

Capítulo 10. MRP II y Cumplimiento de la programación para elevadores de cangilones en una Mype metal mecánica.

Julio Fabián Amado Sotelo
Johnny Gustavo Córdova Garay
Wilfredo Angel Henriquez Villarreal
Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
<https://doi.org/10.46990/iQuatro.2023.14.5.10>

Resumen

Objetivo: Analizar de qué manera Manufacturing Resource Planing - MRP II influye en el cumplimiento de la programación para elevadores de cangilones en una Mype metal mecánica. **Material y métodos:** El diseño de la investigación fue pre experimental. Población sujeto 20 trabajadores, población objeto 10 materiales. **Resultados:** El tiempo de búsqueda pretest es de 9598,30 segundos, luego de ordenar los almacenes, se obtuvo un tiempo postest de 3 885 segundos. Los costos de inventario pretest son de S/180 290,53 se aplicó un sistema EOQ con lo cual se obtuvo un valor postest de S/180 289,92 los costos totales pretest es S/ 47 997,39 y postest de S/ 44 763,39; en el cumplimiento de la programación pretest de 72,73 % mejoró a un valor postest de 82,05%. **Conclusión:** El MRP II mejora el cumplimiento de la programación en la fabricación de elevadores de cangilones en una Mype metal mecánica.

Palabras clave

Cumplimiento, órdenes planeadas, planeamiento, programación, recursos

Introducción

En el mundo, las industrias y los negocios en general vienen presentando una constante evolución, la misma que genera la necesidad de innovación y adecuación de sus sistemas productivos a los constantes cambios en las expectativas de los clientes, en donde los costos y la competitividad presionan a las organizaciones a utilizar soluciones integrada y herramientas de ingeniería que contienen modelización, simulación, seguimiento, diseño y mejora (Fazlollahab, 2020). El MRP II ha representado un avance significativo para la administración de las organizaciones, su evolución ha integrado la totalidad de las funciones organizacionales en un sistema de información cuya filosofía de base es la de ser el soporte de gestión. Delgado y Marín (2000) señalan que la evolución de los sistemas MRP es parte de la evolución de la gestión de los materiales, de la empresa y de la tecnología en este siglo que se inicia desde mitad del siglo XX con: Modelo del EOQ de Harris en 1915, sistema de reposición de inven-

tarios mediante punto de pedido de Wilson en 1934, método de cálculo de lotes para artículos con demanda discontinua, MRP en 1970, MRP II en la década de los 80, posteriormente el ERP (Enterprise Resources Planning), éste último brinda a las empresas un sistema de información integrado en el que no se produzcan duplicidades respecto a la información utilizada por diferentes componentes de la empresa. (pp. 51-52).

La Mype analizada, al igual que muchas Mypes latinoamericanas adolece de incumplimiento de la programación al momento de entregar un proyecto en el tiempo solicitado, como consecuencia de no tener las cantidades de recursos requeridos. Respecto a esta situación se hace necesario mejorar el cumplimiento de la programación mediante MRP II, tal como lo señala Heyzer y Render (2009) sistema que permite, con una MRP en funciones, aumentar los datos del inventario con otras variables de recursos, convirtiéndose en planeación de recursos de materiales, que permite programar recursos como la mano de obra, horas-máquina y costo (p.578).

Revisión de la Literatura

Planeación de requerimiento de materiales (MRP)

La planeación de requerimiento de materiales (MRP) considerada como técnica para determinar la cantidad y periodicidad para la adquisición de los materiales en función a la demanda que permita satisfacer los requerimientos de la programación maestra (Monks, 1991). Sipper y Bulfin (1998) señalan que en sus inicios MRP fue una herramienta computarizada para programar y ordenar los materiales, posteriormente se incorporó simulación hasta convertirse en un sistema para toda la organización, manejando operaciones de planeación y control. Heizer y Render (2009) afirman: Los elementos de un sistema de planeación de requerimientos de materiales son: un programa maestro de producción, una lista de materiales, los registros de compras e inventario y los tiempos de entrega para cada artículo. En los últimos años se han desarrollado varias extensiones del MRP, entre ellas: MRP de ciclo cerrado, informes de carga de trabajo y MRP II.

