ningún pedido y falla una vez, se estaría gastando \$7416.62 en 6 años, lo cual al traer la cifra a valor presente, resulta \$8372.98 ($= 7416.62 * 2 / (1.1^6)$). Aplicando la misma lógica y considerando los intervalos de fallas de repuesto, se completa la matriz.

Pedido	Fallas			
	0	1	2	3
0	-	8 372.98	17 051.12	23 461.96
1	7 416.62	7 416.62	14 336.44	20 747.27
2	14 833.24	14 833.24	14 833.24	20 552.10
3	22 249.86	22 249.86	22 249.86	22 249.86

Ahora, se usa la distribución probabilística inicial y se calcula el valor probable de cada estrategia de compra.

pedido	Valor probable
0	5 725.90
1	9 441.67
2	15 405.13
3	22 249.86

Como se aprecia, la estrategia siempre debería irse por el costo más bajo. Sin embargo, hay algunas excepciones. Por ejemplo, en el caso mostrado sería un pedido de 0 unidades, pero no es conveniente debido a que existe una frecuencia referencial de una compra por año. Entonces, se tendría que elegir como solución la compra de *1 pedido al año*, que sería el costo más económico.

La frecuencia de compra se establecerá a inicios del año para seguir un control anual.

Repuesto: 3752/116 EOHFF 0.20mm

La metodología a seguir es la misma del repuesto anterior. Pero a diferencia del anterior, acá cuenta con una demanda de inventarios mensual.

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	950	1240	1000	960	1250	1250	1025	1470
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	895	1140	1100	1445	1490	1690	1445	1750

Características:

Demanda promedio (D): 1320.63 repuestos/mes. Proyecciones de fallas más cercanas: 1000, 2000 y 3000.

El recargo por compra sujeta al 100%.

El costo de mantenimiento: 10% anual.

Probabilidades de falla durante la existencia del repuesto.

Fallas	Probabilidad
0	0.1
1	0.8
2	0.5
3	0.5

Cálculo de la matriz de costo total:

Pedido	Fallas			
	0	1000	2000	3000
0	-	340.00	680.00	1 020.00
1000	170.00	170.00	510.00	850.00
2000	340.00	340.00	340.00	680.00
3000	510.00	510.00	510.00	510.00

Una vez calculada la matriz de costo total, también se puede calcular la matriz de costo de oportunidad.

Pedido	Fallas			
	0	1000	2000	3000
0	-	170.00	340.00	510.00
1000	170.00	-	170.00	340.00
2000	340.00	170.00	-	170.00
3000	510.00	340.00	170.00	-

Finalmente, se calcula la matriz de costos totales representado en su valor presente. Esta matriz tiene ajustado el costo de 10% por mantener el inventario 1 año.

Pedido	Fallas			
	0	1000	2000	3000
0	-	191.92	781.67	1 613.35
1000	170.00	7 416.62	487.23	1 086.68
2000	340.00	340.00	340.00	733.25
3000	510.00	510.00	510.00	510.00

Ahora, se usa la distribución probabilística inicial y se calcula el valor probable de cada estrategia de compra.

pedido	Valor probable
0	1 351.05
1000	6 737.25
2000	842.63
3000	969.00

Para este repuesto, lo ideal es hacer un pedido de 2000 unidades.

Repuesto: Cinta dentada x 100 mts

Demanda de inventarios mensual.

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	40	60	60	30	50	70	110	80
Demanda	sep-10	oct-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11		
Cantidad	40	10	30	20	80	20	10	30

Características:

Demanda promedio (D): 46.25 repuestos/mes. Proyecciones de fallas más cercanas: 50, 100, 150.

El recargo por compra sujeta al 100%.

El costo de mantenimiento: 10% anual.

Probabilidades de falla durante la existencia del repuesto.

Fallas	Probabilidad
0	0.1
1	0.75
2	1
3	0.5

Cálculo de la matriz de costo total:

Pedido	Fallas			
	0	50	100	150
0	-	540.00	1 080.00	1 620.00
50	270.00	270.00	810.00	1 350.00
100	540.00	540.00	540.00	1 080.00
150	810.00	810.00	810.00	810.00

Una vez calculada la matriz de costo total, también se puede calcular la matriz de costo de oportunidad.

Pedido	Fallas			
	0	50	100	150
0	-	270.00	540.00	810.00
50	270.00	-	270.00	540.00
100	540.00	270.00	-	270.00
150	810.00	540.00	270.00	-

Finalmente, se calcula la matriz de costos totales representado en su valor presente. Esta matriz tiene ajustado el costo de 10% por mantener el inventario 1 año.

Pedido	Fallas			
	0	50	100	150
0	-	304.82	1 241.48	2 562.38
50	270.00	7 416.62	773.83	1 725.90
100	540.00	540.00	540.00	1 164.58
150	810.00	810.00	810.00	810.00

Ahora, se usa la distribución probabilística inicial y se calcula el valor probable de cada estrategia de compra.

pedido	Valor probable
0	2 751.28
50	7 226.24
100	1 581.29
150	1 903.50

Para este repuesto, lo ideal es hacer un pedido de 100 unidades.

Repuesto: Secuenciadores de aire 18 salidas

Demanda de inventarios mensual.

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	0	0	0	0	4	0	0	0
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	0	0	0	0	0	0	0	0

Características:

Demanda promedio (D): 0.25 repuestos/mes. Proyecciones de fallas más cercanas: 1,2,3.

El recargo por compra sujeta al 100%.

El costo de mantenimiento: 10% anual.

Probabilidades de falla durante la existencia del repuesto.

Fallas	Probabilidad
0	0.6
1	0.2
2	0.1
3	0.1

Cálculo de la matriz de costo total:

Pedido	Fallas			
	0	1	2	3
0	-	1 136.00	2 272.00	3 408.00
1	568.00	568.00	1 704.00	2 840.00
2	1 136.00	1 136.00	1 136.00	2 272.00
3	1 704.00	1 704.00	1 704.00	1 704.00

Una vez calculada la matriz de costo total, también se puede calcular la matriz de costo de oportunidad.

Pedido	Fallas			
	0	1	2	3
0	-	568.00	1 136.00	1 704.00
1	568.00	-	568.00	1 136.00
2	1 136.00	568.00	-	568.00
3	1 704.00	1 136.00	568.00	-

Finalmente, se calcula la matriz de costos totales representado en su valor presente. Esta matriz tiene ajustado el costo de 10% por mantener el inventario 1 año.

Pedido	Fallas			
	0	1	2	3
0	-	641.24	2 611.71	5 390.48
1	568.00	7 416.62	1 627.90	3 630.77
2	1 136.00	1 136.00	1 136.00	2 449.93
3	1 704.00	1 704.00	1 704.00	1 704.00

Ahora, se usa la distribución probabilística inicial y se calcula el valor probable de cada estrategia de compra.

pedido	Valor probable
0	928.47
1	2 349.99
2	1 267.39
3	1 704.00

Para este repuesto, lo ideal sería 0 unidades. Pero al igual que el primer caso, se debe asumir el siguiente valor, que sería 1 unidad.

Repuesto: Platinas

Demanda de inventarios mensual.

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	440	625	530	440	700	1000	696	520
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	547	335	590	525	500	510	670	440

Características:

Demanda promedio (D): 554.69 repuestos/mes. Proyecciones de fallas más cercanas: 500, 1000, 1500.

El recargo por compra sujeta al 100%.

El costo de mantenimiento: 10% anual.

Probabilidades de falla durante la existencia del repuesto.

Fallas	Probabilidad
0	0.1
500	0.8
1000	0.5
1500	0.5

Cálculo de la matriz de costo total:

Pedido	Fallas			
	0	500	1000	1500
0	-	540.00	1 080.00	1 620.00
500	270.00	270.00	810.00	1 350.00
1000	540.00	540.00	540.00	1 080.00
1500	810.00	810.00	810.00	810.00

Una vez calculada la matriz de costo total, también se puede calcular la matriz de costo de oportunidad.

Pedido	Fallas			
	0	500	1000	1500
0	-	270.00	540.00	810.00
500	270.00	-	270.00	540.00
1000	540.00	270.00	-	270.00
1500	810.00	540.00	270.00	-

Finalmente, se calcula la matriz de costos totales representado en su valor presente. Esta matriz tiene ajustado el costo de 10% por mantener el inventario 1 año.

Pedido	Fallas			
	0	500	1000	1500
0	-	304.82	1 241.48	2 562.38
500	270.00	7 416.62	773.83	1 725.90
1000	540.00	540.00	540.00	1 164.58
1500	810.00	810.00	810.00	810.00

Ahora, se usa la distribución probabilística inicial y se calcula el valor probable de cada estrategia de compra.

pedido	Valor probable
0	2 145.78
500	7 210.16
1000	1 338.29
1500	1 539.00

Para este repuesto, lo ideal es hacer un pedido de 1000 unidades.

En resumen, para esta familia de repuestos:

Descripción	Lote de compra (unidades)
CILINDRO + ARO DE PLATINAS	1
3752/116 EOHFF 0.20mm	2000
CINTA DENTADA X 100 MTRS	100
SECUENCIADORES DE AIRE 18 SALIDAS	1
PLATINA	1000

Plan de contingencia para los artículos

El plan de contingencia para este grupo de artículos debe ser el más eficiente ante cualquier emergencia. La propuesta del plan de contingencia es como sigue a continuación:

Para empezar, hay que aclarar que se depende de un proveedor para las piezas. Por más que el proveedor cumpla con sus plazos de entrega, no se debe descartar la posibilidad de falla. Se propone que a partir de la política establecida de inventarios estáticos con riesgo, se mantenga un stock de seguridad *especial* que permita estar abastecidos ante una emergencia. La cantidad *especial* depende del tipo de artículo, pero en la *tabla N°9* se establece como recomendación una cierta cantidad de pedido.

Tabla N°9: Inventario especial de seguridad

Inventario especial de seguridad	
Descripción	Cantidad
Cilindro + Aro de platinas	1 unidad
3752/116 EOHFF 0.20mm	100 unidades
Cinta dentada por 100 metros	10 mts.
SECUENCIADORES DE AIRE 18 SALIDAS	1 unidad
PLATINA	50 unidades

Fuente: Elaboración propia

Como aun no es suficiente para asegurarnos que este plan de contingencia sea el más adecuado, se propone adicionalmente un convenio con los proveedores en caso no sea suficiente el inventario propuesto. Este convenio, que se basa principalmente en 5 repuestos principales, está sujeto a un precio especial y a un abastecimiento inmediato.

