

Universidad Central Marta Abreu de las Villas
Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial



Trabajo de Diploma

Título: Procedimiento para la mejora continua del sistema de planificación y control a nivel operativo en la UEB Moncar Centro.

Autora: Adennis Rivero Áreas

Tutores: Dr. C. Ing. Rafael Ramos Gómez

Ing. Ariel Rayas Cabrera

Santa Clara 2017

Pensamiento

*La ciencia y las producciones de la ciencia deben ocupar
algún día el primer lugar de la economía nacional.
....tenemos que desarrollar las producciones de la
inteligencia y ese es nuestro lugar en el mundo,
NO HABRÁ OTRO”.
Fidel Castro Ruz, 10 de febrero de 1993*

Dedicatoria

A la memoria de mi abuela Arminda,
por los momentos felices que pasamos.

Agradecimientos

A mis padres por la confianza que depositaron en mí, amor, cariño, dedicación y desvelo; sin su apoyo no hubiese llegado hasta aquí.

A mi hermana por los momentos alegres que me hacía pasar a su lado cuando más lo necesitaba.

A mi familia, en especial a mis tías Irene, Adrianet y Angelina, mi abuelo Romarico y mi abuela Irma por su constante esfuerzo, dedicación, cooperación y principalmente por quererme tanto.

A todos mis amigos en especial a: Yarima, Indira, Danixza, Layra y Michel por haberme dado todo su apoyo y hospitalidad en todo momento.

A mis compañeros de cuarto, de aula y de universidad por haberme regalado los cinco años más lindos de mi vida.

A mi tutor Rafael por la ayuda y la constante dedicación hacia la realización de esta investigación.

A todos los profesores que contribuyeron a mi formación como profesional, brindándome sus conocimientos de la mejor forma.

A todos los trabajadores de la UEB Moncar Centro en especial a: Ariel Raya por el tiempo, dedicación, aportes y ayuda en la búsqueda de información y confección de este Trabajo de Diploma.

A mi novio y familia por el apoyo, confianza y amor que me brindaron.

A todos los que de una forma u otra colocaron su granito de arena para la realización de este trabajo y dieron su apoyo para convertirme en una Ingeniera Industrial.

A todos:

Muchas Gracias

Resumen

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la UEB Moncar Centro, perteneciente a la provincia de Villa Clara. La investigación tiene como objetivo fundamental seleccionar una herramienta para su aplicación en el sistema de planificación y control de la UEB Moncar Centro que identifique las dificultades de dicho sistema, así como su mejoramiento. Para el logro de los objetivos trazados se emplearon técnicas y métodos de la ingeniería industrial, entre los que se destacan encuestas, método de los expertos, coeficiente de concordancia de Kendall, tormenta de ideas, consulta de documentos, empleo de tablas, observación directa, diagrama causa-efecto, entre otras, las cuales facilitan el desarrollo de los objetivos para llevar a cabo esta investigación. La aplicación de estas técnicas permitió identificar los principales problemas relacionados con el sistema de planificación y control. El diseño de los procedimientos en el nivel operativo basados en las características del servicio de reparaciones de montacargas y su aplicación en la empresa objeto de estudio, constituyen el principal resultado obtenido en la realización de la investigación.

Summary

SUMMARY

The present investigation was carried out in the UEB Moncar Center, belonging to the county of Villa Clara. The investigation has as fundamental objective to select a tool for its application in the system of planning and control of the UEB Moncar Center that identifies the difficulties of this system, as well as its improvement. For the achievement of the objectives layouts they were used technical and methods of the industrial engineering, among those that stand out surveys, the experts' method, coefficient of agreement of Kendall, storm of ideas, consultation of documents, employment of charts, direct observation, diagram cause-effect, among other, which facilitate the development of the objectives to carry out this investigation. The application of these techniques allowed to identify the main problems related with the system of planning and control. The design of the procedures in the operative level based on the characteristics of the service of hoist repairs and their application in the company study object, they constitute the main result obtained in the realization of the investigation.

Índice

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo I: Marco Teórico- Referencial de la Investigación.....	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Enfoque jerárquico de la planificación y control de la producción.....	6
1.3 Sistemas de planificación y control.....	8
1.3.1 Sistemas clásicos.....	9
1.3.2 Sistemas modernos.....	10
1.4 Nuevas tendencias de los sistemas de producción.....	18
1.5 Planificación operativa.....	23
1.5.1 Planeación del desensamble.....	23
1.5.2 Técnicas empleadas en la ejecución y control de la producción.....	25
1.6 Procedimientos para la mejora continua del sistema de planificación y control..	29
1.7 Caracterización del servicio de reparaciones de montacargas.....	33
1.8 Conclusiones parciales.....	34
Capítulo II: Procedimiento para la mejora continua del sistema de planificación y control a nivel operativo en la UEB Moncar Centro.	35
2.1 Introducción.....	35
2.2 Procedimiento para la mejora continua del sistema de planificación y control en las reparaciones de montacargas.....	35
2.3 Aplicación del procedimiento para la mejora continua del sistema de planificación y control en la UEB Moncar Centro.....	41
2.4 Conclusiones parciales.....	61
CONCLUSIONES GENARALES.....	59
RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	61
ANEXOS.....	

Introducción

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas se están desarrollando frente la demanda cambiante de los nuevos mercados y la gran inestabilidad de la economía mundial buscando nuevas vías de desarrollo y supervivencia. No todas las empresas podrán suscribirse y mantenerse en el mercado actual, solo lo lograrán aquellas que sepan diferenciarse por una alta competitividad y excelencia en sus producciones o servicios. Las empresas cubanas no están ajenas a estos cambios que presenta el mercado actual por lo que tienen que realizar grandes esfuerzos para lograr el éxito. Para la búsqueda de ventajas competitivas las empresas deben renunciar al antiguo paradigma, donde el objetivo fundamental se centra en la cantidad de productos o servicios a obtener, y buscar nuevos criterios que para las condiciones de su proceso de trabajo les permitan satisfacer las exigencias fundamentales que les impone el nuevo entorno en el que se desarrollan, entre las que se encuentran:

1. Las solicitudes de producción son para satisfacer necesidades específicas del cliente, cada vez más exigentes y que requieren un cumplimiento acorde con sus expectativas.
2. La reducción del plazo para la satisfacción de los requerimientos del cliente.
3. La adquisición de sólo lo que se necesita para satisfacer los pedidos, debido a la escasez de recursos materiales y financieros.

La economía cubana, a pesar de la difícil situación internacional, ha adoptado nuevas estrategias de competitividad para consolidar su proyecto orientadas a cumplir con las expectativas de los clientes de forma creciente, de manera que se le ofrezcan productos y servicios cada día mejores que brinden mayores oportunidades y menores costos, así como la eliminación de los derroches durante todo el proceso productivo e incluyéndole a cada producto o servicio algo de calidad apasionante, aquello que el cliente no espera y el producto o servicio posee con creces.

En la actualidad Cuba se encuentra inmersa en el proceso de Perfeccionamiento Empresarial para las empresas estatales, iniciando con aquellas que tienen altos resultados económicos y una contabilidad confiable. Dentro de los subsistemas de este proceso resalta el referido a la organización de la producción de bienes y servicios; este subsistema expresa la necesidad de planificar y programar la producción y los materiales, así como

la fuerza de trabajo constituyendo un importante camino para la introducción de mejores prácticas.

En Cuba es de gran importancia la prestación de servicios de reparaciones de montacargas, ya que garantiza el alargamiento de la vida útil de uno de los equipos más importante y necesario en una empresa, así como grandes ahorros al país en cuestión de adquisición de nuevos equipos en el mercado. El proceso de recuperación de piezas y equipos demanda un alto nivel de organización de la producción de tal manera que sea capaz de satisfacer las necesidades, requerimiento y expectativas de los clientes, haciéndose necesario la orientación de las empresas dedicadas a esta actividad hacia el logro de altos niveles de eficiencia, competitividad y exigencia.

El desensamble es una de las actividades fundamentales en el proceso de reparación de montacargas pues esta permite separar un productos en sus componentes o grupos de componentes, ya sea para repararlo y luego volver a ensamblarlo, para recuperar materias primas, para aislar componentes peligrosos o para separar partes reutilizables.

La UEB Moncar Centro ubicada en el municipio Santa Clara se encarga de la prestación de servicios de mantenimiento, inspección, diagnóstico, reparación, reacondicionamiento, re motorización, alquiler de los equipos, chapistería, pintura, montaje y puesta en marcha de los equipos de manipulación de cargas y ligeros, partes y piezas. Esta UEB es la única del país que dentro de su cartera de servicios incluye el servicio de reparaciones capitales de los montacargas teniendo gran prestigio entre sus clientes pero, a pesar de su reputación, está presentando problemas a la hora de la toma de decisiones los cuales están afectando su gestión productiva. En este contexto los problemas relacionados con la gestión productiva de la empresa son los que se evidencian a continuación:

- Ciclos de reparaciones largos.
- No se realizan pronósticos de la demanda.
- Mal manejo de los inventarios (inicial, producción en proceso, producción terminada).
- Desconocimiento de los ciclos de producción.
- Desconocimiento de algunos tiempos tecnológicos (desensamble, montaje, reparaciones medias).
- Altos costos de producción.

Todo lo anterior constituye la **situación problemática** que originó la presente investigación.

Por lo que el **problema de investigación** es: ¿Cómo mejorar el sistema de planificación y control a nivel operativo en la UEB MONCAR Centro, además de lograr mejora continua en el mismo?

El **objetivo general** que se persigue en la investigación es seleccionar una herramienta para su aplicación en el sistema de planificación y control de la UEB MONCAR Centro que identifique las dificultades de dicho sistema, así como su mejoramiento.

Objetivos específicos:

1. Analizar la bibliografía con el fin de identificar aquellas herramientas que permitan el diseño y aplicación de un sistema de planificación y control, así como su mejoramiento continuo.
2. Seleccionar el procedimiento de diagnóstico del sistema de planificación y control de la producción que mejor se adecue a las condiciones de la entidad objeto de estudio práctico de la investigación
3. Aplicar un procedimiento para el diseño del sistema de planificación y control, así como el procedimiento específico para la realización de la planificación y control de la producción a nivel operativo.

Para el cumplimiento de los objetivos se emplearon diversas técnicas entre las que se incluyen revisión de la documentación correspondiente a estudios realizados, el análisis de información para la toma de decisiones, entrevistas, trabajo con expertos, balances de carga y capacidad, técnicas y métodos modernos de planificación y control de la producción entre otras.

Los principales impactos y aportes de la investigación se encuentran asociados al carácter metodológico, económico y social destacándose en este sentido los siguientes:

- Impacto metodológico: El resultado obtenido, puede ser generalizado, ya que es aplicable a las demás empresas del país que tengan como misión la prestación de servicios de reparaciones de montacargas.
- Impacto económico: Con la aplicación de la estrategia se contribuye a eliminar o disminuir las pérdidas por gastos innecesarios de recursos, y a su vez contribuir con la elevación de los indicadores de la empresa.

- Impacto social: Potencial contribución a las empresas nacionales por los ahorros derivados de no tener que adquirir nuevos montacargas en el mercado internacional pudiendo reparar el existente mediante las empresas dedicadas a las reparaciones de montacargas.

Para su presentación, este trabajo de diploma se estructuró de la forma siguiente: una Introducción, donde en lo esencial se caracteriza la situación problemática y se fundamenta el problema de investigación a resolver, así como el sistema de objetivos a desarrollar; un Capítulo I, donde se refiere al marco teórico de la investigación; un Capítulo II, en el que se desarrolla un procedimiento para la mejora continua del sistema de planificación y control del servicio de reparaciones de montacargas, así como un procedimiento para el diagnóstico de la gestión productiva y un procedimiento específico para la planificación a nivel operativo en la UEB Moncar Centro, un grupo de Conclusiones y Recomendaciones, derivados de la investigación realizada; finalmente la Bibliografía utilizada; así como varios Anexos que complementan los análisis realizados en cada uno de los capítulos.