Planificación de recursos de fabricación II - MRP II

Según Sipper y Bulfin (1998): afirman que el MRP II es un sistema de planeación, programación y control basado en computadora. Proporciona a la administración una herramienta para planear y controlar sus actividades de manufactura y las operaciones de apoyo, obteniendo un nivel más alto de satisfacción del cliente y reduciendo, al mismo tiempo, los costos. El MRP II contribuirá a pronosticar los requerimientos, mejorar los inventarios, disminuir los costos, mejorar los tiempos de entrega así favorecer el porcentaje de cumplimiento en la

entrega de productos. Para mejorar de manera eficiente las operaciones dentro del proceso de fabricación, es necesario saber los materiales y las cantidades exactas para obtener el producto final. Para este caso se requirió realizar un pronóstico a partir de los datos históricos de la empresa, debido a que esto mejora a la planificación y optimiza la asignación de esfuerzos a través de las tareas; es de vital importancia saber que método usar para pronosticar y la forma correcta de hacerlo, Petropoulos et al. (2018) afirman que existe diversidad de modelos entre los cuales elegir, si se utiliza el modelo más adecuado para cada serie temporal, la precisión de las previsiones puede mejorar hasta un 25 a 30%. (p. 34).

Para una programación de recepciones, Tang et al. (2018) mencionan: La optimización de la programación de proyectos ha despertado gran interés de los investigadores, el método de programación ha demostrado muchas ventajas para tales proyectos (p. 1). En el caso no existiera una correcta programación de recepciones, puede resultar en la creación de nuevos tiempos muertos, en los cuales el trabajador no tenga el material para las actividades programadas, es por ello que la presencia de un cronograma y un Kardex son de mucha importancia, Heldman (2018) señala: Otro método para construir un cronograma se llama programación a la carta, que es un tipo de metodología Kanban, el que se utiliza en proyectos de tecnología de desarrollo de software en los que el trabajo se equilibra con los recursos disponibles o la capacidad de trabajo disponible. (p. 180). A fin de lograr que los inventarios tengan la cantidad óptimo de cada material, Udenio et al. (2018) nos dice que la capacidad de adaptar rápidamente los inventarios a los cambios en la demanda en caso de perturbaciones de la misma, para explorar el vínculo entre la agilidad de los inventarios y el rendimiento financiero. Introducimos una medida empírica de la agilidad de los inventarios basada en la desviación de los inventarios relativos con respecto a sus valores previstos. Como última dimensión del planeamiento de recursos de materiales son los costos, los cuales son generados en todo el proceso, lo que nos lleva a la búsqueda de la reducción de estos generando así una mejor rentabilidad a la empresa. El cumplimiento de la programación es preparar y entregar la orden al cliente, desde la fabricación hasta la entrega del proyecto, en el tiempo acordado, Martinelli & Milosevic (2016) señalan “Garantizar que el trabajo del proyecto se realiza de acuerdo con el calendario previsto, evaluando los cambios en el calendario en función de los cambios en el alcance del proyecto, y estableciendo un nuevo calendario de referencia cuando sea necesario”. (p. 237)

La presente investigación, plantea como objetivo de estudio, analizar de qué manera MRP II influye en el cumplimiento de la programación para elevadores de cangilones en una Mype metal mecánica.

Metodología

La investigación fue de tipo cuantitativa y aplicada, el diseño de investigación pre experimental con dos observaciones. La variable de investigación MRP II, estuvo constituida por las dimensiones: Requerimiento, programación de recepciones, ordenes planeadas emitidas, costos. Por otro lado, la variable Cumplimiento de la programación tuvo por dimensiones: Tiempo, programación. La población de sujeto es N=20 trabajadores, la población de objeto 10 materiales, se utilizó muestra censal. Se plantea como hipótesis de investigación: El MRP II influye en el cumplimiento de la programación para elevadores de cangilones en una Mype metal mecánica. Se realizó la validez de contenido mediante juicio de expertos para el instrumento de investigación, se obtuvo un 97,92% que, según la escala es perfecta. Se realizó el análisis de confiabilidad en el programa estadístico SPSS Statistics 22.0 al instrumento aplicado a los dueños del problema (20 trabajadores) obteniéndose una excelente confiabilidad de 0,88.

Resultados

Mediante los datos históricos se identificaron las cantidades de materiales pedidos al proveedor, siendo 10 materiales para la fabricación del elevador de cangilones como objeto del estudio. En la tabla 1 se presentan los materiales para los meses de agosto - diciembre. Además, la cantidad promedio pretest es de 516,83 unidades.

Tabla 10.1

Requerimientos para Elevador de Cangilones Meses Julio – Diciembre, 2020

Material / mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Angulo de 3/16" x 1 1/2" x 6 mt.	30	32	31	33	30	32
Angulo de 1/4" x 2" x 6 mt.	1	3	5	2	4	2
Canal "U" de 3" x 5.00 lb x 6 mt.	3	5	6	2	3	4
Chumacera de pared de 1 1/2"	2	4	2	4	2	2
Chumacera de pie de 3"	2	2	4	4	2	2
Pl. Estruc. A-36 1.27 x 1200 x 2400	1	2	1	3	2	1
Pl. Estruc. A-36 3.00 x 1200 x 2400	54	55	56	54	60	54
Perno de 3/8" x 1"	400	425	420	425	400	410

Motor reductor	1	1	1	1	1	1
Polea	2	2	2	2	2	2
Total	496	531	528	530	506	510

Nota. Reporte de compras, almacén de la empresa.