El proveedor específico, al igual que Ideas Textiles S.A.C., deberán en constante comunicación acerca de la disponibilidad de estos artículos para prevenir cualquier situación inesperada. Asimismo, dichos repuestos deben estar sujetos a una venta especial en donde ambas empresas se vean beneficiadas.

Por ejemplo, el precio podrá mantenerse, eso le conviene a Ideas Textiles porque no se incurriría en gastos mayores, pero también le conviene al proveedor porque, como empresa, se asegura un cliente leal que siempre le comprará repuestos. Como la cantidad de repuestos es mínima, es conveniente mantener este tipo de tratos especiales.

Control de inventarios

El control de los inventarios deberá ser lo más fácil posible para el operario. Si los inventarios no se controlan, entonces hay un problema muy grave. En la parte final del capítulo se detallan ciertas propuestas para el control del inventario, que se basa los programas fáciles de manejar y controles físicos de inventario que permite dar a conocer el nivel de inventario no solo a los encargados del almacén, sino también a los trabajadores en general. Además, para muchas personas es más fácil consultar el estatus de inventario de forma física que de forma digital.

Artículos relevantes o de apalancamiento

Para este grupo de artículos se proponen las siguientes soluciones:

- Aplicación de una política de inventario EOQ mas punto de reorden con demanda incierta.
- Negociación con los proveedores para el abastecimiento de productos.

Modelo del punto de reorden con demanda probabilística, variable o incierta

El modelo que más se acomoda a la familia de repuestos es el modelo de *punto de reorden con demanda probabilística, variable o incierta*. Las consideraciones que suponen el modelo para que sea aplicado a la empresa son los siguientes:

Se toma como intervalo de tiempo un mes. Los datos que se utilizarán para las operaciones serán expresados en meses.

La demanda es variable. Muchos de los modelos de política de inventarios no consideran las demandas variables y solo la toman como constante.

Se hace el supuesto que no hay restricciones por el tamaño de lote, eso implica: Capacidades de fabricación, capacidad de transporte o envase. En la empresa no se hace seguimientos a dichos datos, es más operativo y se confía mucho en la intuición y la experiencia. Por lo tanto, se cree conveniente realizar tal supuesto.

Las decisiones entre los artículos son independientes. El proveedor no puede influir en la gestión que se tome para uno o más artículos de su catálogo de productos. Para el modelo propuesto, los resultados que se muestren no está sujeto a decisiones indirectas del proveedor.

También hay el supuesto de que no hay incertidumbre respecto a los tiempos de entrega ni a la cantidad a recibir. El tiempo desde un principio es establecido por el contrato, si el proveedor no cumple la empresa penaliza la demora. Asimismo, la cantidad a recibir deberá ser la acordada. Por los datos proporcionados del jefe del almacén, es muy raro que un proveedor confunda cantidades, normalmente siempre trae lo acordado, por eso se toma el supuesto.

No hay otros costos relevantes. La información brindada del almacén de repuestos brinda la oportunidad de obtener resultados aplicando una política de inventarios que no se ve influenciada por otros costos indirectos. El almacén de repuestos de la empresa no lleva un control de los costos indirectos a cada actividad. Por lo tanto, por cuestiones de reducir la complejidad del modelo y para que pueda ser aplicado en la empresa se toma el supuesto mencionado.

Una vez explicado los supuestos del modelo se debe aplicar el modelo para cada repuesto. Es aquí donde se puede aclarar la idea de lo complejo que es manejar una política de inventarios mucho mayor, ya que cada repuesto tiene una demanda diferente mensualmente, diferentes costos, frecuencia de uso, etc. Analizar 1 solo tipo de repuesto demanda cálculos y consideraciones que son propios, por ello se explicó anteriormente la necesidad de clasificar en grupos para reducir la complejidad del modelo y para que sea más fácil de aplicar en una situación real, como la del almacén de repuestos del área de tejeduría de la empresa Ideas Textiles S.A.

Repuesto N°1: VO-LS 92.41 G 003

El repuesto mencionado tiene la siguiente demanda mensual:

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	4050	5025	6250	7080	8325	5200	4325	5050
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	2680	4550	2510	3025	3025	4500	6025	7080

En base a esta demanda, se determina una demanda promedio mensual (D): 4688.3 repuestos/mes.

La desviación estándar (S_d) (dato que se utiliza en modelos con demanda variable): 1747.10

El valor del artículo (i): 0.57\$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 4 días, que equivale a 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S) : 10\$

El costo de preparación (C) : 2% mensual

Con estos datos, se procede primero a encontrar el lote óptimo de compra:

$$Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 4688.3}{0.02 * 0.57}} = 3142$$

Obtenido el lote económico de compras, se halla la cantidad de órdenes por mes:

$$C.ordenes = \frac{4688.3}{3142} = 1.49$$

Asimismo, se halla el tiempo de esperar entre una orden y otra:

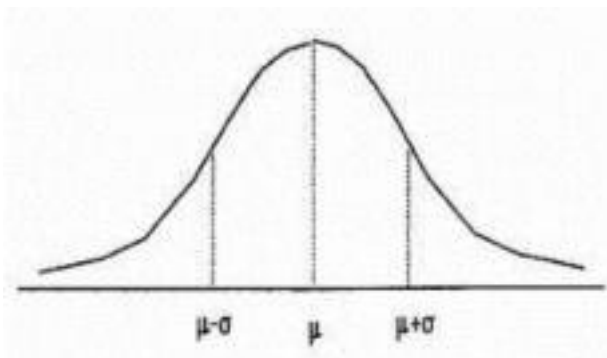
$$T.espera = \frac{30}{1.49} = 20.10 \rightarrow 20 \text{ días}$$

Ahora, como se sabe que la demanda es variable y no constante, las operaciones realizadas anteriormente no pueden quedar ahí. Para esta situación, se debe establecer un *punto de reorden*, que considere la demanda variable.

Se establece un *nivel de servicio*. Como se sabe, el nivel de servicio es el grado de protección en el que la empresa desea ampararse. Para la situación actual de la empresa, se ha determinado en conversación con los encargados que podría asumirse un 60% para el modelo. Normalmente el nivel de servicio es un dato que vuelve probabilístico el modelo, ya que si se aumenta o disminuye el valor modifica las políticas del inventario. El área podría asumir este valor en un inicio y experimentar que tan eficiente puede ser.

Entonces, a partir de una distribución normal se puede obtener el valor Z que necesitamos para seguir calculando los datos.

Nivel de servicio: 60%, $Z = 0.25$



$\rightarrow Z = 0.25$

Con aquel valor Z, ahora se calcula el punto de reorden:



Entonces, para el repuesto VO-LS 92.41 G 003 será óptimo realizar un pedido cada 20 días o ajustarlo a 2 pedidos por mes. Cada pedido será de 3142 unidades y cuando el nivel de stock baje a 787 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

Como se indicó, el nivel de servicio podría ser cambiado, de acuerdo a la necesidad de la empresa. Se ha establecido 60%, pero se puede analizar para otras situaciones (ver *tabla N°10*) cómo puede variar la cantidad del lote para este repuesto (ya que de eso trata este modelo probabilístico):

Tabla N°10: Probabilidades para diferentes puntos de reorden

Probabilidad	z	Punto de reorden	Cantidad Redondeada
20.0%	-0.84	88.17	88
25.0%	-0.67	194.79	195
30.0%	-0.52	290.54	291
35.0%	-0.39	379.27	379
40.0%	-0.25	463.46	463
45.0%	-0.13	544.92	545
50.0%	0.00	625.08	625
55.0%	0.13	705.25	705
60.0%	0.25	786.71	787
65.0%	0.39	870.90	871
70.0%	0.52	959.63	960
75.0%	0.67	1055.38	1055
80.0%	0.84	1162.00	1162
85.0%	1.04	1286.28	1286
90.0%	1.28	1442.65	1443
95.0%	1.64	1674.42	1674
98.0%	2.05	1935.28	1935
99.0%	2.33	2109.18	2109

Fuente: Elaboración propia

Como es evidente en la *tabla N°10*, a más nivel de servicio se necesita un límite de stock mayor y eso implica invertir más dinero por artículo. La empresa en la situación actual no podría tomar un mayor nivel de seguridad por lo mismo que el nivel de presupuesto para el área no es alto. Además, se tendría que probar que tan eficiente es el modelo al nivel de servicio acordado con los trabajadores del área (60%).

Repuesto: 6552/40 0.44/0.18 mm

Aplicando los mismos criterios como en el caso anterior, se hallarán los cálculos:

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	3580	4250	7025	5130	5025	4830	6025	3850
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	4980	8200	3900	6100	2980	8900	4510	3900

Demanda promedio (D): 4802.81 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 1173.55

El valor del artículo (i): 0.66 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S) : 10\$

El costo de preparación (C) : 2% mensual

Con estos datos, se calculan las fórmulas y se obtiene la respuesta :

$$\text{Lote económico de compra: } Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 4802.81}{0.02 \cdot 0.66}} = 2944$$

$$C_{ordenar} = \frac{4802.81}{2944} = 1.63$$

$$T_{espera} = \frac{30}{1.63} = 18.39 \rightarrow 19 \text{ días}$$

$$\text{Nivel de servicio: } 60\% \rightarrow Z = 0.25$$

$$\text{Punto de reorden: } PRO = D \cdot TE + z \cdot (S^d)$$

$$\bullet \quad z \cdot S^d = S_d \cdot \sqrt{TE} = 1173.55 \cdot \sqrt{0.13} = 423.13$$

$$\bullet \quad PRO = 4802.81 \cdot 0.13 + 0.25 \cdot 423.13 = 732$$

Entonces, para el repuesto 6552-40 0.44-0.18 mm será necesario realizar un pedido cada 19 días o quarterly a 3 pedidos por mes. Cada pedido será de 2944 unidades y cuando el nivel de stock baje a 732 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

Repuesto: VO-LS 90.41 G 0021

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	4025	3580	2900	1850	4950	5025	2220	2580
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	3080	1900	2025	1850	3800	2650	1500	2940

Demanda promedio (D): 3001.86 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 818.42

El valor del artículo (i): 0.66 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S): 10\$

El costo de preparación (C): 2% mensual

Lote económico de compra: $Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 3001.86}{0.02 \cdot 0.66}} = 2327$

$Cardenas = \frac{3001.86}{2327} = 1.29$

$Tespero = \frac{30}{1.29} = 23.26$

Nivel de servicio: 60% $\rightarrow Z = 0.25$

Entonces, para el repuesto VO-LS 90.41 G 0021, será óptimo realizar un pedido cada 24 días o aproximarlo a 2 pedidos por mes. Cada pedido será de 2327 unidades y cuando el nivel de stock baja a 465 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que preparar un nuevo pedido.