Capítulo I

Capítulo I: Marco Teórico- Referencial de la Investigación

1.1 Introducción

Los principales aspectos teóricos relacionados con la investigación están incluidos en este capítulo, que tiene como objetivo crear una base que sustente el problema de investigación a solucionar, expuesto en la introducción de esta tesis. La estrategia seguida por la autora para la construcción del marco teórico-referencial se estructura de forma tal que facilite el análisis de la bibliografía en el tema objeto de estudio y puede observarse en la Figura 1.1.

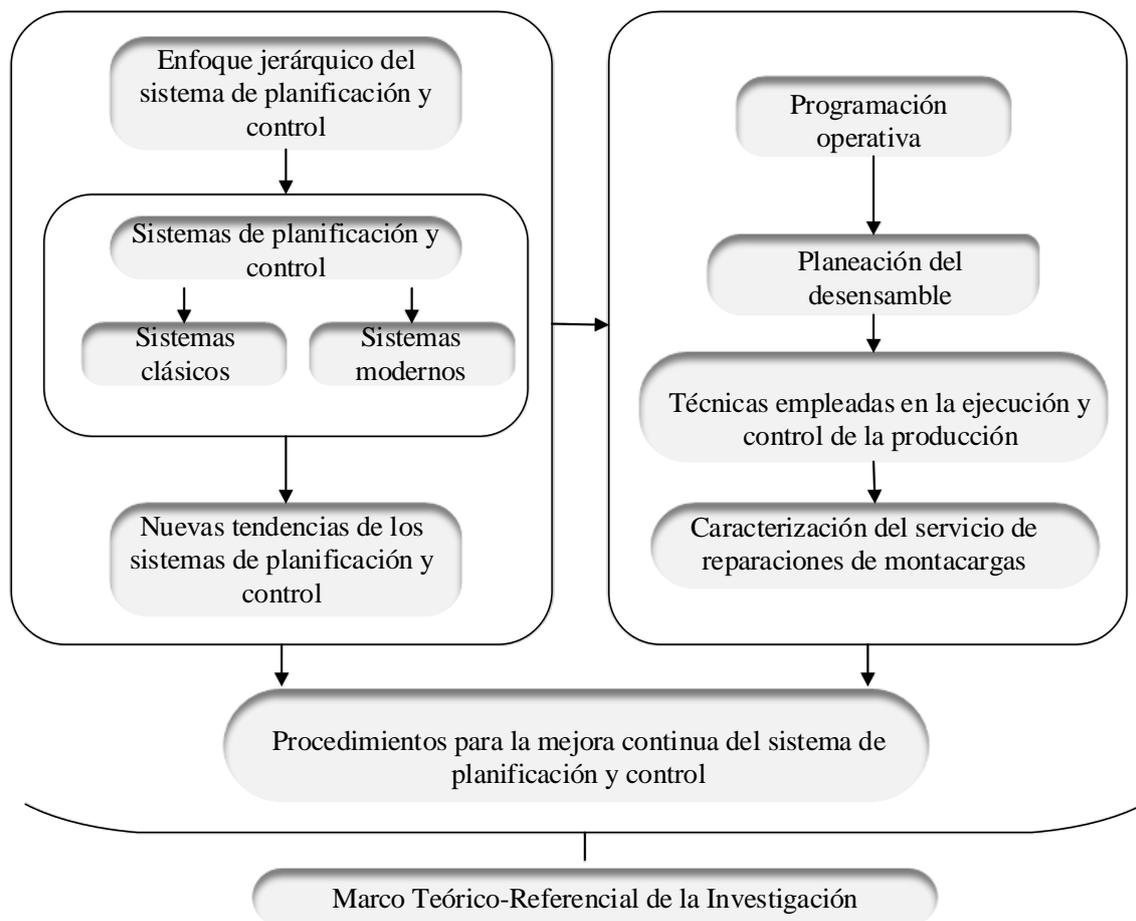


Figura 1.1: Hilo conductor para la construcción del marco teórico-referencial de la investigación.

1.2 Enfoque jerárquico de la planificación y control de la producción

El proceso de planificación y control en las empresas es imprescindible. El mismo puede estructurarse de diversas formas con un enfoque jerárquico, aunque generalmente puede mantener las mismas particularidades en cada variante propuesta.

Las obras de autores como Starr y Bulmer (1979); Ploss y George (1987); (Companys Pascual, 1989); (Adam y Ebert, 1991) y (Chase y Aquilano, 1995) ofrecen modelos de gestión de la producción que, a pesar de establecer un concepto integrador en el sentido vertical, no expresan claramente la integración en el sentido horizontal. De acuerdo al criterio del autor después de haber consultado la literatura son (Domínguez Machuca, 1995); (Vollmann, 1997) y (Ramos Gómez, 2002) quienes presentan un mejor enfoque, pues consideran la integración en ambos sentidos. Al respecto, (Domínguez Machuca, 1995) afirma que, el proceso de planificación y control de la producción debe seguir un enfoque jerárquico, en el que se logre una integración vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos y además se establezca su relación horizontal con las otras áreas funcionales de la compañía.

En la actualidad algunos autores como (Hanmpton, 1983); (Domínguez Machuca, 1995); (Maldonado, 1997) y (Ramos Gómez, 2002) consideran tres etapas o fases básicas de la planificación empresarial.

Planificación estratégica: etapa en la que se establecen los objetivos, las estrategias y los planes globales a largo plazo, normalmente es entre 3 y 5 años. Esta actividad es desarrollada por la alta Dirección, que se ocupa de problemas de gran amplitud, tanto en términos de actividad organizativa como de tiempo, debido a ello se emplean variables muy agregadas.

Según Rubio Domínguez y Dominguez (2006) los beneficios que aporta la planificación estratégica están dado por el reforzamiento de las estructuras tanto funcionales como económicas de una organización empresarial. En términos prácticos, se podría decir que potencia la dirección de la empresa, y sin ella, la misma se movería como una barca sin vela. Una correcta planificación estratégica, propicia el ámbito idóneo en el que se pueden tomar las decisiones tácticas u operacionales.

Planificación operativa: etapa donde se concretan los planes estratégicos y objetivos a un elevado grado de detalles. Así se establecen las tareas a desarrollar para que se

cumplan los objetivos y planes a largo plazo, indicándolo dónde, cómo y cuándo se llevarán a cabo. En esa etapa las actividades son un poco más limitadas y van de 18 meses a un año.

Planificación adaptativa: etapa llevada a cabo por directores de producción, supervisores y encargados para lograr la desagregación del plan agregado de producción en semanas o días. Se establecen las medidas correctivas necesarias para eliminar las posibles divergencias entre los resultados y los objetivos relacionados con ellas.

Hay que señalar que existen planes difíciles de encuadernar de forma escrita en algunas de las fases mencionadas. Se trata de aquellos que concretan, para cada una de las áreas funcionales, la parte inicial del plan estratégico o de alguno de los planes a largo plazo que lo componen. Son planes que, por la longitud de su horizonte temporal y por la menor amplitud de los problemas tratados, no pueden considerarse propiamente dentro del plan estratégico.

De acuerdo con varios autores Heizer y Render (1991); Adam y Ebert (1991); Menguzzato y Renau (1991); Dilworth (1993); Domínguez Machuca (1995); Render y Heizer (1996); Noori y Radfort (1998) se considera un nivel intermedio entre la planificación estratégica y la planificación operativa, denominado plan táctico o de mediano plazo, en el que quedarán reflejados los planes que se menciona anteriormente.

Existen en la actualidad varias formas de estructurar el proceso de planificación y control de la producción con un enfoque jerárquico de acuerdo al criterio de varios autores ((Vollmann y Whybark., 1991). Aunque la esencia siempre sea la misma, se prefiere utilizar el criterio de Domínguez Machuca (1995) que plantea los niveles siguientes:

- Planificación estratégica o a largo plazo.
- Planificación táctica o a medio plazo.
- Programación Maestra.
- Programación de Componentes.
- Ejecución y Control.

La planificación y control de la producción debe tener entonces un enfoque jerárquico (Hax, 1983; Adam y Ebert, 1991; Monks, 1991; Heizer. y Render, 1997; Noori y Radfort,

1998; Schneeweiss, 1998; Narasimhanm, 1999; Chase, 2000); que permita la coordinación entre los diferentes niveles y la integración de las diferentes funciones, aspecto considerado por el autor de transcendental importancia para perfeccionar este proceso en la empresa cubana y que está acorde con lo planteado en las bases generales para el perfeccionamiento empresarial.

Concluyendo que el enfoque jerárquico de la planificación y control de la producción permite la coordinación entre los objetivos y actividades de los niveles estratégicos, tácticos y operativos, ello quiere decir que cada uno de estos niveles perseguirá sus propias metas, pero teniendo en cuenta los niveles superiores, de los cuales dependen. Sin dicho enfoque será difícil, llegar a la integración de funciones, e ir hacia la cada vez menos utópica dirección y gestión integrada de la empresa. Existen diferencias en los horizontes y sobre todo, en los períodos de revisión entre empresas de diferentes sectores de actividad, pero la estructura básica conformada por los diferentes niveles jerárquicos, con distintos objetivos cada nivel y que requieren técnicas específicas de planificación y control, es común para todos los sistemas. Para lograr un excelente proceso de planificación y control de la producción las empresas tienen que apoyarse en los distintos tipos de sistemas de planificación y control buscando la eficiencia y el logro de las estrategias trazadas.

1.3 Sistemas de planificación y control

Según autores como Ochoa Laburu (1990); Ronen y Pass (1992) plantean que el sistema de planificación debe buscar el cumplimiento eficaz de los objetivos de la organización (la empresa como un todo), mediante la optimización de las partes para obtener una relación insumo-producto eficiente, obteniendo como resultado la efectividad en el alcance de las metas. Esto permite satisfacer las necesidades externas del ambiente en que actúa.

En la actualidad existen diferentes alternativas de Sistemas de Gestión de la Producción, acorde a las características propias del proceso productivo (variedad, volumen de producción, complejidad del producto, nivel técnico y tecnológico, etc.), cuyo objetivo es controlar el proceso de producción dentro del sistema empresarial. La utilización de un sistema u otro depende de la estrategia de producción que siga la organización y la estructura espacial del proceso productivo, (Al Hussien, 1995). La clasificación de los sistemas de planificación y control de la producción en clásicos y modernos dada por Al

Hussien (1995) facilita su estudio y permite además identificar las ventajas de los sistemas modernos.

Otros autores, (González Riesco (2006); (Welsch (2005) los agrupan en cinco escuelas básicas: Clásica, Planificación de Necesidades de Materiales (MRP, por sus siglas en inglés), Justo a Tiempo (JIT, por sus siglas en inglés), Tecnología de Producción Optimizada (OPT, por sus siglas en inglés) y Teoría de las Limitaciones (TOC, por sus siglas en inglés). A los efectos de esta investigación serán estudiados como sistemas clásicos y modernos.

1.3.1 Sistemas clásicos

Los métodos utilizados en las primeras décadas del siglo XX son los llamados clásicos, que surgen desde que Taylor y sus seguidores (Gilbreth, Rowan, Gantt y otros) crearon la dirección científica de las plantas industriales, ocupando un lugar preponderante en la teoría e incluso en la práctica, debido a razones históricas y a que su herramienta básica, la estadística matemática, era totalmente conocida y estaba perfectamente asimilada en el ámbito académico (Maynard, 1984; Salvendy, 1990).