Para poder continuar con el estudio se procedió a determinar el pronóstico de los materiales para los meses de enero-junio 2021, determinando valor promedio postest de 518,17 unidades utilizando el software Oracle Crystal Ball con su herramienta predictor.

En el análisis de la programación de recepciones, se busca reducir los tiempos de búsqueda de cada material, además de mejorar el rendimiento de los almacenes mediante una ubicación exacta para cada tipo de material, se tomaron datos para el tiempo pretest 9 598,30 segundos.

Tabla 10.2

Tiempos de Búsqueda de Material Pretest

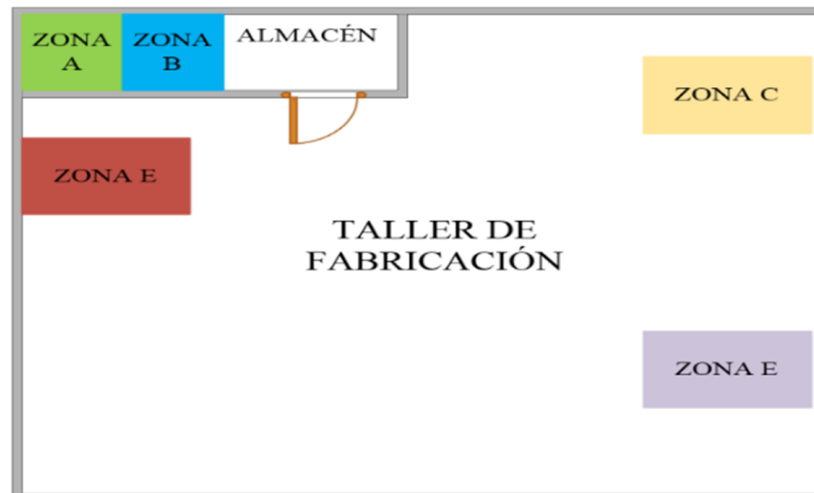
Materiales	Pruebas (segundos)										Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Angulo de 3/16" x 1 1/2" x 6 mt.	1 250	1 076	1 135	1 394	1 204	1 295	1 104	1 095	1 041	1 198	1 179,20
Angulo de 1/4" x 2" x 6 mt.	1 194	1 048	1 384	1 296	1 384	1 104	1 204	1 184	1 045	1 285	1 212,80
Canal "C" de 3" x 5.00 lb x 6 mt.	930	1 045	937	983	895	948	1020	955	962	921	959,60
Chumacera de pared de 1 1/2"	693	739	694	639	712	645	615	683	744	682	684,60
Chumacera de pie de 3"	685	773	748	725	634	673	693	734	687	645	699,70

Pl.	1 495	1 593	1 485	1 593	1 485	1 473	1 593	1 475	1 495	1 524	1 521,10
Estruc.											
A-36 1.27											
x 1200 x											
2400											
Pl.	1 439	1 389	1 593	1 583	1 438	1 495	1 593	1 495	1 583	1 485	1 509,30
Estruc.											
A-36 3.00											
x 1200 x											
2400											
Perno de	683	639	594	634	683	583	637	684	673	683	649,30
3/8" x 1"											
Motor	593	637	593	583	563	612	583	583	573	634	595,40
reductor											
Polea	596	583	573	638	583	583	653	523	545	596	587,30
Total, tiempo (segundos)											9 598,30

Para disminuir los tiempos de búsqueda, se clasificó y nombró las áreas en las que se guardan los materiales, en la Figura 10.1, en el área A se guardarán los materiales pequeños como pernos, tuercas, el área B los materiales pesados como poleas y motores, el área C los materiales más largos como ángulos y platinas, el área D las planchas de todos los formatos y el área E las mermas que resulten de los proyectos. Además, se diseñó un Kardex en la cual se registró las entradas y salidas de materiales, el estado semaforizado y códigos QR para uno.

Figura 10.1

Clasificación de las áreas de almacenamiento



Posteriormente como resultado en la Tabla 10.3 se obtuvieron tiempos de búsqueda posttest para cada uno de los materiales, siendo 3 885 segundos.