Punto de reorden: $PRO = D \times TE + z (S^d)$

$S^d = S_d \cdot \sqrt{TE} = 818.42 \cdot \sqrt{0.13} = 295.09$

$PRO = 3001.86 \cdot 0.13 + 0.25 \cdot 295.09 = 465$

Repuesto: VO-LS 92.41 G 004

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	1320	1610	2020	1150	1840	2080	2450	2320
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	1225	1150	2910	1150	2230	1640	1516	1748

Demanda promedio (D): 1721.50 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 420.60

El valor del artículo (i): 0.57 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S) : 10\$

El costo de preparación (C) : 2% mensual

Lote económico de compra: $Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 1721.50}{0.02 * 0.57}} = 1904$

Costos unitarios = $\frac{1721.50}{1904} = 0.90$

Tiempo de entrega = $\frac{30}{0.90} = 33.33$

Nivel de servicio: 60% → Z = 0.25

Punto de reorden: $PRO = D * TE + z (s^d)$

- $S^d = S_d * \sqrt{TE} = 420.60 * \sqrt{0.13} = 153.58$

- $PRO = 1721.50 * 0.13 + 0.25 * 74.57 = 268$

Entonces, para el repuesto VO-LS 92.41 G 004 será necesario realizar un pedido cada 33 días o ajustarlo a 1 pedido por mes. Cada pedido será de 1904 unidades y cuando el nivel de stock baje a 268 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

Repuesto: VO-LS 90.50 G 0021

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	950	950	1025	1360	895	1010	967	1036
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	898	960	1040	1370	956	1520	1300	845

Demanda promedio (D): 1068.25 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 204.21

El valor del artículo (i): 0.62 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S) : 10\$

El costo de preparación (C) : 2% mensual

Lote económico de compra: $Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 1068.25}{0.02 * 0.62}} = 1438$

Costos unitarios = $\frac{1438}{1068.25} = 0.74$

Tiempo de entrega = $\frac{30}{0.74} = 40.38$

Nivel de servicio: 60% → Z = 0.25

Punto de reorden: $PRO = D * TE + z (s^d)$

- $S^d = S_d * \sqrt{TE} = 204.21 * \sqrt{0.13} = 74.57$

- $PRO = 1068.25 * 0.13 + 0.25 * 74.57 = 161$

Entonces, para el repuesto VO-LS 90.50 G 0021 será necesario realizar un pedido cada 40 días. Cada pedido será de 1438 unidades y cuando el nivel de stock baje a 161 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

Repuesto: VO 139.52 G 0022

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	3850	4338	5430	5130	4530	3925	4025	4680
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	4230	5020	4255	2970	4680	3990	3250	3695

Demanda promedio (D): 4310.88 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 571.94

El valor del artículo (i): 0.51 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S): 10\$

El costo de preparación (C): 2% mensual

$$\text{Lote económico de compra: } Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 4310.88}{0.02 * 0.51}} = 3185$$

$$C_{ordenes} = \frac{3185}{4310.88} = 1.35$$

$$T_{espera} = \frac{30}{1.35} = 22.16$$

Nivel de servicio: 60% $\rightarrow Z = 0.25$

Existencia para el repuesto VO 139.52 G 8022 será necesario realizar un pedido cada 22 días o aproximarlo a 1 pedido por mes. Cada pedido será de 3185 unidades y cuando el nivel de stock baje a 613 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

$$\text{Punto de reorden: } PRO = D * TE + z (S^d)$$

- $S^d = S_d * \sqrt{TE} = 571.94 * \sqrt{0.13} = 206.22$
- $PRO = 4310.88 * 0.13 + 0.25 * 206.22 = 613$

Repuesto: VO 78.41 G 0022

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	1050	940	885	1040	695	760	940	840
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	795	1150	820	880	550	560	480	890

Demanda promedio (D): 802.19 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 192.58

El valor del artículo (i): 0.59 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S): 10\$

El costo de preparación (C): 2% mensual

$$C_{ordenes} = \frac{802.19}{1277} = 0.63$$

$$T_{espera} = \frac{30}{0.43} = 47.77$$

Nivel de servicio: 60% $\rightarrow Z = 0.25$

Entonces, para el repuesto VO 78.41 G 0022 será necesario realizar un pedido cada 48 días. Cada pedido será de 1277 unidades y cuando el nivel de stock baje a 122 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

Punto de reorder: $PRO = D \times TE + z (S^d)$

$$\bullet S^d = S_d \times \sqrt{TE} = 192.58 \times \sqrt{0.13} = 69.44$$

$$\bullet PRO = 802.19 \times 0.13 + 0.25 \times 69.44 = 122$$

Repuesto: VO 75.48 G 002

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	690	976	807	914	910	842	649	800
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	886	880	795	770	825	1000	910	1070

Demanda promedio (D): 852.56 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 109.55

El valor del artículo (i): 0.58 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S): 10\$

El costo de preparación (C): 2% mensual

Lote económico de compra: $Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 852.56}{0.02 * 0.58}} = 1328$

Coeficiente = $\frac{852.56}{1328} = 0.64$

Tiempo = $\frac{30}{0.64} = 46.73$

Nivel de servicio: 60% → Z = 0.25

Entonces, para el repuesto VO 75.48 G 002
señalándose realizar un pedido cada 47 días.
Cada pedido será de 1328 unidades y si el
nivel de stock baja a 121 unidades (cantidad
basada en un nivel de servicio de 60%), se
deberá que gestionar un nuevo pedido.

Punto de receden: $PRO = D * TE + z (S^d)$

- $S^d = S_d * \sqrt{TE} = 109.55 * \sqrt{0.13} = 39.53$

- $PRO = 852.56 * 0.13 + 0.25 * 39.53 = 121$

Repuesto: VO-LS 105.41 G 0028

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	1290	1110	980	1670	965	1125	970	1240
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	1445	1015	1250	1505	2080	1480	960	850

Demanda promedio (D): 1164.38 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 201.28

El valor del artículo (i): 0.68 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S) : 10\$

El costo de preparación (C) : 2% mensual

Lote económico de compra: $Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 1164.38}{0.02 * 0.68}} = 1433$

Corrección = $\frac{1164.38}{1433} = 0.81$

T Espera = $\frac{30}{0.81} = 36.93$

Nivel de servicio: 60% → Z = 0.25

Entonces, para el repuesto VO-LS 105-41 G, 4028 será necesario realizar un pedido cada 37 días. Cada pedido será de 1433 unidades y si el nivel de stock baja a 174 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

Punto de recórrer: $PRO = D * TE + z (s^d)$

- $S^d = S_d * \sqrt{TE} = 201.28 * \sqrt{0.13} = 73.50$
- $PRO = 1164.38 * 0.13 + 0.25 * 73.50 = 174$

Repuesto: 6552/10 0.50/0.18 mm MAYER E24

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	610	1020	830	1070	420	600	370	445
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	651	501	555	547	890	350	480	560

Demanda promedio (D): 643.38 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 236.33

El valor del artículo (i): 0.69 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S): 10\$

El costo de preparación (C): 2% mensual

Lote económico de compra: $Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 643.38}{0.02 * 0.69}} = 1058$

Corrección = $\frac{643.38}{1058} = 0.61$

T Espera = $\frac{30}{0.61} = 49.32$

Nivel de servicio: 60% → Z = 0.25

Entonces, para el repuesto 6552/10 0.50/0.18 mm MAYER E24 será necesario realizar un pedido cada 50 días. Cada pedido será de 1058 unidades y si el nivel de stock baja a 168 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

Punto de recórrer: $PRO = D * TE + z (s^d)$

- $S^d = S_d * \sqrt{TE} = 236.33 * \sqrt{0.13} = 86.29$
- $PRO = 643.38 * 0.13 + 0.25 * 86.29 = 108$

Repuesto: AGUJAS CILINDRO TALON 2

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	480	415	590	730	730	415	480	525
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	380	450	610	440	740	300	470	710

Demanda promedio (D): 500.31 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 149.08

El valor del artículo (i): 0.60 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.17 meses

El costo del proceso de pedido (S): 10\$

El costo de preparación (C): 2% mensual

Lote económico de compra: $Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 500.31}{0.02 * 0.60}} = 1000$

$C_{ordenes} = \frac{500.31}{1000} = 0.50$

$T_{espera} = \frac{30}{0.50} = 60$

Nivel de servicio: 60% $\rightarrow Z = 0.25$

Entonces, para el repuesto Agujas Cilindro **Tubo 2** será necesario realizar un pedido cada 2 meses. Cada pedido será de 1000 unidades y si el nivel de stock baja a 99 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

Punto de reorden: $PRO = D * TE + z (S^d)$

- $S^d = S_d * \sqrt{TE} = 149.08 * \sqrt{0.17} = 60.86$

- $PRO = 500.31 * 0.17 + 0.25 * 60.86 = 99$

Repuesto: VO 139.52 G 0021

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	890	747	400	600	640	530	400	730
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	250	300	633	668	384	435	486	550

Demanda promedio (D): 531.31 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 150.74

El valor del artículo (i): 0.49 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S) : 10\$

El costo de preparación (C) : 2% mensual

$$\text{Lote económico de compra: } Q = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 531.31}{0.02 \cdot 0.49}} = 1140.61$$

$$C_{ordenar} = \frac{531.31}{1140.61} = 0.47$$

$$T_{espera} = \frac{30}{0.47} = 64.41$$

Nivel de servicio: 60% $\rightarrow Z = 0.25$

Estos son para el repuesto VO 129.52 G 0021 será aprox realizar un pedido cada 65 días o ajustarlo a cada 2 meses. Cada pedido será de 1141 unidades y si el nivel de stock baja a 85 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

$$\text{Punto de reorden: } PRO = D \times TE + z (s^d)$$

- $S^d = S_d \cdot \sqrt{TE} = 150.74 \cdot \sqrt{0.13} = 55.04$
- $PRO = 531.31 \cdot 0.13 + 0.25 \cdot 55.04 = 85$