Dentro de estas técnicas y métodos se incluyen, entre otros, el punto de pedido, gráfico de Gantt, Ruta Crítica, Línea de Balance (LOB) y el estudio del trabajo. Estas parten de la descomposición del sistema de toma de decisiones en diferentes niveles jerarquizados con la ayuda de un sistema información fundamentalmente manual, que debe garantizar la retroalimentación de la información generada en las diferentes partes del sistema físico para la toma de decisiones, (Maynard, 1984; Fundora Miranda, 1987; McLeod, 2000; Muns, 2005).

Como aspectos comunes de estos sistemas clásicos se encuentran los siguientes:

- Énfasis en el enfoque analítico (diferenciación de funciones y su especialización).
- Énfasis en la racionalización científica de las funciones aisladas, tratando de buscar estándares objetivos de control, sobre todo para optimizar el desempeño.
- Prima el aspecto funcional frente al global o sistémico.

En la práctica, estos métodos clásicos pasan a ser métodos de gestión de existencias, debido a la imposibilidad de calcular exactamente en plazos razonables (por falta de datos y capacidad para procesarlos) las cantidades exactas de material necesario en función de la demanda, realmente lo que se calcula es el nivel de existencias que debería haber de

cada material en el almacén en función de la historia de consumo, para garantizar con determinada probabilidad que dichos productos estarán disponibles cuando se lance la orden de fabricación. Aun así, es habitual que en el momento de lanzar la orden de fabricación no estén los materiales necesarios disponibles por diferentes causas, entre ellas:

- El cálculo probabilístico del inventario (*stock*) de seguridad.
- El consumo previsto se supone una función continua.
- Errores en el procesamiento de los datos.

Lo anterior, sumado a los cambios ocurridos a partir de los años 60 caracterizados por lo siguiente provocó el declive de estos sistemas, (Arana Pérez y Ochoa Laburu, 1994):

- Desarrollo de la informática comercial para uso empresarial.
- Éxito de las empresas japonesas.
- Alta tasa de innovaciones tecnológicas.
- Cambios constantes en el mercado.
- Necesidad de las empresas de ser más competitivas cada día, apreciando un mejor servicio al cliente en calidad, precio, volumen y plazos.

Todo esto hace que los sistemas clásicos no estén en correspondencia con las condiciones actuales y resulta indispensable la búsqueda de nuevos sistemas.

1.3.2 Sistemas modernos

Los países de punta en el desarrollo industrial son los primeros que toman conciencia de la extrema necesidad de implementar nuevos sistemas, mirando hacia los métodos y procedimientos para la planificación y control de la producción y su perfeccionamiento, ya que, por lo general, se buscaba perfeccionar de los procesos, máquinas y equipos, y no se le daba la importancia requerida a los métodos y procedimientos para una gestión eficiente.

Sistema de Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)

A principio de la década del 60 aparece en los EE.UU. la primera divulgación, realizada por Joseph Orlicky de la IBM, del ahora denominado sistema MRP (Material Requirement Planning),(Vollmann y Whybark., 1991; Fundora Miranda, 1992; Lütke, 2005).

Existen diversos autores como Meyer (1990); Fundora Miranda (1992); Brucker (1992); Vollmann (2000) y Petroni (2002) que coinciden en plantear que el objetivo fundamental de este sistema es la planificación de la producción y la gestión de inventarios, basado en un soporte informático que responde a las preguntas: ¿qué, cuándo y cuánto hay que hacer?. Domínguez Machuca (1998) plantea que no se trata de un método sofisticado, sino por el contrario, es una técnica sencilla que procede de la práctica y que funciona y deja obsoletas las técnicas clásicas en lo que se refiere al tratamiento de artículos de demanda dependiente, aseveración hecha también por Salvendy (1990), coincidiendo ambos en que este sistema tiene aptitud cuando la demanda de los distintos componentes no es continua, sino que el comportamiento es discreto o intermitente, como ocurre en muchas ocasiones.

Este sistema MRP originario se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Está orientado al producto, dado que, a partir de las necesidades de estos, planifica los componentes requeridos.
- Es prospectivo, pues la planificación se basa en las necesidades futuras de equipos.
- Realiza un desfasaje de tiempo de las necesidades de ítems en función de los tiempos de suministros, estableciendo las fechas de emisión y entrega de pedidos.
- No tiene en cuenta las restricciones de capacidad, por lo que no asegura que el plan de pedido sea viable.

Existen tres razones fundamentales, planteadas por Domínguez Machuca (1998), para afirmar que este sistema no está exento de problemas. Estas razones son:

- La exactitud del plan maestro de producción para lograr resultados correctos en el *MRP* llevó a la incorporación de un modelo de programación maestra de Producción.
- La programación se realiza sin tener en cuenta la restricción de capacidades.
- Las posibles dificultades derivadas de la ejecución de los planes materiales en los talleres.

El efecto de las dos últimas razones generó la necesidad de comenzar a utilizar en paralelo técnicas de planificación de capacidad y de gestión de talleres, lo cual mejora los resultados, aunque no propicia una integración real, la cual se logra en un nuevo sistema

MRP denominado por (Schroeder et al., 1991) *MRP II* y por Domínguez Machuca (1995), “Sistema *MRP* de Bucle Cerrado (BC)”.

El sistema *MRP II*, Planificación de Requerimiento de Manufactura, amplía su enfoque tomando en consideración funciones de mercadotecnia, finanzas, compra, e ingeniería tratando de generar una mayor coordinación. Algunas de las funciones que realiza este modelo *MRP II* son:

- Partiendo de los lotes requeridos programados, realiza la conversión a unidades de capacidad requeridas para cada período.
- Compara los requerimientos con la capacidad de producción disponible para verificar la validez del programa.
- Da seguimiento al estado real de las órdenes de producción y de compra y así establece prioridades de manufactura y en compras.
- Genera informes a la administración.
- Simula y prueba el impacto de distintas alternativas.

En la actualidad, los sistemas de tipo *MRP* se han combinado y cambiado para acomodarse a los nuevos requerimientos de las empresas. Esta nueva generación del *MRP* ha recibido diferentes denominaciones, por ejemplo, el Grupo Gartner la denominó como Planeación de Recursos de la Empresa (*ERP - Enterprise Resource Planning*). Para operar totalmente con un sentido de empresa, resulta necesario distribuir las aplicaciones para la planeación, la programación y los costos, entre otros elementos, sobre los múltiples estados de la organización (Sipper y Robert, 1997; Vollmann, 1997).

Los sistemas *ERP* incluyen:

- Integración completa con *Microsoft Office*, *e-mail*, *Microsoft Project* y demás facilidades de acceso a los datos.
- Asociación a cada proceso y producto de documentos gráficos, entre los que se incluyen planos de *AutoCAD*, dibujos, películas y procedimientos.
- Incorporación de conceptos de Teoría de las Restricciones en la planeación de las capacidades.
- Acceso en tiempo real a través de *Internet* por clientes, proveedores y usuarios para acotar el tiempo de ciclo de negocio.
- Rastreo de todas sus transacciones mediante el seguimiento de lotes y series.

Los objetivos principales de los sistemas ERP son:

- Optimización de los procesos empresariales.
- Acceso a toda la información de forma confiable, precisa y oportuna (integridad de datos).
- La posibilidad de compartir información entre todos los componentes de la organización.
- Eliminación de datos y operaciones innecesarias (o redundantes).
- Reducción de tiempo y de los costes de los procesos (mediante procesos de reingeniería).

La nueva generación de los ERP, está agregando sobre la plataforma ERP, nuevas aplicaciones como: apoyo a la fuerza de venta, gestión de clientes, data mining (reuniones de datos) y gestión de la cadena de abastecimiento.

Sistema MRP inverso

Gupta y Taleb (1994), presentan el funcionamiento del método MRP inverso, cuyo objetivo es conocer para el artículo final el momento en que debe hacerse un pedido de material, de modo que, teniendo en cuenta los tiempos de entrega y desensamblaje de cada componente, se recoja el número de unidades reparadas de subcomponentes que se hayan planificado.

Los fundamentos del MRP inverso son:

- No hay problemas de capacidad
- Todos los datos se conocen con certeza
- Los tiempos de desensamblaje no dependen del tamaño del lote
- No hay piezas que resulten defectuosas.

A partir de las conceptualizaciones anteriores, las diferencias entre el MRP directo y el inverso van a ser las siguientes:

1. La manera de representar el MRP inverso es diferente al MRP directo, pues el primero se representa en sentido contrario al directo, es decir de abajo hacia arriba.
2. El MRP inverso requiere la identificación de los módulos, mientras que el MRP directo no.

3. Cuando se analiza un módulo en el MRP inverso hay que ver los componentes y el padre mientras que en el MRP directo se realiza nivel a nivel.
4. En el MRP inverso hay tiempo de desensamblaje para los padres y en el directo no, ya que no se realiza esta actividad.
5. El Plan Maestro en el MRP directo es para el producto final mientras que en el inverso es para los componentes.

Sistema Justo a Tiempo (JIT)

Considerado una de las filosofías que han causado gran interés en el mundo empresarial a partir de los años 70 con el gran auge de los productos japoneses por su elevada calidad y precios razonables.

En relación al JIT muchos son los autores como Schonberger (1987b); Companys Pascual (1989); Thompson (1990); Moras y Dieck (1992); Lummus y Duclos-Wilson (1992); Sohal y Naylor (1992); Scott y Macomber (1992); Villegas Chamorro (1994) y Kupanhy (1995) que plantean como idea central del JIT: Producir y entregar artículos terminados justo a tiempo para venderlos, submontajes justo a tiempo para convertirlos en artículos terminados, piezas fabricadas justo a tiempo para incorporarlas a los submontajes y materiales comprados justo a tiempo para transformarlos en piezas fabricadas.

En definitiva, se puede plantear que el *JIT* exige prestar el servicio en la cantidad, en el momento y con la calidad que exige el cliente, eliminando toda fuente de despilfarro.

Las metas más importantes que persigue este sistema o los cinco ceros son: (Cero defectos, Cero Averías, Cero Stocks, Cero Tiempo Ocioso, Cero Burocracia (cero papeles), Archier, G y Seryex, H, (1984).

El enfoque JIT supone una nueva forma de gestión, cuyas estrategias básicas consisten en la eliminación de todas las funciones innecesarias o desperdicios en las operaciones industriales y en producir los distintos artículos y componentes en el momento en que se necesiten, en la cantidad en que se precise y con la máxima calidad, (Schonberger y Knod, 1994; Render, 2004; Hirano, 2009).

Para el logro de las metas, el *JIT* trabaja con una serie de instrumentos bien caracterizados por Companys Pascual y Fonollosa Guardiet (1989), Díaz (1993), Kupanhy (1995), Domínguez Machuca (1998) y Vollmann (2000), los cuales se relacionan a continuación:

1. Nivelado de la producción.
2. Sistema Kanban
3. Reducción de los tiempos de preparación y de fabricación.
4. Estandarización de las operaciones.
5. Capacidad de adaptación a la demanda mediante la flexibilidad en el número de trabajadores o Shojinca (en lengua japonesa).
6. Programa de recogida de ideas y sugerencias o Soikufu.
7. Control autónomo de los defectos o Jidoka.
8. Mantenimiento productivo total (TPM - Total Productive Maintenance).
9. Las relaciones con los proveedores y clientes.

Se puede decir que a pesar de las diferencias marcadas entre los sistemas JIT y MRP, existen criterios como los de Companys Pascual & Fonollosa Guardiet, (1989); Clavijo (1991); Benton (1998) y Chase (2000), que demuestran cómo sus enfoques no son irreconciliables; estos son los siguientes:

1. Ambos sistemas buscan la minimización de los costos, la reducción de los inventarios y el logro de un máximo nivel de servicio al cliente.
2. Existen empresas en las que se fabrican productos repetitivos y por lotes.
3. El MRP puede aportar al JIT potentes herramientas para la planificación.
4. El JIT puede aportar al MRP un buen sistema de ejecución y control.