Tabla 10.3

Tiempos de Búsqueda de Material Posttest

Materiales	Tiempo (s)
Angulo de 3/16" x 1 1/2" x 6 mt.	483
Angulo de 1/4" x 2" x 6 mt.	385
Canal "C" de 3" x 5.00 lb x 6 mt.	421
Chumacera de pared de 1 1/2"	256
Chumacera de pie de 3"	286
Pl. Estruct. A-36 1.27 x 1200 x 2400	574
Pl. Estruct. A-36 3.00 x 1200 x 2400	563
Perno de 3/8" x 1"	324
Motor reductor	348
Polea	245
Total	3 885

En el análisis de las órdenes planeadas a emitir, se busca cumplir con el nivel óptimo de aprovisionamiento de los materiales. Se procedió a trabajar con los datos pronosticados, se escogió al material Pl. Estruct. A-36 3.00 x 1200 x 2400 debido a que es el material que más influye en el proyecto como se demostró con el análisis de sensibilidad. Para determinar el nivel óptimo de pedido se tuvo en cuenta la regla de Peterson y Silver: Si la variabilidad de demanda, es menor al 25% ($V < 0,25$); se utiliza el modelo EOQ; si es mayor al 25% ($V \geq 0,25$); se usa un modelo de tamaño de lote dinámico.

$$V = \frac{n \sum_{t=1}^n Dt^2}{(\sum_{t=1}^n Dt)^2} - 1 \dots \dots \dots \text{Ecuación 01}$$

El coeficiente de variabilidad es de 0,0086%. Aplicando la regla Peterson Silver se tiene que ($0,000086 < 0,25$). Se concluye que, para determinar el nivel óptimo de pedido en la política de inventario, se utilizará el modelo EOQ.

Los costos de mantener el inventario para la capacidad promedio del almacén de 218 m3 es de S/ 9,63 por m3; por otro lado, el costo de lanzamiento de pedido, en la empresa en estudio se realizaron 518 órdenes de compras por año. El costo de lanzamiento de pedido es de S/ 4,40. Posteriormente se procedió a determinar el nivel óptimo de pedido, se empezó con Pl. Estruct. A-36 3.00 x 1200 x 2400.

Seguidamente se procedió a realizar la simulación de la gestión de stock, empleando el software Oracle Crystal Ball; donde emplea población de números aleatorio como principio Montecarlo simulando 10 000 veces. Siguiendo la lógica de la hoja de cálculo: Suposición de color verde (variables independientes de incertidumbre); Decisión de color amarillo; variables que se pueden controlar y Previsión de color celeste (variables dependientes que se investigan en el modelo).

Tabla 10.4

Simulación de Pl. Estruct. A-36 3.00 x 1200 x 2400

Descripción	Cantidad	Unidades
	0	
Demanda	670	Unidades
Costo unitario	2,08	Soles
Costo de mantener el inventario	0,47	Soles
Costo de lanzamiento de pedido	183,6	Soles
Lote económico de pedido	77,01	unidades/pedido
Número de ordenes	8,7	Ordenes
Tiempo entre pedido	42	Días
Lead time	0,29	Días
Costo total	123 048,19	Soles
Punto de reorden	5,43	Unidades

Nota: Procesado en Oracle Crystal Ball.

Se interpreta que cada 42 días, se realizará un nivel óptimo de pedido de 77 unidades, el costo por generar el pedido es de S/ 123 048; el mismo procedimiento se realiza para los demás 9 materiales, reportándose un costo de S/ 180 290,53.

Se procedió luego a simular el nivel óptimo de pedido utilizando el análisis Spider que ayuda a determinar las variables de incertidumbre que influyen más en la previsión final. En la Figura 10.2, se muestra que la demanda y el costo de lanzamiento de pedido, a medida que estas aumenten, el nivel óptimo de pedido será mayor; y si el costo de mantener el inventario aumenta, el nivel óptimo de pedido será menor.