Repuesto: VOTA 65.41 G 004

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	150	429	470	340	110	340	385	430
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	355	180	380	125	140	170	245	495

Demanda promedio (D): 294 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 134.48

El valor del artículo (i): 0.54 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S) : 10\$

El costo de preparación (C) : 2% mensual

Lote económico de compra: $Q^* = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 294.00}{0.02 * 0.54}} = 808.29$

$C_{ordenar} = \frac{294.00}{808.29} = 0.36$

$T_{espera} = \frac{30}{0.36} = 82.48$

Nivel de servicio: 60% $\rightarrow Z = 0.25$

Existencias para el repuesto VO 139.52 G 0021 será óptimo realizar un pedido cada 53 días. Cada pedido será de 509 unidades y si el nivel de stock baja a 52 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

Punto de reorden: $PRO = D * TE + z (s^d)$

- $S^d = S_z * \sqrt{TE} = 134.48 * \sqrt{0.13} = 49.11$
- $PRO = 294.00 * 0.13 + 0.25 * 49.11 = 52$

Repuesto: VO 90.50 G 0021

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	1370	1070	1100	1380	1000	1545	1025	1530
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	1320	1585	1505	1350	1280	1300	1305	1100

Demanda promedio (D): 1307.19 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 208.81

El valor del artículo (i): 0.30 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S): 10\$

El costo de preparación (C): 2% mensual

Lote económico de compra: $Q^* = \sqrt{\frac{2SD}{iC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 1307.19}{0.02 * 0.30}} = 2286.65$

$C_{ordenar} = \frac{1307.19}{2286.65} = 0.57$

$T_{espera} = \frac{30}{0.57} = 52.48$

Nivel de servicio: 60% $\rightarrow Z = 0.25$

Existencias para el repuesto VO 90.50 G 0021 será óptimo realizar un pedido cada 53 días. Cada pedido será de 2287 unidades y si el nivel de stock baja a 194 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

Punto de reorden: $PRO = D * TE + z (s^d)$

- $S^d = S_z * \sqrt{TE} = 208.81 * \sqrt{0.13} = 76.25$
- $PRO = 1307.19 * 0.13 + 0.25 * 76.25 = 194$

Repuesto: VO-LS 105.55 G 0018

Demanda	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10
Cantidad	353	945	890	665	947	719	675	969
Demanda	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
Cantidad	622	678	1093	506	460	655	480	600

Demanda promedio (D): 758.31 repuestos/mes.

Desviación estándar (S_d): 204.26

El valor del artículo (i): 0.68 \$/unidad.

El tiempo de entrega (TE): 0.13 meses

El costo del proceso de pedido (S): 10\$

El costo de preparación (C): 2% mensual

$$\text{Lote económico de compra: } Q = \sqrt{\frac{2SD}{rC}} = \sqrt{\frac{2 * 10 * 758.31}{0.02 * 0.68}} = 1156.81$$

$$C_{ordenes} = \frac{758.31}{1156.81} = 0.66$$

$$T_{espera} = \frac{30}{0.66} = 45.76$$

Nivel de servicio: 60% $\rightarrow Z = 0.25$

Estóves, para el repuesto VO-LS 105.55 G 0018 será óptimo realizar un pedido cada 46 días. Cada pedido será de 1157 unidades y si el nivel de stock baja a 120 unidades (cantidad basada en un nivel de servicio de 60%), se tendrá que gestionar un nuevo pedido.

$$\text{Punto de reorden: } PRO = D * TE + z (s^d)$$

$$\bullet S^d = S_d * \sqrt{TE} = 204.26 * \sqrt{0.13} = 74.59$$

$$\bullet PRO = 758.31 * 0.13 + 0.25 * 74.59 = 120$$

A continuación se presenta en la *tabla N°11* el resumen de los cálculos para los 20 primeros repuestos (los más críticos):

Tabla N°11: Resumen de cálculo de los 20 primeros repuestos

Repuesto	Lote de compra	Cantidad de ordenes	Tiempo de espera (días)	Punto de reorden
VO-LS 92.41 G 003	3142	2	21	787
6552/40 0.44/0.18 mm	2945	2	19	732
VO-LS 90.41 G 0021	2328	2	24	465
VO-LS 92.43 G 004	1904	1	34	269
VO-LS 90.50 G 0021	1438	1	41	162
VO 139.52 G 0022	3185	2	23	613
VO 78.41 G 0022	1278	1	48	122
VO 75.48 G 002	1329	1	47	121
VO-LS 105.41 G 0028	1434	1	37	174
6552/10 0.50/0.18 mm MAYER E24	125	1	81	11
AGUJAS CILINDRO TALON 2	1001	1	60	99
VO 139.52 G 0021	1141	1	65	85
VOTA 65.41 G 004	809	1	83	52
VO 90.50 G 0021	2287	1	53	194
VO-LS 105.55 G 0018	1157	1	46	121

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla N°11, con una política adecuada de inventarios se puede mejorar las compras de repuesto y el dinero que se invierte en ello. Así como se ha calculado para cada repuesto los datos anteriores, habría que gestionar muchos más repuestos. Sin embargo, se ha explicado que es un trabajo muy complicado gestionar cada repuesto de cada tipo de máquina, por ello los filtros aplicados son esenciales para saber cuáles son los repuestos que más impacto tienen.

Negociación con los proveedores específicos para el abastecimiento de productos

La negociación con los proveedores es una característica importante para este grupo de repuestos. Como son repuestos relevantes, hay ciertas consideraciones que se propondrán para el abastecimiento de productos:

El abastecimiento de productos debe cumplirse a la fecha. Muchas veces los proveedores no cumplen con las fechas establecidas y eso ocasiona pérdidas de producción para la empresa. Se recomienda establecer reuniones con los encargados de proveer los repuestos y dejar en claro que las fechas establecidas son importantes. En caso no se cumple, se deberá plantear penalidades por incumplimiento.

Los repuestos deben ser traídos hasta la fábrica. Es deber de los proveedores abastecer de piezas de repuesto en el misma planta.

Todo negocio con los proveedores debe tener de por medio una orden de compra o requerimiento que respalde las compras al momento de una falla o mala entrega. Esta

característica debe aplicarse para cualquier tipo de repuesto. Además, se debe verificar que la orden de compra o requerimiento debe estar autorizada por un jefe o administrador.

Estos repuestos se ubican dentro del 80% de importancia. Por lo tanto, el seguimiento y contacto con los proveedores debe ser constante. Los proveedores elegidos deben ser confiables y responsables.

Como todo negocio, también se busca los descuentos por cantidad. Debido a la constante compra, Ideas Textiles S.A.C. debe determinar precios fijos o facilidades que permita un ahorro económico.

Artículos cuello de botella

Para este grupo de artículos hay que garantizar el suministro. Se proponen las siguientes soluciones:

- Modelo de inventario EOQ simple.
- Plan de contingencia para los artículos.

Modelo de inventario EOQ simple

Los artículos cuello de botella tienen importancia dentro del abastecimiento general de repuestos, pero se encuentran fuera del 80% de artículos con más impacto en la empresa. Debido a que son más repuestos a gestionar y se encuentra dentro del 20%, es válido aplicar solo el lote económico de pedido, para saber cuánto pedir y no caer en desabasto.

El lote económico de pedido en forma resumida para tales repuestos es como se muestra en la tabla N°6.

Cabe resaltar que se ha asumido un costo de pedido de \$10 y un costo de preparación del 2% para todos los repuestos. Esta decisión se basa en la experiencia de los encargados del almacén, ya que muchos de los registros de los repuestos no son almacenados correctamente y existe mucha pérdida de información.

Entonces, a partir de la tabla N°12 ya se puede gestionar las cantidades de compra para los repuestos del grupo cuello de botella. El control de inventarios para este grupo estaría apoyado en: decisiones basadas en presupuesto disponible cuando se decida comprar antes

que se termine, la compra inmediata de repuestos una vez agotados y monitoreo periódico del nivel de inventarios para este grupo.

Tabla N°12: Resultados para el grupo cuello de botella

Nº	Descripción	Demanda mensual												Demanda promedio	Precio del artículo	Lote económico de compra (económico)				
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D							
21	PC-1335-41-0-001	130	131	145	232	118	243	265	217	337	431	180	386	180	183	134	343	202.06	0.88	137
22	PC-1335-41-0-002	622	113	627	878	841	318	339	367	582	820	181	517	623	148	180	418	976.25	0.88	185
23	PC-1335-41-0-003	478	118	433	828	448	230	238	233	487	479	483	380	327	186	335	303	916.75	0.88	132
24	PC-1335-41-0-004	634	434	138	637	607	419	518	661	123	588	339	428	270	137	476	418	409.25	0.58	268
25	PC-1335-41-0-005	447	374	527	219	118	402	177	339	300	243	324	177	240	240	336	336	306.44	0.58	321
26	PC-1335-41-0-006	888	888	888	238	347	307	628	231	148	288	237	109	123	173	632	314	316.38	0.87	288
27	PC-1335-41-0-007	274	362	612	627	144	113	343	406	565	367	185	181	181	185	271	236	148.44	0.57	248
28	PC-1335-41-0-008	161	368	308	412	237	279	451	370	268	374	388	126	183	142	283	313	382.08	0.57	248
29	PC-1335-41-0-009	188	438	348	482	411	230	318	347	278	340	280	278	187	482	236	418	336.88	0.57	251
30	PC-1335-41-0-010	414	418	137	335	313	218	207	361	360	360	360	483	483	178	283	384	379.75	0.57	251
31	PC-1335-41-0-011	121	821	881	888	412	638	603	213	228	185	128	181	181	180	213	318	316.80	0.67	268
32	PC-1335-41-0-012	112	161	435	508	412	287	638	580	181	240	334	513	451	177	173	348	371.15	0.57	354
33	PC-1335-41-0-013	238	188	188	188	173	388	380	143	180	128	288	143	128	88	208	318	202.00	0.84	188
34	PC-1335-41-0-014	125	152	118	115	138	318	287	251	252	311	347	270	158	188	188	324	239.00	0.54	118
35	PC-1335-41-0-015	128	112	188	248	148	212	249	137	240	188	248	248	120	148	188	188	211.19	0.38	287
36	PC-1335-41-0-016	128	48	87	858	278	338	118	138	218	218	180	287	567	248	88	148	188.80	0.60	178
37	PC-1335-41-0-017	282	248	219	318	318	318	318	383	248	180	186	184	223	114	333	187	212.88	0.49	118
38	PC-1335-41-0-018	181	123	183	328	308	268	412	531	141	288	612	133	174	428	633	888	348.19	0.48	382
39	PC-1335-41-0-019	478	112	118	178	478	417	299	214	588	277	478	181	324	178	157	513	371.19	0.44	291
40	PC-1335-41-0-020	178	188	183	627	627	243	188	241	428	488	280	188	327	183	118	448	316.38	0.44	288
41	PC-1335-41-0-021	152	118	202	373	378	403	188	480	485	443	361	148	111	125	178	324	304.75	0.44	361
42	PC-1335-41-0-022	888	118	148	312	178	268	283	388	148	148	148	148	127	188	332	482	318.88	0.44	273
43	PC-1335-41-0-023	188	214	114	518	348	307	348	443	448	340	611	223	140	118	144	248	317.88	0.41	273
44	PC-1335-41-0-024	337	234	187	338	343	314	218	212	288	270	186	278	123	122	238	238	248.90	0.49	224
45	PC-1335-41-0-025	278	123	188	138	212	380	265	124	248	318	215	285	241	158	195	233	211.15	0.49	213
46	PC-1335-41-0-026	0	0	0	0	0	0	0	1	8	8	8	8	8	8	8	8	0.88	1306.58	1
47	PC-1335-41-0-027	154	308	208	248	148	298	388	188	211	234	328	527	138	233	333	232	297.48	0.51	224
48	PC-1335-41-0-028	173	281	184	285	181	238	302	147	188	148	178	184	123	177	113	333	217.06	0.51	118
49	PC-1335-41-0-029	157	187	188	284	178	268	127	318	312	312	218	177	180	113	113	322	217.88	0.24	307
50	PC-1335-41-0-030	1	1	2	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11.80	30.00	18