Existen empresas que, sin reunir las condiciones de uno u otro sistema, han adoptado un sistema combinado aprovechando las ventajas de uno y otro, logrando muy buenos resultados. Bañeguil (1993), plantea que el óptimo se logra integrando ambos sistemas.

Tecnología de producción optimizada (OPT)

El sistema *OPT* fue creado por Goldratt (1986), quien lo define como una alternativa mejorada del sistema MRP, en el que se brinda una versión completa para la planificación de la producción, materiales y recursos.

La *OPT* es un sistema de control de la producción, basado en el procesamiento de una carga finita con el objetivo de maximizar el flujo de producción a partir de la valoración

de la capacidad del puesto de trabajo “cuello de botella”. Bajo esta estrategia se planifica primero el cuello de botella y se supone que el resto de los procesos pueden acoplarse sin problemas a la fecha que les corresponde según la planificación del mismo, (Buffa, 1983; Jacobs, 1989; Ochoa Laburu, 1990; Buffa y Sarin, 1996).

Las reglas o principios básicos fundamentales por los que se rige el OPT son:

- No se debe equilibrar la capacidad productiva, sino el flujo de producción.
- La utilización de un recurso que no es cuello de botella, no viene determinada por su propia capacidad sino por alguna otra limitación del sistema.
- Activar un recurso no es lo mismo que utilizarlo.
- Una hora perdida en un recurso cuello de botella es una hora perdida en todo el sistema.
- Una hora ganada en un cuello de botella es un espejismo.
- Los cuellos de botella rigen el inventario, así como la facturación del sistema.
- El lote de transferencia puede no ser y de hecho muchas veces no debe ser igual al lote de proceso.
- El lote de proceso debe ser variable a lo largo de su ruta y también en el tiempo.
- Las prioridades solo se pueden fijar teniendo en cuenta simultáneamente, todas las limitaciones del sistema.
- El tiempo de fabricación es un derivado del programa.

Según Pérez Marisol (2007), OPT mide la productividad de la planta en un conjunto y no por secciones, señalando que no es conveniente equilibrar la capacidad, sino el flujo de la planta, e identificar cuáles son los cuellos de botella. Ello permite dividir la planta y dedicar especial atención a aquellas zonas que si usan los recursos cuellos de botella. El modelo OPT brinda la posibilidad de simular distintas modificaciones para visualizar el impacto que van a producir en la fábrica antes de que se instalen.

Teoría de las limitaciones (TOC)

El propio Goldratt (1998), creador del OPT, desarrolla posteriormente la Teoría de las Limitaciones (TOC, por sus siglas en inglés). El objetivo que persigue este sistema o teoría es desarrollar un sistema de gestión integral de la empresa a través del reconocimiento y aprovechamiento de sus recursos críticos, Morales Garza; (1996).

Las principales características de la *TOC* radican en la existencia de un plan director basado en previsiones, un programa maestro basado en pedidos confirmados, una planificación agregada y una planificación operativa. La *TOC* adapta el cálculo del plan maestro a las restricciones que presenta la limitación y hace el cálculo agregado de las necesidades en función de dicho plan. Para hacer este cálculo, se puede utilizar perfectamente la lista de materiales (Bill of Materials) de un sistema tipo *MRP*, para ayudar a reducir el número de datos a procesar, lo que implica más flexibilidad, así como eliminar pasos intermedios, ya que sólo pretende el cálculo del trabajo (o constraint) y planificar la entrada de materiales, suponiendo que el resto de las operaciones irán por sí solas (similar a lo que hace el *JIT*).

Según Goldratt (1998), el elemento más importante a considerar cuando se selecciona un sistema, es definir la meta que debe alcanzar la organización ya que es un modelo sistémico de gestión que pretende la óptima operatividad del sistema incrementando su tasa de generación de valor, para lo que busca la mejora del tiempo de respuesta; consigue reducciones del costo real mediante el aumento de la tasa de generación de valor y la reducción de inventarios que conlleva la mejora del tiempo de respuesta.

Sistema Drum-Buffer-Rope (DBR)

El propio Goldratt (1990), propone un nuevo sistema de programación llamado *DBR* por sus siglas en inglés (Drum-Buffer-Rope) para proteger las ventas presentes, mejorar las futuras y no incurrir en mayores gastos, además de reducir significativamente el inventario. El uso continuo del *DBR* para sincronizar flujo y gestionar los resortes, permite establecer un proceso de mejora continua, una rueda de productividad (Duclos y Spencer, 1995).

Se debe señalar que el *DBR* se caracteriza por concentrar la planificación y el control en pocos puntos y es precisamente en este hecho que radica la diferencia entre el mismo y el resto de los sistemas de planificación y control de la producción. El método de programación *DBR* (Drum-Buffer-Rope) puede llevar a beneficios substanciales en la cadena de suministros, asegurando que la planta esté funcionando a la máxima velocidad con el mínimo de inventarios y alcanzando a satisfacer demandas inesperadamente altas.

La planificación *DBR* consiste en concentrar la planificación en la limitación del sistema (el drum) en proteger dicho programa con un colchón de tiempo (buffer) y en subordinar

los inicios de los trabajos al programa en la limitación (cuerda o rope). El sistema de control DBR consiste en concentrar el control en el buffer: La "gestión de buffer" permite detectar las desviaciones y corregirlas en el momento preciso antes de que se produzca el incumplimiento, pero no antes de que sea necesario, para evitar excesos de control muy costosos.

Con los cambios a los que se acomete el mercado actual, las empresas para lograr su supervivencia en el mismo han tenido que ajustarse a las nuevas tendencias de los sistemas de producción.

1.4 Nuevas tendencias de los sistemas de producción

Hoy en día, el mundo industrial se encuentra en un período en el que el modelo de Producción en Masa, a pesar de sus desventajas y su cuestionamiento generalizado, sigue imperando en gran cantidad de industrias a lo largo y ancho del planeta. Si bien muchas de ellas han adoptado nuevas técnicas, experiencias o proyectos de mejora en técnicas de producción, su filosofía sigue basándose en los preceptos de la Producción en Masa, (Womack et al., 1990; Holweg y Pil, 2004).

Producción ajustada

La producción ajustada surge en Japón por Taiichi Ohno y Shingeo Shingo directivos de Toyota, quienes lo llamaron "Toyota Production System", o "Lean Manufacturing", tras la segunda guerra mundial mientras los Estados Unidos seguían produciendo en masa, en Japón, la escasez de recursos, tanto de material, como de mano de obra y de recursos financieros, hicieron nacer una nueva forma de producir que representara menos costes. El objetivo de este sistema era minimizar el consumo de recursos que no añadían valor a un producto y una continuada búsqueda de mejoras, (Womack et al., 1990; Ohno y Wang, 1993; Womack y Jones, 1994; Hollweg, 2006).

La implantación plena del TPS derivó en las siguientes mejoras en estos diferentes aspectos, (Womack et al., 1990).

Las innovaciones realizadas en la mejora de toda la cadena logística fueron:

- Organización de proveedores en filas funcionales. Se lanzan proyectos de mejora a la fila anterior de la cadena. Los proveedores de dicha fila colaboran entre ellos.

- Los proveedores participan en el lanzamiento y desarrollo de los productos dando soluciones al requerimiento de especificaciones funcionales por parte de *Toyota*. Mientras tanto, los productores en masa se dedican al diseño detallado de las piezas a suministrar.
- Hay participación accionarial y financiera entre las diferentes empresas que participan en la red.
- Se comparte personal entre las compañías.
- Se crea un nuevo modo de coordinar el flujo diario de las piezas dentro del sistema de suministro.

Para mediados de los años sesenta la mayoría de las firmas japonesas ya practicaban el nuevo sistema obteniendo enormes ventajas sobre la Producción en Masa. Tal éxito, no fue corroborado en occidente hasta inicios de la década de los ochenta, que es cuando se comienzan a divulgar sus bases bajo los nombres de TPS o JIT mediante la sucesiva publicación de libros tanto por autores estadounidenses y japoneses tales como (Hall, 1981; Monden, 1983; Shingo et al., 1985; Schonberger, 1987a; Ohno y Wang, 1993).

Fue en el año 1990 que es publicado el libro “La máquina que cambió el mundo”, (Womack et al., 1990), en el que el TPS es rebautizado por el término de Producción Ajustada. Este libro recoge en un estudio pormenorizado las claves del éxito japonés en el sector de la automoción y asienta las bases teóricas para que los fabricantes de automóviles situados en el paradigma de la Producción en Masa comiencen su transición hacia la Producción Ajustada, (Holweg y Pil, 2004).

Gaither y Frazier no encuentran diferencias reseñables entre ambos términos. Por otro lado, autores como Hyer y Wemmerlöv identifican la Producción Ajustada como un nombre más moderno para el JIT, aunque reconocen que la Producción Ajustada está más enraizada en el sector de la automoción y que la literatura relevante hace mayor hincapié en conceptos como la producción rítmica (relacionada con el concepto takt time), el empleo de células, y la aplicación del concepto de la cadena o flujo de valor como comienzo para la renovación organizacional, (Hyer, 2002).

Manufactura esbelta

La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota, William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyota entre otros.

La manufactura esbelta es una filosofía de fabricación que busca la optimización a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de pérdidas y trata de incorporar la mayor calidad en el proceso de fabricación. Lo que requiere no solamente de un proceso óptimo, sino que también debe tener menores desperdicios y el mayor ahorro posible. (Leonel., 2015)

El sistema de manufactura esbelta se ha ido desarrollando como una filosofía de excelencia dentro del campo de la manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.
- Mejora continua (Kaizen).
- La mejora consistente de productividad y calidad

Manufactura Esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, Manufactura Esbelta:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción
- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad

La implantación de Manufactura Esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados.

Algunos de los beneficios que genera son:

- Reducción de 50% en costos de producción
- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega (lead time)
- Mejor Calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo

- Disminución de los desperdicios
- Sobreproducción
- Tiempo de espera (los retrasos)

Las 5S es una metodología para reducir y optimizar la productividad manteniendo el área organizada, usando elementos visuales. Es de las primeras actividades de la manufactura esbelta. Entre las 5S se encuentra clasificar, organizar, limpiar, estandarizar y sostener.

Manufactura ágil

Existen autores que definen la fabricación ágil en términos de sus resultados: flexibilidad, rapidez, capacidad de respuesta, reconfigurabilidad, dinamismo, innovación, etc. De forma alternativa, otros autores han tratado de conceptualizar la fabricación ágil en términos de su operatividad o implementación: cooperación, pro actividad, virtualidad, aprovechamiento tecnológico, orientación al mercado, integración, etc. Finalmente, también existen definiciones comprehensivas que tratan de combinar las dos dimensiones anteriormente señaladas entremezclando los resultados derivados de su logro y los medios que hacen operativo dicho concepto.

La fabricación ágil no sólo se basa en la flexibilidad y la capacidad de respuesta al cliente, sino que también considera prioritarios la reducción del coste, la calidad de los productos y la prestación de los servicios demandados por los consumidores (Gunasekaran, 1999; Gunasekaran y Yusuf, 2002). De este modo, los fabricantes ágiles son fabricantes flexibles, capaces de ofrecer productos de alta calidad a un coste reducido, con un servicio superior y mejores condiciones de entrega. En consecuencia, la fabricación ágil supone una ruptura clara con el modelo de trade-offs o incompatibilidades entre los diferentes objetivos o prioridades competitivas de fabricación, permitiendo el desarrollo simultáneo de capacidades o fortalezas en todos ellos.