Figura 10.2

Gráfica Spider del Lote Económico de Pedido

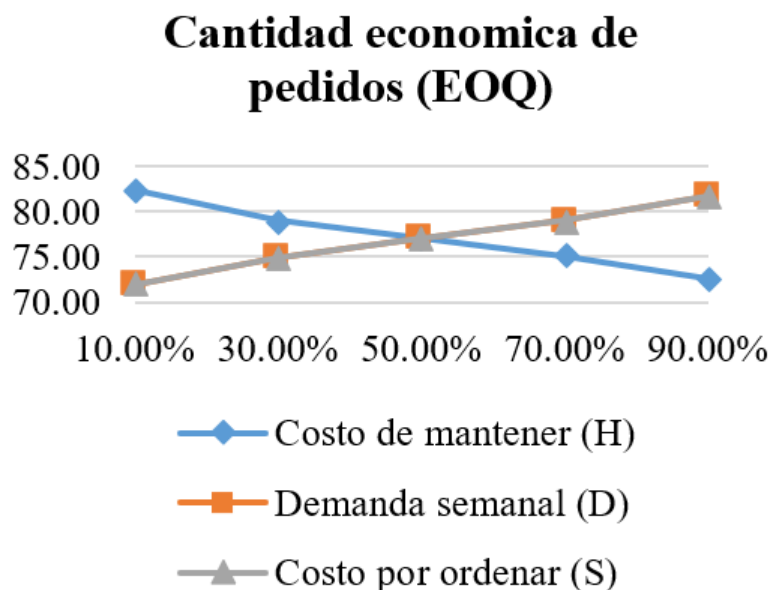
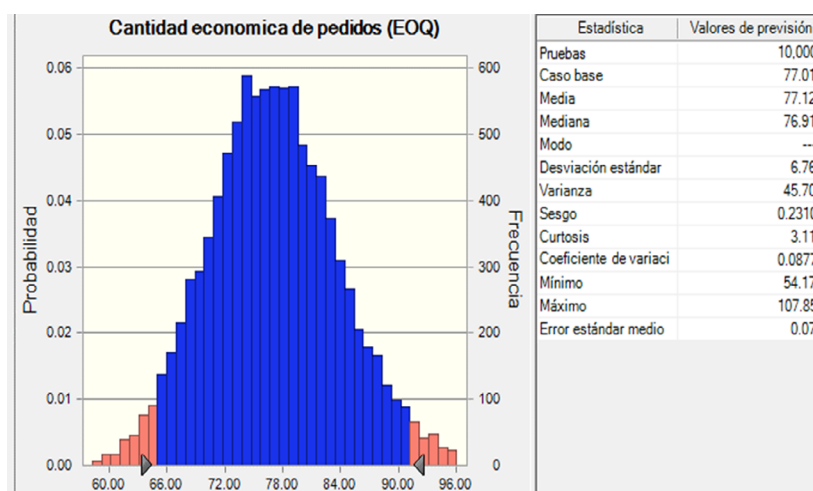


Figura 10.3

Lote Económico de Pedido (Postest) a un 95% de Confianza



Nota. Procesado en Oracle Crystal Ball.

Se simularon los resultados obtenidos de la hoja de cálculo. En la figura 3, se muestra el análisis de nivel óptimo del material Pl. Estruc. A-36 3.00 x 1200 x 2400, ajustado al 95% de confianza. Posee una asimetría positiva de 0,2310. Lo que indica que el nivel óptimo de pedido tiende ligeramente a decrecer en el eje de tiempo. Curtosis 3,11 es leptocúrtica, por tanto, es apuntada y de alta probabilidad de ganancias o pérdidas; posee una media de 77,12 unidades; y esta indicó que es conveniente hacer órdenes entre 64,53 a 91,23 unidades a un

costo de S/ 123 048,19. El mismo procedimiento se realiza para los siguientes ítems. Seguidamente se realizó el análisis de los costos para la situación pretest y posttest, determinándose una reducción de los costos totales de S/ 3 234.

Tabla 10.5
Comparación de los Costos Totales Pretest y Posttest

		Pretest		Posttest	
Concepto	Costo por día (S/)	Días	Costo total (S/)	Días	Costo total (S/)
Costos fijos					
Local	30,00	45	1 350,00	40	1 200,00
Agua	2,00	45	90,00	40	80,00
Luz	40,00	45	1 800,00	40	1 600,00
Internet	3,00	45	135,00	40	120,00
Costos administrativos					
Gerente general	100,00	45	4 500,00	40	4 000,00
Supervisor 1	45,00	45	2 025,00	40	1 800,00
Supervisor 2	45,00	45	2 025,00	40	1 800,00
Secretaria	31,00	45	1 395,00	40	1 240,00
Almacenero	40,00	45	1 800,00	40	1 600,00
Costos de mano de obra					
Maestro armador	80,00	35	2 800,00	30	2 400,00
Maestro montajista	90,00	10	900,00	10	900,00
Soldador 1	70,00	45	3 150,00	40	2 800,00
Soldador 2	60,00	45	2 700,00	40	2 400,00
Ayudante 1	35,00	45	1 575,00	40	1 400,00
Ayudante 2	35,00	45	1 575,00	40	1 400,00
Costos de materiales					
Angulo de 3/16" x 1 1/2" x 6 mt.	40,50	30	1 215,00	30	1 215,00
Angulo de 1/4" x 2" x 6 mt.	84,20	1	84,20	1	84,20