Fuente: Elaboración propia

La tabla N°12 muestra la lista de repuestos cuello de botella, los cuales están sujetos a una cierta cantidad de compra aproximada para minimizar las posibilidades de desabastecimiento.

Plan de contingencia para los artículos cuello de botella

Este tipo de artículo depende de un plan de contingencia al momento de un posible desabasto. El área, a través de los monitoreos periódicos del nivel de inventarios no debería dejar que una situación repentina de desabasto ocurra, ya que la característica principal de este tipo de repuestos es que hacen que los procesos previos también se detengan. El plan de contingencia propuesto es el siguiente:

Contar con un proveedor de confianza que tenga en su poder una lista de los repuestos más comprados y que se encuentren dentro del grupo cuello de botella que, en este caso, sería los presentados. Se debe aclarar que los proveedores deben ser confiables y que deben mantener una comunicación constante con la empresa.

Entonces, al momento de una urgencia se debe solicitar los artículos necesarios, para lo cual el proveedor ya debería estar preparado para la entrega inmediata. Es de suponer que para este plan de contingencia, el proveedor debería tener listo una cantidad mínima de artículos que permita la entrega inmediata.

El costo del repuesto, por supuesto, también será más elevado, porque también representaría un costo de oportunidad para el proveedor mantener una reserva cuando podría venderlo. Muchas veces hay que incurrir en costos más elevados para evitar perder producción y terminar el pedido a tiempo.

De todas maneras, es evidente que una hora de producción pérdida cuesta mucho más que un ajuste en el precio de un repuesto. Además, perder tiempo de producción trae consigo más problemas, como descoordinaciones de producción, tiempo muerto, etc.

No obstante, no se puede cerrar la posibilidad que el proveedor no cumpla, para ello también se propone ampliar la cartera de proveedores que permita abastecer de los mismos repuestos. El costo de estos artículos, por ser de urgencia, serán aún más elevado, pero como se explicó anteriormente, existen muchos problemas indirectos.

Debido a que es una lista no tan grande, puede ser manejable para la empresa, con lo cual se asegura no perder tiempo y continuar con la producción. También, este plan de contingencia está sujeto a modificaciones futuras, debido a la dinámica del modelo planteado.

Artículos no críticos

El grupo de artículos no críticos serían los artículos restantes. Debido a su bajo impacto y bajo riesgo dentro de la matriz de Kraljic, se proponen las siguientes soluciones:

- Estandarización de compras.
- Negociación con proveedores específicos.
- Recomendaciones generales

Estandarización de compras

Las compras de repuesto para este grupo pueden ser programadas en conjunto en una fecha por mes. Debido a sus características, estos artículos no son determinantes para asegurar una producción continua, el riesgo de desabasto es bajo y el impacto también.

Los tratos con los proveedores pueden ser estandarizados, agrupando una cierta cantidad de artículos y comprarlos en una sola fecha. Debido a la gran cantidad de artículos, es importante seleccionar los frecuentes.

Otra consideración para estandarizar las compras mensuales de estos repuestos es que no se les debe de perder seguimiento. Es más difícil establecer ciertas frecuencias de compra, debido a que son más cantidades, pero por eso mismo no se puede permitir tener un retraso de la máquina por falta de repuesto. Muchos de estos repuestos pueden ser reemplazados temporalmente por otros, hasta que llegue la fecha indicada para su abastecimiento.

Por ejemplo, un rodaje puede ser reemplazado por uno convencional hasta que se fabrique uno adecuado. En los almacenes del área, muchos repuestos usados se van guardando, tranquilamente se podría reemplazar también por uno antiguo hasta que regrese el nuevo. Por falta de un rodaje, la máquina aún puede seguir operando, no es como si faltara un cilindro, entonces ahí el problema es que la máquina no trabajaría.

Negociaciones con proveedores

Los proveedores para este grupo no necesariamente deben ser considerados importantes. Si bien es cierto que la cartera de proveedores debe ser confiable, este tipo de artículos no necesita obligatoriamente lazos muy estrechos.

Como estos artículos se compran ocasionales y sin mucha frecuencia, la negociación se establece mediante una orden de compra donde se especifica el detalle de los artículos a comprar y su aprobación respectiva.

Lo que sí es importante es que se cumpla con el grupo de repuestos a comprar, es decir, si se manda una lista detallada, la cantidad a adquirir deberá ser la especificada. No podrían faltar piezas, ya que como serían compras estandarizadas, la situación se complicaría.

Recomendaciones generales

Como son repuestos de bajo presupuesto y poco ocasionales, una política de inventarios podría ser muy pesado y poco acertada. Se puede hacer un seguimiento de las piezas de más frecuencia y comprar una cantidad razonable que permita no quedar desabastecido. La cantidad puede ser determinada con un criterio basado en la experiencia, no es necesario enfocarse tanto en el control absoluto del repuesto.

Las cantidades a comprar (cuando se requiera o se revise que está a punto de acabarse el stock) pueden ser incluidas sin problemas en la lista de compras de repuesto de más importancia. Como se tendría una política establecida, el flujo de dinero mensual para el área es mayor, entonces es ahí donde se puede utilizar parte de ese dinero para comprar los repuestos de menor importancia y no quedarse desabastecido.

Para la situación del almacén de repuestos, se puede incluir un cárden simple para estos repuesto de menor importancia. Como el seguimiento diario no es prioridad, se puede incluir lo mencionado para saber cuánto falta para que se acabe el stock de repuestos (al momento que el personal del almacén recoja uno de estos repuestos, podrá avisar que está a punto de acabarse). Es una opción sencilla y eficiente para este tipo de repuestos.

Algunos repuestos se solicitan sólo una vez y es poco probable que pueda volverse a pedir el mismo repuesto. Para tales casos, sería bueno revisar los catálogos de repuestos de los proveedores para asegurar que esté disponible en stock cuando se necesite.

Viabilidad económica de la solución propuesta

Una vez aplicada la solución propuesta al problema, se analizará la viabilidad económica de la solución propuesta.

Cabe resaltar que, para efectos de la demostración de la viabilidad económica, se va a comparar la gestión de compras actual en la empresa y la gestión propuesta para los repuestos del 80% de impacto. Se ha tomado esta decisión porque se considera que son los repuestos que tienen más importancia y si su gestión es la más acertada y ajustada a la realidad de la empresa, los demás repuestos que son de menos importancia podrán tener el mismo éxito.

Para empezar, se puede tomar como ejemplo el primer repuesto del Pareto: VO-LS 92.41 G 003. Este repuesto, en particular, tiene una gestión de compras poco eficiente, como se muestra en la *tabla N°13*.

Como se observa en la *tabla N°13*, hay varios meses que no se gasta dinero en el repuesto. No obstante, los meses que quieren comprar los repuestos gastan una cantidad de dinero que bien podría servir para comprar otros artículos. Asimismo, aquellos meses pueden tener problemas si se junta con la compra de otros repuestos, porque hay que tener en cuenta de que estamos hablando de muchos repuestos y el presupuesto no podría alcanzar.

Tabla N°13: Gestión de compras actual del repuesto VO-LS 92.41 G 003

	2010	2011
Enero	0	17040
Febrero	0	0
Marzo	17040	0
Abril	17040	0
Mayo	0	
Junio	0	
Julio	0	
Agosto	0	
Septiembre	0	
Octubre	0	
Noviembre	0	
Diciembre	0	

Fuente: Elaboración propia

Con el modelo propuesto el gasto aproximado en el repuesto sería: $3142 * 0.57 = 1784.66$. Según los resultados el tiempo de espera es de aproximadamente 21 días entre cada compra de repuestos. No obstante, hay muchas situaciones que pueden hacer ajustar la cantidad de días para la siguiente compra. Lo importante del modelo es que se tiene un punto de reposición que nos indica en qué situación comprar (por cantidad de repuestos). Pero, tomando como referencia 1 compra por mes (que podría ser una decisión del encargado del almacén, siempre y cuando el indicador del punto de reposición no muestre lo contrario), las compras se uniformizan y existe mejor flujo de dinero en todos los meses.

El gráfico N°19 muestra la tendencia mensual que siguen las compras actuales y las compras propuestas. Es evidente que una compra para un almacén de repuestos no es exactamente constante, pero sirve para demostrar que se puede mejorar la distribución del presupuesto para el almacén.