En cuanto a su implementación, la fabricación ágil se considera un concepto que integra organizaciones, personas y tecnologías en una unidad con significado gracias al despliegue de tecnologías de información avanzadas y estructuras organizativas que potencian el desarrollo de habilidades creativas de la dirección y la fuerza de trabajo y la cooperación intra e inter-empresarial. De hecho, la fabricación ágil se logra integrando en una organización con una estructura de gestión innovadora una base de trabajadores altamente formados, motivados y con poder de decisión, que realizan su trabajo en equipo, con el apoyo de tecnologías flexibles e inteligentes y sistemas para la correcta

gestión del conocimiento y el aprendizaje (Kidd, 1996). Por todo ello, un elemento fundamental de la fabricación ágil es su alejamiento de la producción en masa: la fabricación ágil implica la ruptura con los moldes de la producción en masa para fabricar productos más personalizados en el momento y lugar en que el consumidor los demanda (Sheridan, 1993).

Lo realmente novedoso del concepto de fabricación ágil es la integración en una estructura compacta y orientada de las técnicas, filosofías y herramientas que se han venido desarrollando a lo largo de los últimos treinta años, alcanzando niveles superiores en todos los objetivos o prioridades competitivas de fabricación: eficiencia, calidad, flexibilidad, entregas y servicio. La fabricación ágil se puede definir, por tanto, como un modelo de producción que integra la tecnología, los recursos humanos y la organización a través de una infraestructura informativa y de comunicación que otorga flexibilidad, rapidez, calidad y eficiencia y permite responder de forma deliberada, efectiva y coordinada ante cambios en el entorno.

Manufactura sustentable

La manufactura sustentable (Millar et al., 2011; Jiang et al., 2012) basada en principios de sustentabilidad y desarrollo sustentable, persigue eliminar los desperdicios ambientales en los procesos productivos que de acuerdo a (Wills, 2009) son: Energía (particularmente la eléctrica), agua, emisiones al aire, emisiones al agua, uso irracional de materiales, residuos sólidos y/o peligrosos, transportación y daño a la biodiversidad, mejorando así el desempeño operacional y ventajas competitivas. (Bergmiller et al., 2011) en otro estudio refiere que las plantas de manufactura exitosas en la aplicación de la manufactura esbelta, deberían también ser exitosas al implantar principios sustentables y manufactura sustentable, (Cardozo et al., 2011), refiere que la manufactura esbelta y la manufactura sustentable están vinculadas, y que la falta de adopción de estas provoca una pérdida de la posición competitiva.

No es fácil hacer que los componentes de los productos sean totalmente biodegradables ya que se podría perder la calidad de servicio de éste, por ejemplo: afectaría la efectividad, la duración y la eficacia del producto. Además, en cuestiones de residuos o desechos, no es factible o rentable.

La clave para que una empresa sea exitosa está en que cada vez se vayan encarrilando a una manufactura sostenible, logrando sus objetivos, pero sin perjudicar el medio ambiente y brindar la oportunidad a generaciones futuras para lograr lo mismo. “El concepto moderno de empresa ya no sólo evalúa sus resultados con base en lo económico, sino que cada vez es mayor la tendencia a evaluar el rendimiento de una empresa a través del “triple bottom line” o triple resultado como se conoce en español. Su nombre en inglés representa people (personas), planet (planeta), profit (beneficios).” (Verde, 2013). Esta iniciativa involucra que las personas busquen los beneficios tanto para la empresa y el medio ambiente que es lo que nos preocupa.

En general es de importancia el cuidado de los recursos naturales y la mejor manera es que desde la planeación de un proceso hasta la elaboración de un producto y continuando con su desecho se tenga presente que debe ser sostenible y en caso de que no lo sea, lo mejor será dejar de utilizarlo y buscar otras alternativas.

1.5 Planificación operativa

La planificación operativa abarca todas las actividades encaminadas a programar, controlar y evaluar las operaciones de producción a muy corto plazo, para lograr el cumplimiento del programa maestro con la capacidad disponible y con la mayor eficiencia posible. Ello es aplicable a cualquier tipo de actividad productiva, sea industrial o de servicio, y con cualquier tipo de configuración; eso sí la complejidad y forma de desarrollarlo variará en cada una de ellas.

Hoy en día en las empresas cubanas a la hora de realizar la planificación operativa la línea de desensamble es una de las que presenta mayores dificultades en cuanto a la programación de sus actividades, por lo que es necesario la planeación del desensamble.

1.5.1 Planeación del desensamble

El objetivo de esta actividad es determinar la secuencia de operaciones de desensamblaje que optimicen una determinada función objetivo, a la vez que satisfagan las restricciones físicas que impone la estructura del producto. Entre las funciones objetivos que más comúnmente son usadas se encuentran (Lee y Lee, 2001):

- Minimizar los costos operativos de desensamblaje (tiempo de desensamblaje, manipulación de piezas, etc.).

- Maximizar los beneficios globales del proceso.
- Maximizar el número de componentes rehusados.
- Minimizar el volumen de material enviado al vertedero.

Resulta importante definir primeramente el nivel de desensamblaje, de modo que se conozca cuáles van a ser los componentes que se van a desensamblar, ya que no siempre los desensamblaje completos son la alternativa más adecuada. Determinado el nivel de desensamblaje, se debe decidir el orden en qué se separarán los componentes a desmontar. Existen diferentes formas de representar las distintas alternativas de desensamblaje, entre las representaciones propuestas se encuentran: grafos de unión, dígrafos, lenguajes especializados y el árbol o diagrama AND/OR.

Hay que resaltar que a medida que crece el número de partes a desensamblar se va haciendo mucho más compleja la representación. Por lo que existen varias formas de afrontar la búsqueda en un conjunto tan grande de posibles soluciones (Lambert, 2003). Entre estos métodos se encuentran:

- Programación matemática: estos modelos deben establecer grandes simplificaciones del problema real, para que puedan ser utilizados. Traen como ventaja que al final se llega a un resultado óptimo, pero en cambio, la complejidad para elaborar el modelo es grande, tiene muy poco carácter práctico y se complejiza mucho cuando la cantidad de componentes que lleva el producto es muy grande.
- Inteligencia artificial: estos métodos incluyen técnicas tales como la meta heurísticas o la lógica difusa. Suelen dar lugar a soluciones su óptimas, largos tiempos de cálculo y falta de comprensión de la naturaleza de las soluciones obtenidas. Las soluciones aportadas por este método no son óptimas, aunque no dejan de ser buenas. Las desventajas derivadas de su utilización son similares a las de la programación matemática.
- Reglas heurísticas basadas en la lógica del proceso: ayudan a encontrar una solución, aunque por lo general suelen estar muy lejos de la óptima, aun así, son las más utilizadas en la práctica ya que estas eliminan las desventajas de los anteriores métodos.

Un algoritmo perteneciente a este último grupo, es descrito por (Veerakamolmal y Gupta, 1998) en él, la secuencia de desensamblaje se obtiene considerando como función

objetivo la minimización del tiempo necesario para desensamblar y extraer todos los componentes elegidos. En este método se representa el producto en forma de árbol de desensamblaje, donde:

- A0: nodo superior (padre).
- AK: nodos inferiores (padres, pero hijos de A0).
- PK: componentes hijos.
- tD: tiempo de desensamblaje de un subensamble.
- tE: tiempo de extracción de un componente.
- HD: holgura (tiempos inactivos) que en la sección de desensamblado produce la secuencia elegida.
- HE: holgura o tiempo inactivo en la extracción.

Procedimiento para la planeación del desensamblaje

1. Comenzar por AK el de mayor número que contenga algún componente a extraer (empezar por los padres inferiores).
2. Si de AK solo cuelgan componentes PK, la secuencia será: AK, PK1, PK2, ..., PKn no sea tD, tE1, tE2, ..., tEn. Es importante aclarar que los tiempos de extracción de los componentes no tienen que seguir un orden en particular.

$$HDK = \sum tE (PK)$$

$$HEK = tD (AK)$$

3. Si de un padre cuelgan uno o más padres (Aj1, ..., Ajn), entonces la secuencia es: tD del padre superior, Ω_1, Ω_2 .

Ω_1 =(los padres Aj para los cuales $HE \leq HD$), es decir aquellos que tengan mayor o igual holgura e desensamble que en extracción. Si hay varios se colocan en orden creciente de HE, es decir comenzando por el de menor holgura.

Ω_2 = (los padres Aj para los cuales $HE > HD$), los que tienen mayor holgura en extracción. Si hay varios se ubican en orden decreciente de HD, comenzando por el de mayor HD.

1.5.2 Técnicas empleadas en la ejecución y control de la producción

Esta etapa (también denominada Gestión de Talleres) engloba un grupo de actividades dentro de las empresas fabriles, las cuales están encaminadas a programar, controlar y evaluar las operaciones de producción, propiciando que se logre el plan de materiales y

con ello, el programa maestro, el plan agregado y los planes y objetivos estratégicos de la empresa (Adam y Ebert, 1991; Vollmann, 2000).

Los objetivos de esta etapa pueden variar de una empresa a otra, aunque existen dos que generalizan el criterio de muchas de ellas (Dilworth, 1993):

1. Un nivel de servicio al cliente (cumplimiento del programa maestro de producción).
2. Tratar de realizar la producción al menor costo posible.

Para el logro de estos objetivos es necesario realizar un conjunto de acciones que den respuesta a las preguntas siguientes:

1. ¿Cuándo se puede emitir una orden de producción?
2. ¿Qué órdenes ejecutar en cada puesto?
3. ¿En qué orden se realizan los trabajos?
4. ¿Cuándo debe comenzar y terminar cada trabajo?
5. ¿Existen divergencias entre lo planificado y los resultados de la ejecución?

Para dar respuesta a la primera interrogante es necesario comprobar si existen los materiales necesarios para la elaboración del pedido y si la disponibilidad de capacidad es suficiente o no. Cuando existen problemas deben propiciarse medidas de ajuste.

Una vez que se puede lograr el pedido es que se emite la orden de producción; para llegar a cumplimentar esta, es necesario realizar la asignación, secuenciación y programación detallada, para de esta forma dar respuesta a las restantes interrogantes.

Asignación

Esta actividad es la que permite determinar qué operaciones se realizarán en cada centro de trabajo, teniendo en cuenta siempre que el tiempo total de procesamiento sea el menor posible para minimizar los costos.

Según el criterio de varios autores (Monks, 1991); (Schroeder et al., 1991); (Dilworth, 1993) son diversas las técnicas que permiten cumplimentar dicha actividad, las cuales tienen sus particularidades de aplicación, ventajas y desventajas que pueden consultarse en las obras citadas, las fundamentales son:

1. El método de prueba y error basado en gráficos de Gantt.
2. Método Húngaro.

3. Soluciones heurísticas; la más utilizada es el método de los índices.
4. Modelos particularizados de la Programación Lineal.

Secuenciación

El objetivo de esta actividad es establecer la secuencia de pasos de los pedidos por los centros de trabajo para cumplir las fechas de entrega con el menor volumen de inventario y recursos posibles. La forma de desarrollarla dependerá del tipo de configuración que se trate (Fundora Miranda, 1987); (Vollmann y Whybark., 1991); (Fernández Sánchez y Vázquez Ordas, 1994); (Render y Heizer, 1996). En el cuadro 1.1 se asocian las técnicas y el tipo de configuración.

Domínguez Machuca (1995) plantea que, además de estas técnicas, existen otras para resolver estos problemas (optimizadoras, heurísticas o de simulación). Sin embargo, en muchos casos su aplicación práctica es difícil de implementar, debido a lo restrictivo de la hipótesis de partida y de la complejidad de los problemas, en los cuales el número de soluciones a rastrear es muy alto. Ello hace que, en la práctica, se utilicen con más frecuencia técnicas heurísticas o de prueba y error, lográndose soluciones que, sin ser óptimas, pueden considerarse aceptables.