Canal "C" de 3" x 5.00 lb x 6 mt.	140,90	3	422,70	3	422,70
Chumacera de pared de 1 1/2"	85,00	2	170,00	2	170,00
Chumacera de pie de 3"	140,00	2	280,00	2	280,00
Pl. Estruct. A-36 1.27 x 1200 x 2400	85,50	1	85,50	1	85,50
Pl. Estruct. A-36 3.00 x 1200 x 2400	183,60	54	9 914,40	54	9 914,40
Perno de 3/8" x 1"	0,50	400	200,00	400	200,00
Motor reductor	600,00	1	600,00	1	600,00
Polea	500,00	2	1 000,00	2	1 000,00
Consumibles	-	-	700,00	-	700,00
Costos indirectos					
Transporte de materiales	300,00	3	900,00	3	900,00
Transporte de personal	6,00	140	840,00	140	840,00
Alimentación de personal	7,00	140	980,00	140	980,00
Depreciación por máquinas y/o equipos	-	-	500,00	-	500,00
Margen de error (5%)			2 285,59		2 131,59
COSTO TOTAL (S/)			47 997,39		44 763,39
REDUCCIÓN (S/)					3 234

En la Tabla 10.6 se muestra los indicadores de evaluación pretest y postest.

Tabla 10.6*Comparación del VAN, TIR y B/C Pretest y Postest*

Pretest				Postest		
Año	Flujo de efectivo (S/)	Valor presente (S/)	Tasa de interés (%)	Flujo de efectivo (S/)	Valor presente (S/)	Tasa de interés (%)
0	-47 997,39	-47 997,39	10	-44 763,39	-44 763,39	10
1	27 000,00	24 545,45	10	27 000,00	24 545,45	10
2	27 000,00	22 314,05	10	27 000,00	22 314,05	10
3	36 000,00	27 047,33	10	36 000,00	27 047,33	10
Valor actual neto (V.A.N.)			S/ 25 909,45		S/ 29 143,45	
Tasa interna de retorno (T.I.R.)			37%		42%	
Relación beneficio / costo (B/C)			1,54		1,65	

Se obtuvo una mejora del V.A.N. de S/ 3 234, del T.I.R de 5% y de la relación beneficio/costo de 0,11. Como resultado del presente estudio se realizó el planeamiento de requerimiento de materiales para cada material utilizado.

Tabla 10.7*MRP II para el Elevador de Cangilones Postest*

Elemento A-001													
Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Requerimiento bruto	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1,5	0	0
Recepción Programada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Proyección de disponibilidad	4	1	27	24	21	18	15	12	9	6	4,5	4,5	4,5
Requerimiento neto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberación de planificación del pedido	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Elemento A-001												
Día	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Requerimiento bruto	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Recepción Programada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Proyección de disponibilidad	4,5	4,5	4,5	4,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Requerimiento neto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liberación de planificación del pedido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota. Reporte del Software WinQSB

De esta forma se procedió para todos los elementos. Finalmente se realizó la comparación para el análisis del cumplimiento de programación pretest y posttest, mostrando una mejora en 10,73%.

Tabla 10.8

Porcentaje de Cumplimiento Pretest y Posttest

Proyecto	Cumplimiento (%) Pretest	Cumplimiento (%) Posttest
Elevador de cangilones	69,45	81,25
Tolva de producto terminado	72,82	83,95
Cabina atrapa finos	68,89	79,68
Ciclón industrial	69,35	77,85
Estructura metálica	75,34	84,64
Gusano transportador	67,98	79,85
Tanques metálicos de aceite	71,89	79,98
Fabricación de Drag	73,85	85,65
Ventilador industrial	69,56	83,68
Distribuidor de 6 salidas	72,61	80,34
Elevador de cangilones	72,73	85,71
Promedio	71,32	82,05

Se realizó la contrastación de hipótesis t de Student, para ello, se procedió a realizar un análisis cuantitativo para los 10 diferentes materiales para la fabricación de los elevadores de cangilones, tanto para la variable dependiente (Y), cumplimiento de la programación como para cada una de las dimensiones de la variable independiente: Requerimiento (D₁),

programación de recepciones (D_2), ordenes planeadas a emitir (D_3), costos (D_4). En todos los casos de prueba de hipótesis, se trabajó con un 5% de nivel de significancia y con un valor de t crítico de 2,101.

Contrastación de hipótesis general: MRP II y Cumplimiento de la programación ($X-Y$).

H1: La media entre el cumplimiento de la programación pretest es significativamente menor a la media del cumplimiento de la programación posttest.

Como el t calculado (8,9471) $>$ t crítico (2,101) aceptamos la hipótesis de investigación, confirmando que MRP II mejoró el cumplimiento de la programación.

Contrastación de hipótesis específica: Requerimiento y Cumplimiento de la programación (D_1-Y).

H1: La media entre los requerimientos pretest es significativamente menor a la media de los requerimientos posttest.