La explicación anterior demuestra que se puede gestionar mejor las compras. Ahora, es necesario ver cómo sería el comportamiento mensual tomando en cuenta los 20 artículos del 80% del Pareto.

Gráfico N°19: % de pérdida de dinero por tipo de repuesto 2011.



Fuente : Elaboración propia

La tabla N°14 muestra la situación actual de las compras del año 2010 y principios del año 2011. Era de esperarse que las compras también presentan una gestión poco eficiente de las compras, por lo mismo que no tienen una frecuencia promedio o porque se compran cuando aparece el problema.

Además, se puede observar que el mes de Febrero del 2011 se gasta una cantidad importante de dinero debido a que se juntaron muchos artículos para tal mes. Esto es un problema que sin duda afecta el presupuesto de la empresa pero que necesariamente se debe asumir para la continuidad de la producción. Hay que considerar que este tipo de casos trae consigo pérdida de producción y mientras más complicada sea la situación mensual para la compra de repuestos, será una pérdida considerable de producción para el área.

La **Tabla N°15** muestra un aproximado de la situación que se puede presentar si se aplica el modelo propuesto para la solución del problema.

Como se observa en el **gráfico N°20**, la compra propuesta sigue una tendencia más efectiva que la situación actual de la empresa. Con ello, se evitan los picos de gasto mensuales que la empresa podría tener. Además, se evitan los paros de producción por falta de repuesto, problema que afecta mucho a las ganancias de la empresa.

El mismo caso es aplicado a los demás repuestos. La eficiencia del modelo queda demostrada y asegura a la empresa una continuidad de producción con pocas probabilidades de paro de producción por la falta de repuestos. Además, mejora el flujo de presupuesto entre los meses que puede permitir realizar compras adicionales para repuestos de baja importancia, o en todo caso, invertirlo en la mejora de la reorganización del almacén de repuestos.

Tabla N°14: Gestión actual de compras de los repuestos mecánicos

ID	Descripción	2010												2011												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	
1	MANTENIMIENTO CORRECTIVO																									
2	MANTENIMIENTO PREVENTIVO																									
3	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA																									
4	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS																									
5	MANTENIMIENTO DE RECURSOS HUMANOS																									
6	MANTENIMIENTO DE RECURSOS FINANCIEROS																									
7	MANTENIMIENTO DE RECURSOS MATERIALES																									
8	MANTENIMIENTO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS																									
9	MANTENIMIENTO DE RECURSOS AMBIENTALES																									
10	MANTENIMIENTO DE RECURSOS LEGALES																									
11	MANTENIMIENTO DE RECURSOS SOCIALES																									
12	MANTENIMIENTO DE RECURSOS CULTURALES																									
13	MANTENIMIENTO DE RECURSOS EDUCACIONALES																									
14	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE SEGURIDAD																									
15	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE COMUNICACIÓN																									
16	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE INFORMACIÓN																									
17	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE PROYECTO																									
18	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE CALIDAD																									
19	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE INNOVACIÓN																									
20	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE SOSTENIBILIDAD																									

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°15: Gestión propuesta de compras de los repuestos mecánicos

ID	Descripción	2010												2011												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DIC	
1	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
3	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
4	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
5	MANTENIMIENTO DE RECURSOS HUMANOS	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
6	MANTENIMIENTO DE RECURSOS FINANCIEROS	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
7	MANTENIMIENTO DE RECURSOS MATERIALES	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
8	MANTENIMIENTO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
9	MANTENIMIENTO DE RECURSOS AMBIENTALES	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10	MANTENIMIENTO DE RECURSOS LEGALES	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
11	MANTENIMIENTO DE RECURSOS SOCIALES	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
12	MANTENIMIENTO DE RECURSOS CULTURALES	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
13	MANTENIMIENTO DE RECURSOS EDUCACIONALES	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
14	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE SEGURIDAD	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
15	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE COMUNICACIÓN	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
16	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE INFORMACIÓN	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
17	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE PROYECTO	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
18	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE CALIDAD	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
19	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE INNOVACIÓN	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
20	MANTENIMIENTO DE RECURSOS DE SOSTENIBILIDAD	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°20: Comparativo entre la gestión de compra actual y propuesta.



Fuente : Elaboración propia

Propuestas para mejorar la implementación del modelo

Una vez realizado todos los cálculos necesarios para establecer la política de inventarios, se debe especificar de forma general cómo podría ser utilizado por el personal del área. Debido a que gran parte de la metodología propuesta se basa en cálculos, puede parecer tedioso la implementación y la idea es que sea lo más eficiente posible.

Debido a la situación del almacén de repuestos (el que controlará la salida y entrada de repuestos que sean solicitados por el área de tejeduría), el personal no está lo suficientemente capacitado para manejar un sistema no complejo que le permita llevar un control de los repuestos. Además, la cantidad de personal que labora en el almacén no es grande.

A continuación se propondrán ideas que harán que la implementación de la política de inventarios sea más eficiente y menos complicada. Asimismo, se busca que la metodología pueda implementarse de forma permanente.

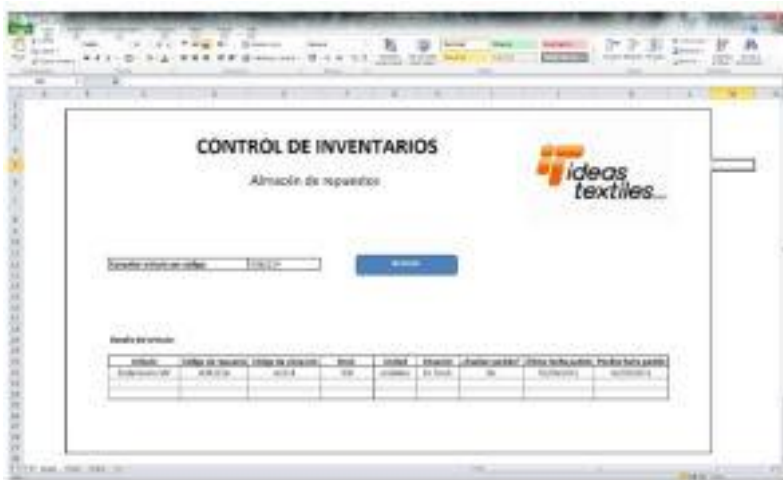
Sistema de control de inventarios

Una aclaración importante es que la empresa no asumirá fácilmente una inversión en algún sistema de control de inventarios por computadora u otro software. La idea es que sea lo más sencillo posible, fácil de usar y que sea eficiente.

Como herramienta principal se puede usar el Microsoft Excel, en el cual se pueden programar hojas de cálculo fácil de utilizar y eficiente para el control de repuestos. La idea es que también pueda generar algunos reportes que permitan saber el status de repuestos si fuera solicitado por alguna otra área.

En la *gráfica N°21* se observa una presentación inicial de lo que puede ser un registro de control de inventarios, el cual se manejaría a través de un ordenador. En esta pantalla se puede ubicar fácilmente los artículos por código de repuesto.

Gráfico N°21: Pantalla de consulta de inventarios



Fuente : Elaboración propia

En el *gráfica N°22* se puede observar lo que sería el registro diario de los repuestos.

Una de las características importantes para que el modelo sea aplicable es que se pueda ingresar las características de un repuesto y automáticamente el programa haga las operaciones anteriormente calculadas.

El *gráfica N°23* muestra un ejemplo de lo que puede ser la hoja de cálculo que permita calcular fácilmente los datos anteriores. La idea es que sea un pequeño sistema automático en el cual el personal del almacén sólo ingrese los datos relevantes y a través de macros pueda calcularse los inventarios. Asimismo que se genere el reporte de stocks.

Gráfico N°22: Registro diario de inventarios para alimentar la base de datos

Fecha	Nº de Orden	Referencia	Descripción	Cantidad	Tipo	EOD
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	
01/03/2017	00000	Variante	Industria	4	VEN	

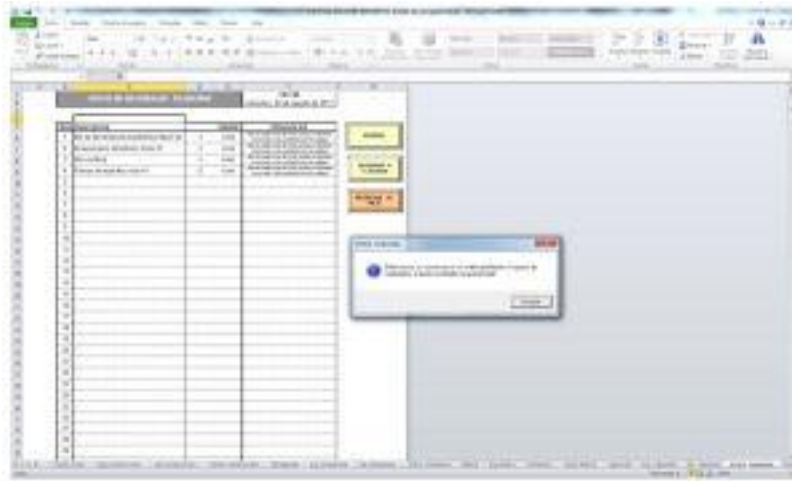
Fuente : Elaboración propia

Gráfico N°23: Actualización de los datos de repuestos para el cálculo de operaciones

Fuente : Elaboración propia

Asimismo, los reportes pueden generarse con una macro que calcule por cada repuesto el stock final. El gráfico N°24 muestra un ejemplo.

Gráfico N°24: Reporte de stock de repuestos



Fuente : Elaboración propia

Con un sistema como el propuesto elaborado en Microsoft Excel se podrá tener un control de los repuestos del almacén. El Excel tiene muchas herramientas, como los macros, que permiten hacer actualizaciones automáticas de requerimientos que se necesita, como por ejemplo, actualizar el stock de repuestos.

Documentación física

Así como se puede implementar un control informático, también se puede establecer documentación física que permita llevar los registros de los repuestos del almacén.

Hoja de requerimiento

La hoja de requerimiento será útil para el control de la entrada y salida de repuestos. De esta manera, se puede registrar en el sistema más fácil ya que no habrá errores por lo mismo que está aprobado. En el *gráfico N°25* se muestra un ejemplo.

Para poder iniciar esta orden de compra se solicita una hoja de requerimiento. Esta nueva hoja es más pequeña y con los datos precisos para realizar el requerimiento de manera más simple.