Cuadro 1.1. Principales técnicas de secuenciación de acuerdo al tipo de configuración

Tipo de Configuración	Fabricación en línea de grandes lotes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Técnica para Secuenciación en una sola máquina o instalación. <ul style="list-style-type: none"> • Algoritmo de Kauffman. • Algoritmo Húngaro. • Métodos optimizadores. • Soluciones heurísticas. • Reglas de prioridad. <ul style="list-style-type: none"> ◆ ROT (Run Out Time) o tiempo de agotamiento. ◆ Ratio crítico. 2. Técnicas para la Secuenciación en varias máquinas. <ul style="list-style-type: none"> • Regla de Jonhson para N trabajos y 2 máquinas. • Extensión de Jonhson para N trabajos y 3 máquinas. • CDS (Campbell, Dudeck, Smith) para N trabajos y M máquinas. • Reglas de prioridad para N trabajos y M máquinas.
	Fabricación Job-Shop, donde los trabajos tienen diferente secuencia tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Prueba y Error: El gráfico de Gantt. • Reglas de Prioridad • Método de los seis pasos para N trabajos y 2 máquinas. • La teoría de cola. • Simulación

Fuente: Elaboración propia

Programación detallada

Esta actividad pretende dar respuesta a cuál debe ser el momento de inicio y fin de cada trabajo en los respectivos centros de trabajo. Las técnicas más usadas según el criterio de varios autores (Schroeder et al., 1991; Vollmann y Whybark., 1991; Fogarty, 1994; Arana Pérez y Ochoa Laburu, 1995; Chase, 2000; Heizer y Render, 2000; Klassen, 2002) son:

- Programación hacia adelante y hacia atrás utilizando Gráficos de Gantt.
- La lista de expedición.
- Programación a capacidad finita.

La última actividad dentro de esta etapa es el control, que no deja de tener importancia, ya que permite determinar cuál es el comportamiento del sistema con respecto a lo planificado, debiendo quedar claro que no sólo se desarrolla en este nivel, sino que debe cumplirse en cada uno de los restantes niveles.

Existe un conjunto de indicadores que sirven como herramientas para el control, pudiendo particularizarse en dependencia del nivel de agregación. Estos son:

- Volumen de producción.
- Aprovechamiento de las capacidades.
- Variación periódica de inventarios.
- Desviaciones sobre el costo estándar.
- Fechas de entrega.
- Índices de productividad y ocupación de los recursos.
- Tiempo de retraso en la entrega.
- Errores en las entregas.

1.6 Procedimientos para la mejora continua del sistema de planificación y control

Muchos autores proponen diferentes procedimientos para la mejora continua del sistema de planificación y control, a continuación, se muestran solo dos de los encontrados en tesis doctorales de la bibliografía científica consultada pues los demás son de tesis de maestría derivados de estas tesis doctorales.

1. Procedimiento para la mejora continua del sistema de planificación y control de la reparación de motores propuesto por (Ramos Gómez, 2002):

El procedimiento propuesto para la mejora continua del sistema de planificación y control de la reparación de motores, permite la estructuración del sistema de planificación de estos recursos, a partir de las características de dicho servicio y la contextualización de herramientas específicas del ámbito de la manufactura, lo que contribuye a una mejor gestión y utilización de los mismos en las organizaciones objeto de estudio.

Los objetivos del procedimiento son los siguientes:

1. Mejorar la eficiencia y eficacia del proceso de planificación y control del servicio de reparación de motores.
2. Diagnosticar el estado de la gestión productiva en organizaciones dedicadas a la reparación de motores y las condiciones en que se desarrolla esta actividad.
3. Establecer cuáles deben ser los portadores de la mejora como vía hacia el logro de la eficiencia global del sistema y la mejora continua.
4. Determinar la estructura del sistema de planificación y control del servicio de reparación de motores, así como los procedimientos necesarios para desarrollar cada uno de los planes y programas.

5. Seleccionar y aplicar las técnicas y métodos adecuados dentro de cada procedimiento para desarrollar los planes y programas.
6. Proporcionar un programa integral de preparación del personal de las organizaciones dedicadas a la reparación de motores, que les permita operar el sistema y mejorarlo continuamente.

Este procedimiento está sustentado por varios principios básicos:

Mejora Continua: El procedimiento garantiza la retroalimentación sistemática para lograr una serie de cambios pequeños e incrementales sin grandes desembolsos de capital, además de contribuir al desarrollo de la capacidad de aprendizaje de la organización.

Flexibilidad: El procedimiento tiene potencialidades para adaptarse con racionalidad tanto a los cambios provenientes de un entorno muy dinámico, como a los que se producen en lo interno de la organización, sin que se produzcan cambios significativos en su estructura, métodos y procedimientos de trabajo.

Participativo: Este principio es inherente al procedimiento y está presente, prácticamente, en todos los pasos del mismo, donde de una forma u otra, desde la alta dirección hasta los trabajadores, tienen algún nivel de participación en el logro de las mejoras.

Integrador: Considera la integración del sistema de planificación y control, en mayor o menor medida, con las diferentes áreas funcionales de la empresa para acoplarse racionalmente a lo interno y con los elementos implicados del entorno donde se desempeña la organización.

Transparencia y parsimonia: La estructuración del procedimiento y su consistencia lógica, a la vez que permite cumplir los objetivos para los cuales fue diseñado, es sencillo, comprensible y práctico, permitiendo su rápida asimilación por parte de las personas que se inician en su explotación.

Racionalidad: El procedimiento debe operarse con los menores costos posibles.

Coherencia y pertinencia: La posibilidad que tiene el procedimiento de ser aplicado para mejorar el sistema de planificación y control en empresas dedicadas a la reparación de motores y de ser coherente con los planes de desarrollo económico - social del país y del territorio (fundamentalmente de la provincia de Villa Clara).

Este procedimiento fue diseñado para empresas que se dediquen a los servicios de reparaciones, consta de siete pasos en los cuales se le da respuesta a los objetivos que se persiguen con su aplicación.

2. Modelo para la mejora continua de la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias propuesto por (Marques, 2013):

El modelo propuesto para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias, permite la estructuración del sistema de planificación de estos recursos, a partir de las características clínicas de sus pacientes y la contextualización de herramientas específicas del ámbito de la manufactura, lo que contribuye a una mejor gestión y utilización de los mismos en las organizaciones objeto de estudio.

Este modelo tiene como objetivos los siguientes:

1. Brindar el instrumentario metodológico necesario para que las instituciones hospitalarias realicen la planificación de sus medicamentos y materiales de uso médico, centrado en las características clínicas de los pacientes, lo que contribuye a la mejora en la gestión y utilización de sus recursos.
2. Diagnosticar el estado actual y las perspectivas de las actividades de planificación de operaciones en las instituciones hospitalarias.
3. Definir los GRDs y CDMs que se ponen de manifiesto en las instituciones hospitalarias.
4. Lograr que los planes de demanda, maestro y agregado de admisión, así como, el plan de volumen aproximado de carga de los procesos propuestos formen parte de la gestión de la institución.
5. Diseñar el Sistema de planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias (SPMHOSP) basado en la lógica fundamental de un MRP II.

Para la aplicación de este modelo hay que tener en cuenta una serie de premisas:

- Existencia de la planificación estratégica: constituye la base para el despliegue de la planeación táctica y operativa. Conocer la situación, interna y externa, de la institución permitirá ajustar los planes operacionales para acercarlos a su desempeño real.

- Compromiso de la alta dirección: elemento clave para la implementación del instrumentario propuesto por los cambios que introduce en la gestión de la institución hospitalaria.
- Disposición al cambio: permite asimilar la nueva forma de administrar el hospital; así como las nuevas prácticas y su incorporación en el actuar diario, tanto para los directivos como para los trabajadores.
- Suficiencia informativa: necesaria para disponer de la información requerida que permita la aplicación y tratamiento del instrumentario metodológico propuesto.

Una vez analizadas las premisas de este modelo a continuación se exponen, de forma simplificada, los principales elementos que integran el modelo:

El Plan de Demanda Pronosticada.

Se constituye a partir del pronóstico cuantitativo de la demanda de los GRDs que se manifiestan en el hospital y se complementa con un análisis cualitativo.

El Plan Agregado de Admisión.

Se refiere a la variante para este caso del plan agregado de producción de la manufactura, el cual para su elaboración tiene en cuenta la planificación estratégica, el análisis del entorno, los pronósticos de demanda y la planificación de las instalaciones. Utiliza como unidad agregada las CDMs.

El Plan Maestro de Admisión.

Se trata de la homología del Plan Maestro de Producción de la manufactura. Consiste en la distribución de los pacientes planificados a entrar en el hospital por GRD en los distintos intervalos de tiempo.

El Sistema de planificación de medicamentos y materiales de uso médico (SPMHOSP).

En el que se realiza la planificación de los recursos hospitalarios siguiendo una lógica similar a la de un MRPII, para lo cual se auxilia de una lista de recursos por GRD análoga a la lista de materiales (BOM) de la manufactura.

La definición de los GRDs.

Están relacionados de forma ineludible con cada uno de los elementos del modelo.

El modelo cuenta, además, con un sistema de retroalimentación que permite su actualización y le brinda un enfoque de mejora continua.

Constituye una de las premisas del modelo la suficiencia informativa, como se puntualizó anteriormente, para la que es necesario un sistema informativo eficiente, flexible, transparente, oportuno y relevante, que tenga significado para el clínico, dado que éste va a ser clave para mejorar la calidad asistencial y la eficacia en la asignación de recursos.

El modelo cuenta de siete fases e incluye seis procedimientos específicos, así como un grupo de herramientas las cuales darán respuesta a los objetivos de dicho modelo.

Después de planteados los procedimientos para la mejora continua del sistema de planificación y control se decide seleccionar el procedimiento propuesto por Ramos Gómez (2002) para su aplicación en los servicios de reparaciones de montacargas ya que presenta un alto grado de flexibilidad, así como adaptabilidad a la hora de su aplicación, existiendo también gran similitud en los campos de aplicación de dicho sistema.

Como se ha podido apreciar, para la selección y aplicación de un procedimiento de mejora continua del proceso de planificación y control de una empresa es indispensable el conocimiento de las características de la misma, para así garantizar que el procedimiento seleccionado permita lograr los objetivos estratégicos de la empresa.

1.7 Caracterización del servicio de reparaciones de montacargas

Actualmente los servicios se han convertido en una actividad fundamental para la economía cubana. Los mismos han transitado, desde ser el sector improductivo de la economía hasta el sector reconocido y admitido a jugar un papel protagónico en la economía contemporánea (Larrea, 1991). Según (ISO, 1994), los servicios es el resultado generado por actividades de la interfaz entre el suministrador y el cliente donde se evidencia que este proceso, además de ser una actividad económica, es un sistema de relaciones sociales.

Tomando como referencia las características de la manufactura, los servicios en general y el servicio de reparaciones de motores anexo 1, dadas por (Ramos Gómez, 2002) se puede decir que el servicio de reparaciones de montacargas tiene aspectos comunes con el servicio de reparaciones de motores, marcando la diferencia en cuanto que en las reparaciones de montacargas los únicos componentes que se recuperan son el chasis, el contrapeso y el tapacete poniendo todos los otros componentes nuevos, se incluye el

servicio de chapistería y pintura del equipo. También cuenta con una unidad móvil de asistencia técnica.

El servicio de reparaciones de montacargas es de suma importancia para la economía cubana pues le proporciona al país ahorros sustanciales con la sustitución, al no tener que invertir en la compra de nuevos equipos para sus producciones. Las empresas dedicadas a las reparaciones de montacargas deben contar con un proceso flexible, tanto en la organización como en la planificación y programación de la producción, para poder satisfacer las exigencias de los clientes.