Como el t calculado (8,7534) $>$ t crítico (2,101) aceptamos la hipótesis de investigación, por lo que se cumple que los requerimientos del MRP II mejoró el cumplimiento de la programación.

Siguiendo el mismo procedimiento para las demás hipótesis específicas se determinó:

La media entre la programación de recepciones pretest es significativamente mayor a la media de la programación de recepciones posttest, lo que significa que la programación de recepciones del MRP II mejoró el cumplimiento de la programación. La media entre las órdenes planeadas a emitir pretest es significativamente menor a la media de las órdenes planeadas a emitir posttest, lo que significa que las ordenes planeadas a emitir del MRP II mejoró el cumplimiento de la programación. La media entre los costos pretest es significativamente mayor a la media de los costos posttest, lo que significa que los costos del MRP II mejoró el cumplimiento de la programación.

Discusión

Esta investigación ha determinado que el MRP II mejoró el cumplimiento de la programación en elevadores de cangilones de la empresa estudiada. Permitió identificar el origen de los tiempos muertos, la incorrecta asignación de los almacenes, la escasez de materiales, como resultado de una incorrecta planificación. Mediante el análisis cuantitativo del MRP II se de-

terminaron pronósticos de los materiales, tiempos, costos y porcentaje de cumplimiento del proyecto. Mejorando así el cumplimiento de la programación con respecto al proyecto anterior. Esto concuerda con Lambert et al. (2017) quienes afirman: “MRP II puede reducir el exceso de inventarios, evitar la escasez de existencias y ayudar a las empresas a suministrar a los clientes productos de calidad en los plazos previstos” (p.43), por otro lado Netland, Schloetzer & Ferdows (2015) confirman que “está demostrado que existe una relación positiva entre la aplicación de las prácticas Lean y la mejora del rendimiento operativo en la fábrica” (p.1)

En esta investigación se determinó la programación de recepciones que permite visualizar las cantidades que se encuentran en almacén, así como también el tiempo desde que se pide el material hasta que se entrega, se utiliza el Kardex, obteniendo así una disminución de 5 713,3 segundos. Esto concuerda con Tang et al. (2018) que proponen un modelo de optimización basado en programación lineal y en problemas de satisfacción de restricciones y la respectiva programación de éstas, que podría utilizarse en problemas clásicos de optimización, con flexibilidad, viabilidad y superioridad de solución (p. 1).

La investigación también determinó que las órdenes planeadas a emitir que son el cálculo de la cantidad óptima de cada tipo de material que se utiliza en la fabricación de elevador de cangilones, para el material Pl. Estruc. 3.00 x 1200 x 2400 se encontró un lote óptimo de pedido de 77 unidades con un costo total de S/ 123 048,20. Esto concuerda con Riezebos & Zhu (2015) que afirman “Mediante la formulación de un modelo de programación dinámica con el momento de decisión en el momento de llegada del pedido, desarrollamos un procedimiento de solución general para obtener las cantidades óptimas de pedido para el problema con plazos de entrega no estacionarios” (p.1).

Además, la investigación ha determinado los costos se redujeron de S/ 47 997,39 a S/ 44 763,39. Esto concuerda con Castillo y Llanos (2021) quienes lograron una reducción anual de costos.

Conclusiones

Conclusión general:

Mediante acciones de mejora, se obtuvo un porcentaje de cumplimiento de entrega del proyecto de pretest de 72,73 %, luego un valor posttest de 82,05%, lo que representa un aumento del 9,32%. Los resultados obtenidos en el post test, se simularon 10 000 veces concluyendo así que con un 95% de certeza se asegura que el porcentaje del cumplimiento de la programación se encuentre entre 77,24 % y 86,82 % lo cual siempre se encontrara en mejores condiciones

comparado con los estándares anteriores. Esta diferencia sí resulta significativa, puesto que al aplicar la prueba de t-Student para muestras relacionadas, se concluye que MRP II mejora significativamente el cumplimiento de la programación de elevadores de cangilones.

Conclusiones específicas:

Con respecto a la dimensión de requerimientos, se obtuvo la cantidad total de materiales a utilizar pretest de 516,83 unidades, en base a los datos históricos de la demanda, se realizó el pronóstico empleando el método ARIMA (1,0,1), obteniéndose inicialmente una cantidad de pedido posttest de 518,17 unidades. Se realizó un análisis de sensibilidad para ver el material que más afecta, lo cual resultó a la Pl. Estruct. A-36 3.00 x 1200 x 2400. Luego de contrastar la hipótesis, se concluye que MRP II mejora el cumplimiento de la programación en la fabricación de elevadores de cangilones.