La hoja será llenada por el solicitante, luego lo enviará al jefe del área para su aprobación y posteriormente firmará el jefe de logística para autorización de la compra. El proceso de compra lo ve el departamento de logística.

Una vez realizado la compra, el artículo pasará a poder del almacén para luego dárselo al solicitante o para su almacenaje.

Gráfico N°25: Hoja de requerimiento

Logo: **ideas textiles**

HOJA DE REQUERIMIENTO N° 000001

Área : _____ Fecha requerimiento: _____

Solicitante : _____

Motivo : _____

Item	Cantidad	Unidad	descripción	Observaciones

V°B° Solicitante

V°B° Jefe Área

V°B° Logístico

Fuente : Elaboración propia

Vale de salida

La orden de despacho está determinada por un formato que se denomina vale de salida. Este vale será impreso por computadora, ya que se mostrará la cantidad de artículos que salen del almacén y el stock que tiene dentro del mismo. Gracias a esta característica el solicitante podrá saber si falta abastecer de un artículo o en todo caso ponerlo como observación para realizar una compra posterior. En el *gráfico N°26* se muestra un ejemplo de un formato de vale de salida.

Gráfico N°26: Vale de salida

N°	descripción artículo	código	cantidad	unid.	Stock Final del artículo

Solicitante: _____ Jefe de área: _____

El producto N°1 no cambia con el stock mínimo requerido.

Fuente : Elaboración propia

Formato Cárdez

El formato Cárdez (*gráfico N°27*) será utilizado para la entrada de repuestos, en éste se especificará manualmente cuántos artículos hay para un determinado artículo, cuáles han sido sus salidas y el stock que dispone. Este cárdez se colocará en cada tipo de artículo para su control físico y de esa manera pueda ser revisado por cualquier persona que quiera informarse. Además, este formato hará que sea más ordenado el almacenamiento.

Gráfico N°27: Formato cárdez para para almacén de repuestos

 **FORMATO CÁRDEX PARA ALMACÉN DE REPUESTO**

Artículo: _____ Fecha ingreso: _____

Fecha	Ingreso	Salida	Stock final

Fuente : Elaboración propia

Hoja de contabilización de materiales

Este nuevo formato servirá para ir registrando la contabilización física. Siempre será necesaria por lo menos una o dos veces al año realizar un conteo físico de los repuestos para compararlo con el sistema. El *gráfico N°28* muestra un ejemplo.

Gráfico N°28: Hoja de contabilización de materiales

HOJA DE CONTABILIZACIÓN DE MATERIALES N°00001

Sección: _____ Realizado por: _____
 Almacén: _____
 Fecha: _____
 Inoc: _____

Item	Artículo	Cantidad contabilizada	unidades	Observaciones

Fuente : Elaboración propia

CAPÍTULO 4 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los problemas identificados han demostrado que las pérdidas de kilogramos de tela por paro de producción son importantes (84 217Kg para el año 2010 y 67 590 Kg para el año 2011) y a la vez no es notado por el área debido a la gran cantidad de producción que existe. Entonces, es necesario que la empresa asuma por propia iniciativa el compromiso de mejorar la gestión del área de tejeduría, en el cual se puede empezar por aplicar una política de inventarios para mejorar las compras de repuestos y evitar que las máquinas paren por tal motivo. Asimismo, la eficiencia de las compras de repuestos también deben ser mejoradas, en tal caso la política de inventarios también ayuda a planificar qué cantidad comprar de los repuestos más importantes para evitar quedar desabastecido.
- La política de inventarios va de la mano con una buena planificación del presupuesto con el que cuenta el área de tejeduría para la gestión de sus repuestos. El personal asignado tiene que cumplir sus funciones en el control de los inventarios y los registros de las entradas y salidas de repuestos. Solo de esa manera se sabrá cuando y cuanto comprar para gestionar mejor el dinero. Habrán muchos meses que de repente habrá un exceso, el cual puede ser utilizado posteriormente para atender unas compras futuras o bien se puede utilizar para mejorar el ordenamiento del almacén. Existen algunos costos de mantenimiento y ordenamiento que pueden ser cubiertos sin problemas con el dinero extra (que también es generado a partir del ahorro por mejorar la gestión de compras), el cual será de gran utilidad para cubrir las necesidades mencionadas anteriormente.
- La separación de los tipos de repuestos (mecánicos, eléctricos, otros) fue de gran importancia para enfocar el trabajo en una situación más específica. Al tener los repuestos mecánicos como el de mayor impacto en lo económico, se decidió tomar a todo ese grupo de repuestos para aplicarle la política de inventarios. Los repuestos eléctricos no tenían mayor impacto pero no por ello se descarta aplicar una política de

inventarios para mejorar el control de los mismos. No obstante, lo principal es tener el mejor control para los repuestos mecánicos.

- La aplicación del diagrama de Pareto en conjunto con la matriz de Kraljic fue determinante para poder clasificar los inventarios más importantes del área de tejeduría. Asimismo, la aplicación de una política de inventario para cada tipo de cuadrante fue lo más acertado para el control de inventarios, ya que se debe tener en cuenta que existen inventarios con más prioridad por su impacto en la producción, entonces no se podría aplicar una política de inventario compleja para un repuesto que no es de alto impacto.
- La necesidad de aplicar la técnica del punto de reorden para cada repuesto permitió tener una noción de la frecuencia de la compra que dicho repuesto necesitaría y de la cantidad a comprar. No obstante, si se tomara en cuenta la cantidad de repuestos por catálogo de máquina, se estaría hablando de miles de repuestos que necesitarían programa para cada uno, lo cual es complicado ya que, por ejemplo, existen muchos repuestos que no son comprados frecuentemente o algunos más dificultosos que se necesitan fabricar. Es por ello que fue necesario priorizar en base al impacto económico que significan cada una para obtener una relación de los repuestos más frecuentes, los cuales serán planificados correctamente para evitar un desabastecimiento. Asimismo, los demás repuestos también merecen una estimación pero debido a su menor impacto ya no es considerado tan importante para la gestión. Esto no quiere decir que se deje a un lado su seguimiento, pero siempre habrá que enfocarse más en los primeros 20 repuestos que son los más importantes.
- El aseguramiento de los resultados también depende de la iniciativa de la empresa por querer protegerse ante los problemas presentados. A mayor cantidad de nivel de servicio, más protegida estará el área ante un paro por falta de repuesto. Es evidente que a más aseguramiento significa más inversión en repuestos y otros gastos. Por ello, se determinó el 60% como nivel de servicio como una propuesta inicial que en el futuro puede aumentar para mejorar el aseguramiento. En sí depende también de la forma cómo la empresa le cumple a sus clientes y de la forma de trabajar. No obstante, las pérdidas no se notan y cuando se identifica después de tiempo es cuando uno se pregunta porque no se tomaron medidas en el momento adecuado para solucionar el

problema. Es necesario que todo el personal involucrado sepa de la información para tomar siempre las mejores decisiones.

- Los repuestos de bajo valor suelen ser ocasionales o sin mayor impacto en la empresa, fuera de la cantidad que pueda significar. Las recomendaciones y sugerencias son la mejor alternativa para este grupo de repuestos, ya que aplicar las técnicas detalladas en el capítulo 3 para esta categoría de repuestos no tendría un valor significativo. Además, estos repuestos están sujetos a no ser considerados en mucho tiempo por el hecho de que muchos son ocasionales o de rara aparición. Asimismo, otro de los objetivos a que se llega es que el personal a cargo del control de los repuestos sabrá qué hacer cuando se presente un problema con un repuesto de cualquiera de las tres categorías establecidas y con ello mejorar la solución para el caso.
- Es evidente que mucho de los cálculos realizados resultan tediosos para la gestión en sí. Por ello, fue necesario dar a conocer ideas de cómo se puede planificar para que la solución propuesta tenga la mejor utilidad en la empresa. Se recomienda el uso de herramientas básicas, como el Microsoft Excel es de gran ayuda para los seguimientos y programaciones de los repuestos, ya que es accesible para la mayoría y se adecúa a la mayoría de casos. Además, los formatos físicos son clave para informar a todo el personal del almacén acerca de la situación de cada repuesto. Ante cualquier observación o duda se puede consultar y de esa manera se pueden evitar muchos problemas.
- La comunicación entre áreas es de gran importancia, puesto que se puede coordinar las actividades diarias y evitar conflictos constantes. Un problema que se siempre se evidencia es la mala coordinación entre el área de producción y el área de mantenimiento. En muchos casos, producción no sabe el programa de mantenimiento de las máquinas y programa actividades que al final no se cumplirán por la necesidad del mantenimiento de máquinas.
- La mentalidad de trabajo debe cambiarse y enfocarse a los objetivos y metas de la empresa, de esta forma se podrá conseguir los resultados esperados. Se puede partir desde reuniones diarias entre los jefes y sus trabajadores, hasta reuniones periódicas entre los mismos jefes para determinar los objetivos y planes de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- AUTOMOTIVE LOGISTICS (2010) Sharing spare space for spare parts, pp. 32-36, Vol. 13, No. 2.
- BABILONI, E. y otros (2010) Demand Categorization, Forecasting, and Inventory Control for Intermittent Demand Items, pp. 115-130. En: South African Journal of Industrial Engineering Vol. 21, No. 2.
- BATES, Jhonathan y ZAYAS-CASTRO, Jose. (2005) Progressing towards an Optimal Maintenance/Inventory Policy, pp. 1-6. En: IIE Annual Conference. Proceedings.
- BATTINI, D. y otros (2010) Consignment stock inventory model in an integrated supply chain, pp. 477-500. En: International Journal of Production Research, Vol. 48, No. 2.
- BEESELEY, Adrian (1996) Time compression in the supply chain, pp. 12-16. En: Industrial Management + Data Systems, Vol.96, No.2.
- BITTENCOURT, Ana Carla y otros (2009) Planning and competitiveness in maintenance management: An exploratory study in manufacturing companies, pp. 259-270. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering Vol.15, No.3.
- BOWLING, Shannon y otros (2002) Confined Space Work in Aircraft Maintenance Industry: Scope for Improving Safety and Reducing Errors, pp. 1-5. En: IIE Annual Conference. Proceedings.
- BRAGLIA, Marcelo y otros (2004) Multi-attribute classification method for spare parts inventory management, pp. 55-65. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 10, No. 1.
- BRLECIC, Jeffrey (2009) Logistics, CSS, Sustainment: Evolving Definitions of Support, pp. 19-22. En: Army Sustainment, Vol. 41, No. 5.
- CANDAS, Mehmet y KUTANOGLU, Erhan (2007) Benefits of considering inventory in service parts logistics network design problems with time-based service constraints, pp. 159-176. En: IIE Transactions, Vol. 39, No. 2.
- CARDAMONE, Patrick (1996) Critical spares inventory management, pp. MAT21-MAT24. En: AACE International Transactions.
- CÁRDENAS, Diana y URQUIAGA, Ana Julia (2007) Logística de operaciones: integrando las decisiones estratégicas para la competitividad, pp. 37-41. En: Ingeniería Industrial Vol. 28, No. 1.