El proceso tecnológico de reparaciones de montacargas cuenta con las fases siguientes:

1. Desarme del conjunto.
2. Desarme del subconjunto.
3. Limpieza, comprobación, sustitución o reparación de cada elemento.
4. Arme y prueba.

De las tres empresas con las que hoy cuenta el país dedicadas a la prestación del servicio de reparaciones de montacargas, la UEB Moncar Centro es la única que se dedica a las reparaciones capitales de dichos equipos, teniendo en su misión contemplado que el servicio de reparaciones de montacargas debe ser ejecutado con rapidez y a su vez contener la calidad requerida para así poder satisfacer las necesidades de los clientes.

El servicio es realizado por pedidos, por la gran variedad de clientes, aunque la variedad de montacargas a reparar no es muy alta. La realización de los planes estratégicos, anuales y operativos se realizan de forma empírica sin tener en cuenta los procedimientos y técnicas existentes para la planificación de las operaciones por lo que presentan problemas en los plazos de entrega a los clientes.

1.8 Conclusiones parciales

1. La jerarquización del sistema de planificación y control de la producción logra una integración vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos; pero para lograr la integración general de la empresa como un todo es determinante el vínculo con todas sus áreas, por lo que para el servicio de reparaciones de montacargas la integración entre las áreas es de gran importancia.

2. Existen un grupo de filosofías de Gestión de las Operaciones (MRP, TOC, JIT, etcétera), orientadas a la búsqueda del logro de la mejora continua, aplicadas con éxito en diferentes organizaciones. Sin embargo, hay que tener en cuenta las nuevas tendencias de las mismas las cuales están dirigidas a la obtención del éxito en la actualidad en que se desarrollan las empresas.
3. La planificación operativa en las empresas es de suma importancia pues permite lograr los objetivos a largo y mediano plazo, dentro de esta la planificación del desensamble logrando una secuencia óptima de desensamblaje de los equipos para así satisfacer las necesidades de los clientes.
4. El procedimiento de mejora continua para el sistema de planificación y control seleccionado fue el propuesto por Ramos Gómez (2002) por su alto grado de flexibilidad y adaptabilidad a la hora de su aplicación en el servicio de reparaciones de montacargas.
5. El proceso de reparaciones de montacargas posee características que lo diferencian de la manufactura y sistemas de producción convencionales, lo que hace más complejas las tareas de planeación, programación y control de sus operaciones.

Capítulo II

Capítulo II: Procedimiento para la mejora continua del sistema de planificación y control a nivel operativo en la UEB Moncar Centro.**2.1 Introducción**

Con el propósito de darle respuesta al problema de investigación planteado en el capítulo I de esta investigación, el presente capítulo tiene el objetivo de ajustar el procedimiento de mejora continua del sistema de planificación y control de la producción propuesto por Ramos Gómez (2002) a las condiciones de los servicios de reparaciones de montacargas.

2.2 Procedimiento para la mejora continua del sistema de planificación y control a nivel operativo en el servicio de reparaciones de montacargas

No existe empresa que no tenga necesidad de adaptarse al entorno que la rodea, aún más en los momentos actuales en que este cambia con gran rapidez, debido a los progresos de la tecnología y por las expectativas cambiantes de los clientes. Si se toma en consideración que la planificación y control de producción depende en muchos casos de la capacidad de adaptación, se hace necesario dotar a la empresa de herramientas que le permitan la mejora de dicho sistema de forma continua.

El procedimiento propuesto para la mejora continua del sistema de planificación y control de la producción del servicio de reparaciones de montacargas se muestra en la Figura 2.1, cuyos pasos se describen a continuación:

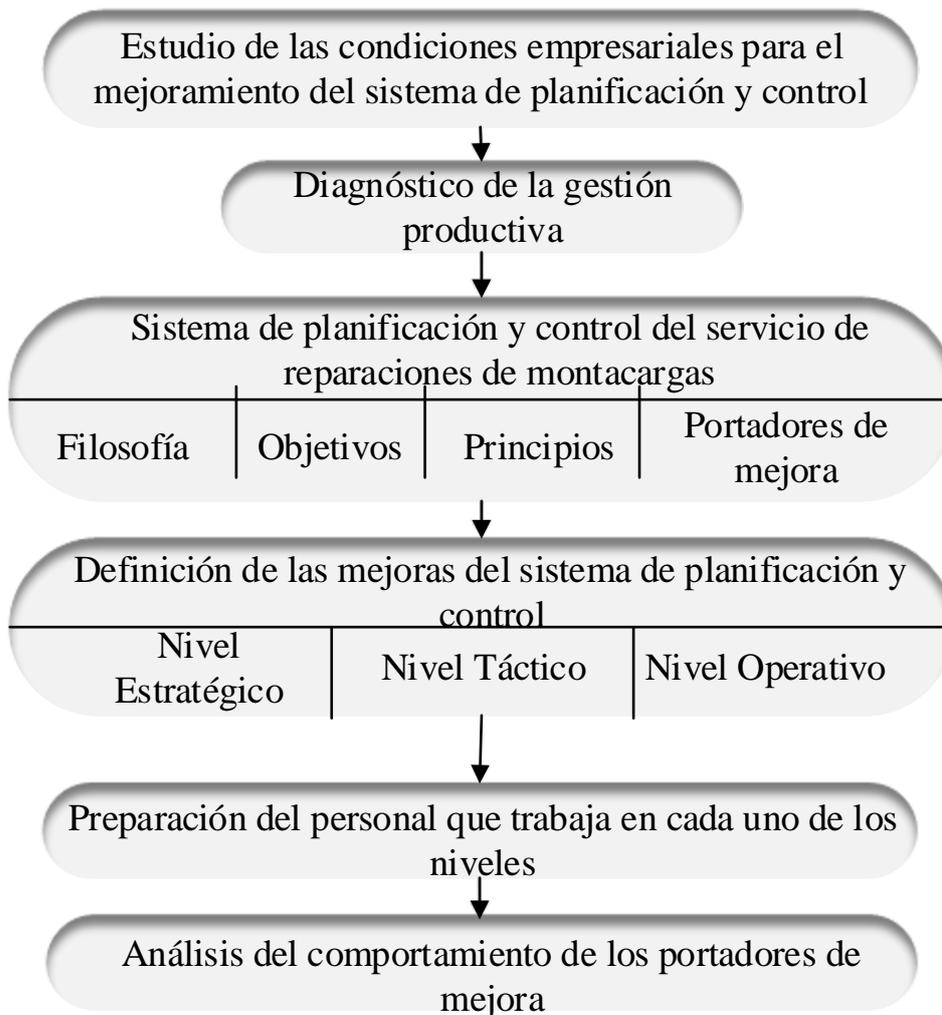


Figura 2.1: Procedimiento para la mejora continua del sistema de planificación y control de la producción (**Fuente:** Modificado a partir de Ramos Gómez, 2002)

Paso 1. Estudio de las condiciones empresariales para el mejoramiento del sistema de planificación y control del servicio de reparación de montacargas.

Este es un paso de concientización y determinación de la factibilidad de aplicación del procedimiento propuesto y de generación de la necesidad. En este paso es necesario hacer un análisis integral que incluya la satisfacción, en mayor o menor medida, de las premisas de aplicación siguientes:

- Que se utilice la planeación estratégica como método general de planeación.
- Establecimiento de los compromisos de la alta dirección en la organización, a enfrentar un proceso de cambio que conduzca a lograr la máxima eficiencia, eficacia y competitividad, centrado en la satisfacción del cliente.

- Posibilidad que tenga la organización de constituir equipos de trabajo, necesarios para el desarrollo del estudio, y entrenar al personal en las técnicas más utilizadas en la aplicación del procedimiento.
- Disponibilidad de los recursos necesarios para el comienzo del proceso de mejora continua y la aplicación de las soluciones.
- Existencia de un mínimo de información confiable sobre ventas, demanda, costo, normas de trabajo y el comportamiento estadístico de los componentes para las reparaciones de montacargas.

Paso 2. Diagnóstico de la gestión productiva.

Este paso contiene la realización de un diagnóstico previo del proceso de planificación y control de la producción para así conocer la situación actual de la entidad en la cual se desarrolla la entidad objeto de estudio identificando las posibles causas que provocan un comportamiento negativo e inciden negativamente en el desempeño de la organización.

Para la realización del diagnóstico de la gestión productiva se propone el procedimiento mostrado en la Figura 2.2, el cual permite determinar las oportunidades de mejora, valorando tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. Según (Ramos Gómez, 2002) todo diagnóstico organizativo debe abarcar aspectos claves como los siguientes: las principales exigencias técnico-organizativas que le impone el entorno al sistema productivo; los elementos y principios de organización de la producción que precisan ser analizados en éstos; la determinación de los principales problemas relacionados con la planificación y control de la producción, dándole un nivel de prioridad a los mismos a través de la aplicación de encuestas a una muestra representativa de la fuerza de trabajo activa en la organización, con el apoyo de métodos de expertos y técnicas de trabajo en grupo; y como colofón, el cálculo del nivel de excelencia organizativa industrial.

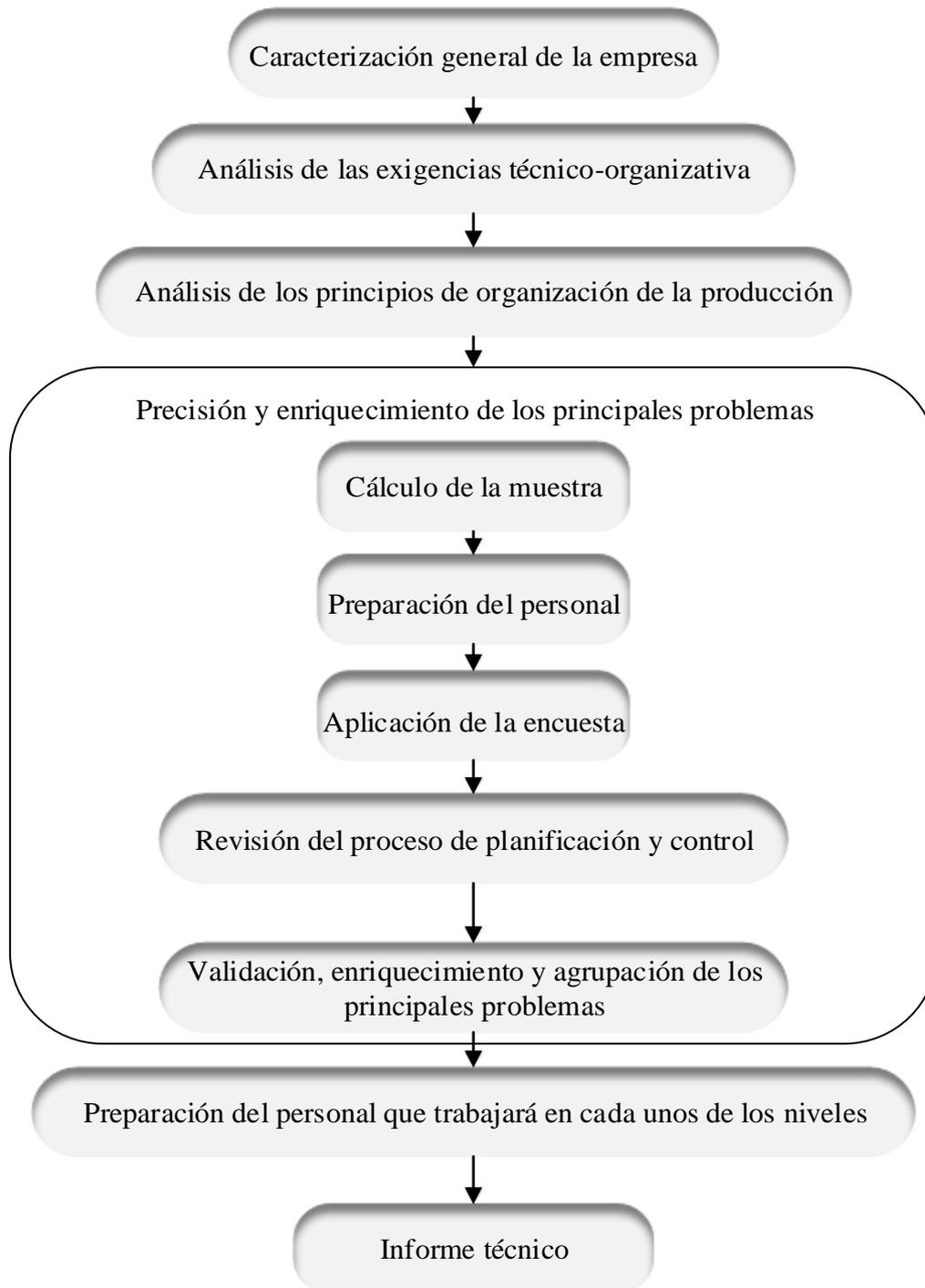


Figura 2.2: Procedimiento para el diagnóstico de la gestión productiva (Fuente: Modificado a partir de Ramos Gómez, 2002)

Paso 3. Definición de la filosofía, principios, objetivos y portadores de mejora del sistema de planificación y control del servicio de reparaciones de montacargas.