Con respecto a la dimensión de programación de recepciones, se diseñó una hoja de Kardex para que se pueda llevar las cantidades exactas de material y en qué lugar en específico está almacenado. Con esto se tuvo un total para la búsqueda de materiales posttest de 3 885 segundos, en comparación con la situación inicial pretest de 9 598,30 segundos, se obtuvo una mejora del 59,52% por la disminución de búsqueda de materiales, esto se traduce en una reducción del tiempo de atención del almacenero al maestro de fabricación. Luego de contrastar la hipótesis, se concluye que la programación de recepciones en MRP II mejora el cumplimiento de la programación de la fabricación de elevadores de cangilones.

Con respecto a la dimensión de órdenes planeadas a emitir, se usó del modelo EOQ para la gestión de inventarios. Obteniéndose inicialmente una cantidad de pedido para el material Pl. Estruct. A-36 3.00 x 1200 x 2400 con 77 unidades y un punto de reorden de 4,43 y un costo total pretest de S/180 290,53. Estos resultados se simulaban con el software de Oracle Crystal Ball de 10 000 simulaciones cada uno obteniéndose una cantidad de pedido de 77,01 y un punto de reorden de 4,43 unidades y un costo total posttest de S/180 289,92. Luego de contrastar la hipótesis, se concluye que las órdenes planeadas pendientes en MRP II mejora el cumplimiento de la programación de la fabricación de elevadores de cangilones.

Con respecto a la dimensión de costos, se analizaron todos los costos involucrados en el proyecto de elevadores de cangilones, se obtuvo un valor pretest de S/ 47 997,39 soles, VAN de S/ 25 909,45, TIR de 37% y costo/beneficio de 1,54; los valores posttest fueron de S/ 44 763,39 soles en total del proyecto, VAN de S/ 29 143,45 TIR de 42% y costo/beneficio de 1,65 siendo favorable para la empresa aplicando el planeamiento de recursos de materiales. Luego de contrastar la hipótesis, se concluye que los costos en MRP II mejora el cumplimiento de la programación de la fabricación de elevadores de cangilones.

Referencias

- Castillo, R. y Llanos, A. (2021). Diseño e implementación de un Plan de Requerimiento de Materiales, Kárdex y un Plan de Mantenimiento Preventivo en una empresa embotelladora de agua de mesa para reducir sus costos operacionales. 19th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.85>
- Delgado, J., & Marín, F. (2000). Evolución en los sistemas de gestión empresarial. Del MRP al ERP. *Economía industrial*, 331(1), 51-58. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/14012>
- Fazlollahtabar, H. (2020). A Business Intelligence and Analytics for Service Oriented Manufacturing Resource Planning. *Information Sciences Letters*, vol. (9), 7-14.
- Heizer, J. y Render, B. (2009). Principios de administración de operaciones. (7ma ed). Pearson Educación.
- Heldman, K. (2018). Creating the Project Schedule. In PMP (pp. 179–234). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119549192.ch4>
- Lambert, S. L., Calvasina, R., Bee, S., & Woodworth, D. (2017). Assembly FG: An Educational Case on MRP II Integrated within ERP. *Accounting Perspectives*, 16(1), 43–62. <https://doi.org/10.1111/1911-3838.12136>
- Martinelli, R. J., & Milosevic, D. Z. (2016). Schedule Management. In Project Management Toolbox (pp. 237–272). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119174820.ch9>
- Monks, J. (1991). Administración de operaciones. McGraw-hill/ Interamericana de México S.A. de C.V.
- Netland, T. H., Schloetzer, J. D., & Ferdows, K. (2015). Implementing corporate lean programs: The effect of management control practices. *Journal of Operations Management*, 36(1), 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2015.03.005>
- Petropoulos, F., Kourentzes, N., Nikolopoulos, K., & Siemsen, E. (2018). Judgmental selection of forecasting models. *Journal of Operations Management*, 60(1), 34–46. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2018.05.005>
- Riezebos, J., & Zhu, S. X. (2015). MRP planned orders in a multiple-supplier environment with differing lead times. *Production and Operations Management*, 24(6), 883–895. <https://doi.org/10.1111/poms.12318>
- Sipper, D. y Bulfin, R. (1998). Planeación y control de la producción. McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A. de C.V.

- Tang, Y., Liu, R., Wang, F., Sun, Q., & Kandil, A. A. (2018). Scheduling Optimization of Linear Schedule with Constraint Programming. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 33(2), 124–151. <https://doi.org/10.1111/mice.12277>
- Udenio, M., Hoberg, K., & Fransoo, J. C. (2018). Inventory agility upon demand shocks: Empirical evidence from the financial crisis. *Journal of Operations Management*, 62(1), 16–43. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2018.08.001>