CHANDRA, Charu y GRABIS, Janis (2005) Inventory control under demand with non-stationary variance, pp. 1-6. En: IIE Annual Conference. Proceedings.

CHEN, Jie y otros (2010) A Used Parts Inventory Monitoring System for Server Reverse Logistics, pp. 1-6. En: IIE Annual Conference. Proceedings.

CHUN-JEN, Chung y HUI-MING, Wee (2007) Scheduling and replenishment plan for an integrated deteriorating inventory model with stock-dependent selling rate, pp. 665-679. En: International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 35, No. 7/8.

EAVES, A. y KINGSMAN, B. (2004) Forecasting for the ordering and stock-holding of spare parts, pp. 431-437. En: The Journal of the Operational Research Society, Vol. 55, No. 4.

FERA, Marcelo y otros (2010) A Proposal for Estimating the Order Level for Slow Moving Spare Parts Subject to Obsolescence, pp. 232-237. En: I - Business, Vol. 2, No. 3.

GEBAUER, Heiko y otros (2008) Exploring maintenance strategies in Chinese product manufacturing companies: MRN, pp. 941-950. En: Management Research Review, Vol. 31, No. 12.

GEIGER, Christopher y otros (2007) A Multiobjective Modeling Approach for Joint Maintenance and Spare Parts Inventory Policy Optimization, pp. 1740-1745. En: IIE Annual Conference. Proceedings.

GELDERMAN, Cees y MAC DONALD, Dennis (2008) Application of Kraljic's Purchasing Portfolio Matrix in an Undeveloped Logistics Infrastructure: The Staatsolie Suriname Case, pp. 77-92. En: Journal of Transnational Management, Vol. 13, No. 1.

GONCALVES, Paulo (2006) The Impact of Customer Response on Inventory and Utilization Policies, pp. 103-VII. En: Journal of Business Logistics, Vol. 27, No. 2.

HUA, Z. y otros (2007) A new approach of forecasting intermittent demand for spare parts inventories in the process industries, pp. 52-62. En: The Journal of the Operational Research Society, Vol. 58, No. 1.

I.P.S., Ahuja y KHAMBA, J. (2008) Justification of total productive maintenance initiatives in Indian manufacturing industry for achieving core competitiveness: IMS, pp. 645-669. En: Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 19, No. 5.

JIE, Min y YONG-WU, Z. (2009) A perishable inventory model under stock-dependent selling rate and shortage-dependent partial backlogging with capacity constraint, pp. 33-44. En: International Journal of Systems Science, Vol. 40, No. 1.

JONES, Daniel (2000) JIT & the EOQ model: Odd couple no more!, pp. 54-54. En: Strategic Finance, Vol. 72, No. 8.

KARIM, Ramin y otros (2009) Development of ICT-based maintenance support services, pp. 127-150. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 15, No. 2.

KUTANOGLU, Erhan y otros (2005) Considering Stochastic Inventory in Logistics Network Design Problems with Response Time Constraints, pp. 1-6. En: IIE Annual Conference. Proceedings.

LEE, Eunsu y FARAHMAND, Kambiz (2008) Impact of Demand Variability on Supply Chain Performance, pp. 1338-1343. En: IIE Annual Conference. Proceedings.

LIANG-CHIEH, Cheng (2009) Impact of inventory policy consistency on the three-stage supply chain, pp. 33-53. En: Journal of the Academy of Business & Economics, Vol. 9, No. 4.

LUMMUS, Rhonda y otros (2001) The relationship of logistics to supply chain management: Developing a common industry definition, pp. 426-432. En: Industrial Management + Data Systems, Vol. 101, No. 8.

MATAMOROS, I. y GARCÍA, F. (2000) Inventory policy, a contribution to the efficiency, pp. 1-2.

MOHEBBI, Esmail y HAO, Daipeng (2004) A Continuous-Review Inventory Model with an Unreliable Supplier, pp. 1-6. En: IIE Annual Conference. Proceedings.

REZG, Nidhal y otros (2005) Modeling and optimizing a joint inventory control and preventive maintenance strategy for a randomly failing production unit: analytical and simulation approaches, pp. 225-235. En: International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 18, No. 2.

REZG, Nidhal y otros (2008) Joint optimal inventory control and preventive maintenance policy, pp. 5349-5365. En: International Journal of Production Research, Vol. 46, No. 19.

RIMIENÉ, Kristina y GRUNDEY, Dainora (2007) Logistics Centre Concept through Evolution and Definition, pp. 87-95. En: Engineering Economics, Vol. 54, No. 4.

RUTNER, Stephen y LANGLEY, C. (2000) Logistics value: Definition, process and measurement, pp. 73-82. En: International Journal of Logistics Management, Vol. 11, No. 2.

SCALA, Natalie y otros (2009) Risk and Spare Parts Inventory in Electric Utilities, pp. 1351-1356. En: IIE Annual Conference. Proceedings.

SHARMA, Rajiv y otros (2005) FLM to select suitable maintenance strategy in process industries using MISO model, pp. 359-374. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 11, No. 4.

SHYJITH, K. y otros (2008) Multi-criteria decision-making approach to evaluate optimum maintenance strategy in textile industry, pp. 375-386. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 14, No. 4.

SITOMPUL, Carles y otros (2008) Safety stock placement problem in capacitated supply chains, pp. 4709-4727. En: International Journal of Production Research, Vol. 46, No. 17.

SOBEL, Matthew y ZHANG, Rachel. (2001) Inventory policies for systems with stochastic and deterministic demand, pp. 157-162. En: Operations research, Vol. 49, No. 1.

SPENGLER, Tomas y SCHROTER, Marcus (2003) Strategic Management of Spare Parts in Closed-Loop Supply Chains-A System Dynamics Approach, pp. 7-17. En: Interfaces, Vol. 33, No. 6.

SUNG, C. y KIM, S. (2001) Analysis of a multi-part spares inventory system subject to ambiguous fault isolation, pp. 418-432. En: The Journal of the Operational Research Society, Vol. 52, No. 4.

SYNTETOS, A. y otros (2009) Demand categorisation in a European spare parts logistics network, pp. 292-316. En: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 29, No. 3.

THONEMANN, Ulrich y otros (2002) Easy quantification of improved spare parts inventory policies, pp. 1213-1225. En: Management Science, Vol. 48, No. 9.

TORO, Hector y MANOTAS, Diego (2008) Using Value at Risk as a Performance Measurement for Inventory Policies at Manufacturing Environment, pp. 140-145. En: IIE Annual Conference. Proceedings.

TOVIA, Fernando (2004) Simulating Regional Service Parts Logistics Systems", pp. 1-6. En: IIE Annual Conference. Proceedings.

TOVIA, Fernando y CASSADY, C. (2003) The Value of Information Sharing in a Service Parts Logistics System, pp. 1-6. En: IIE Annual Conference. Proceedings.

UNGUREANU, Nicolae y UNGUREANU, Miorita (2007) Economical Aspects of Maintenance, pp. 713-716. En: Scientific Bulletin Series C: Fascicle Mechanics, Tribology, Machine Manufacturing Technology, Vol. 21.

VARZAKAS, Theodoros y ARVANITTOYANNIS, Ioannis (2007) Application of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Cause and Effect Analysis, and Pareto Diagram in

Conjunction with HACCP to a Corn Curl Manufacturing Plant, pp. 363-387. En: Critical Reviews in Food Science & Nutrition, Vol. 47, No. 4.

VELICHKO, O. y GORDIENKO, T. (2009) Methods of calculating emissions of pollutants into the atmosphere and estimating their uncertainty, pp. 193-199. En: Measurement Techniques, Vol. 52, No. 2.

WADHWA, Subhash y CHAN, Felix (2009) Inventory performance of some supply chain inventory policies under impulse demands, pp. 3307-3332. En: International Journal of Production Research, Vol. 47, No. 12.

WANG, Chih-Hsiung y otros (2006) Optimal production time and number of maintenance actions for an imperfect production system under equal-interval maintenance policy, pp. 262-270. En: The Journal of the Operational Research Society, Vol. 57, No. 3.

WANG, Yang (2010) Empirical Research on the Effects of Logistics Industry on Economic, pp. 87-91. En: I - Business, Vol. 2, No. 1.

WEN-JINN, Chen y CHING-JONG, Liao (2005) Scheduling with different maintenance policies in a textile company, pp. 43-52. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 11, No. 1.

WILLIAMS, Brent y TOKAR, Travis (2008) A review of inventory management research in major logistics journals: Themes and future directions, pp. 212-232. En: International Journal of Logistics Management, Vol. 19, No. 2.

YUN, Kan y GERSHWIN, Stanley (2005) Information inaccuracy in inventory systems: stock loss and stockout, pp. 843-859. En: IIE Transactions, Vol. 37, No. 9.

ZHAO, Tao y otros (2010) The Countermeasures of Development Modern Logistic Industry in Liaoning Province, pp. 219-223. En: International Journal of Business and Management, Vol. 5, No. 8.

Cantidad de máquinas por marca:

MARCA	CANTIDAD
MAYER	33
CRISO	14
HAYRTEX	3
BECK	43
TAYL	5
Total	103

Cantidad de máquinas según IF de galga:

GO	MAYER	CRISO	HAYRTEX	BECK	TAYL	Total
20	3	4				7
24	11	5		13		29
28	24	5	3	20		62
32				4	1	5
						Total
						103

Cantidad de máquinas por tipo:

TIPO	CANTIDAD
JERSERA	27
JERSERA -	1
FE/PA	
JERSERA -	5
LISTADORA	
GAMUDA	4
FRANCAJON	1
RIFERA	3
Total	103

Cantidad de máquinas por IF de F:

	Cantidad
IF	33
ZF	14
Total	103