La filosofía del sistema de planificación tiene que estar afín con los objetivos y estrategias de la empresa y requiere que la sustenten unos objetivos claros y precisos para facilitar la

toma de decisiones. Estos objetivos a su vez deben estar en correspondencia con los principios de la filosofía lo cual ofrece una visión de si se está trabajando con dicha filosofía. En este paso también se definen los portadores de mejoras los cuales nos propician la mejora continua del sistema.

Paso 4. Definición de las mejoras del sistema de planificación y control del servicio de reparación de montacargas.

Conociendo cuál es el estado deseado y el que presenta la empresa luego de realizado el diagnóstico, es ineludible buscar las mejoras que permitan avanzar del uno al otro. Estas mejoras pueden incluir desde pequeñas modificaciones en los sistemas, hasta el rediseño del mismo acorde a las particularidades que se presentan en cada caso.

Para ello se desarrollan las herramientas para llevar a cabo cada uno de los planes y programas, de acuerdo a las características propias del servicio que se presta en la entidad. La selección más adecuada de dichas técnicas y métodos permite lograr de la forma más eficiente los objetivos trazados y facilita una toma de decisiones acertada, encaminada hacia el logro de la(s) mejora(s) del sistema y el cumplimiento de la filosofía general.

La realización de esta tesis se va a centrar en el mejoramiento de la planificación operativa.

Procedimiento para la planificación a nivel operativo

Aunque el plan trimestral establece las cantidades de montacargas a reparar en cada momento del horizonte temporal, no es suficiente la concreción de un programa para que cada trabajador conozca la actividad concreta que ha de desarrollar en cada momento para su cumplimiento, de forma que se logren los objetivos establecidos en sucesivos niveles, por lo que en esta fase es necesario determinar el programa de operaciones, cuyo procedimiento se muestra en la Figura 2.3.

La determinación de las órdenes de reparación (1) para el horizonte de programación (un mes) es el inicio del procedimiento planteado, ya que debe conocerse con un mayor grado de precisión los montacargas que se deben reparar y si existen los componentes necesarios para cada uno. Posteriormente se determinan los tiempos tecnológicos de algunas operaciones con importancia a la hora de realizar la programación detallada (2), luego se establece el orden en que debe realizarse cada trabajo (3) según las reglas: “se reparan primero aquellos montacargas que tengan fecha de entrega más temprana” y “el primero

que entra es el primero que sale”. El paso siguiente es realizar la asignación de cada orden a cada mecánico tratando siempre que exista un equilibrio entre las cargas asignadas; cuando no existe este se debe dar montacargas a aquellos mecánicos más rápidos.

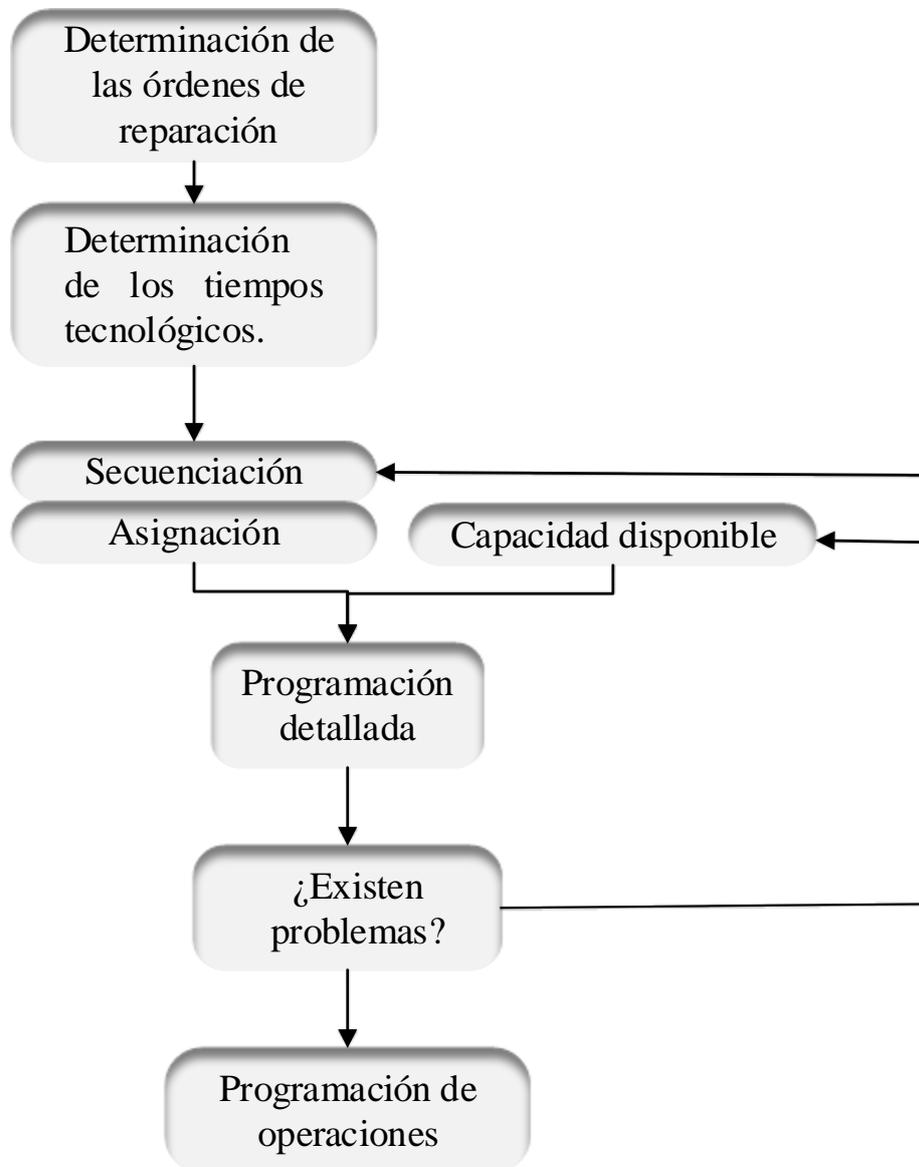


Figura 2.3: Procedimiento para la determinación del programa de operaciones (Fuente: Modificado a partir de Ramos Gómez, 2002)

Una vez que se conoce el trabajo que le corresponde a cada obrero, se realiza la programación detallada (5), obteniéndose las fechas de inicio y terminación de cada trabajo. Para esto se tiene en cuenta la disponibilidad de capacidad (6), y si existiera conflicto deben tomarse medidas de ajuste de la capacidad o realizar una nueva asignación, tratando siempre que se logre el mínimo tiempo de realización de los trabajos,

bajo costo y el cumplimiento del volumen de reparación, de lo contrario quedará conformado el programa de operaciones (8).

Paso 5. Completamiento de la preparación del personal que trabaja en cada uno de los niveles del sistema.

La preparación de todo el personal que trabaja en cada uno de los niveles del sistema juega un papel fundamental; de la calidad de su trabajo depende en gran medida el éxito posterior en la aplicación de las propuestas para la mejora del sistema de planificación y control de la producción. La transición de un método a otro requiere de instrucción y capacitación de las personas que trabajan en puestos diversos. Esto es así, sobre todo, cuando una empresa cambia de un sistema principalmente informal a uno formal. La alta gerencia, los gerentes y el personal de taller requieren capacitación e instrucción. Pueden cambiar las técnicas de planeación de producción; por consiguiente, es necesario que todo el personal comprometido comprenda los objetivos de estas técnicas y cómo trabajan.

Paso 6. Análisis del comportamiento de los portadores de mejora.

Una vez aplicado el procedimiento es necesario comprobar si este satisface los portadores de mejora enunciados en un primer momento, de lo contrario se debe regresar al paso 4 y analizar que otro aspecto puede ser cambiado. Si luego de aplicar los nuevos cambios aún no se satisface las necesidades se vuelve al paso 2 a repetir el diagnóstico y detectar nuevas dificultades. Si todo lo anterior no es suficiente se comienza nuevamente desde el primer paso. Este paso es esencial en el procedimiento pues es el que pone en práctica la mejora continua del proceso.

2.3 Aplicación del procedimiento para la mejora continua del sistema de planificación y control a nivel operativo en la UEB Moncar Centro

En este epígrafe se muestran los resultados de la aplicación del procedimiento descrito en el epígrafe anterior, específicamente aplicado a los servicios de reparaciones de montacargas en la UEB Moncar Centro, con el objetivo de mostrar un ejemplo de cómo dar solución a la situación problemática planteada.

Paso 1. Estudio de las condiciones empresariales para el mejoramiento del sistema de planificación y control de la producción

La UEB Moncar Centro no utiliza la planeación estratégica como método general de planeación y su alta dirección está comprometida a enfrentar un proceso de cambio que

conduzca a lograr la máxima eficiencia, eficacia y competitividad, centrado en la satisfacción del cliente. La empresa cuenta con un personal capacitado para constituir equipos de trabajo, así como la disponibilidad de los recursos y la información necesaria para el comienzo del proceso de mejora continua y la aplicación de las soluciones.

Paso 2. Diagnóstico de la gestión productiva en la empresa

Primera Etapa: Caracterización general de la entidad analizada.

La Empresa de Servicios y Comercialización de Equipos Automotores y de Manipulación de Cargas (MONCAR), perteneciente al grupo empresarial GESIME fue creada en febrero de 1995. Cuenta con tres UEB distribuidas en todo el país (occidente, centro y oriente). La UEB objeto de estudio en esta investigación es Moncar Centro, que abarca las provincias: Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara, Santis Spíritus, Ciego de Ávila y Camagüey. La UEB Moncar Centro está estructurada como aparece en el anexo 2.

Misión

La UEB Montacargas Centro tiene la misión de organizar, regular, dirigir, ensamblar, alquilar y controlar la producción y desarrollo de medios de manipulación de cargas, así como sus partes, piezas y agregados. A partir de la aplicación de las políticas y lineamientos aprobados, con el fin de lograr producciones competitivas en el mercado nacional y foráneo y apoyar el desarrollo socio-económico del país.

Visión

Ser líderes productores de equipos de manipulación de cargas, gestionar al 100% los servicios de asistencia técnica, así como las reparaciones, remotorizaciones, chapistería, pintura, montaje y puesta en marcha de los equipos de manipulación de cargas y automotores para satisfacer al creciente mercado no cubierto aún. Utilizando tecnologías de punta, con competitividad en el mercado.

Desde sus inicios se constituyó con personal altamente calificado proveniente de otras entidades y en su proceso de desarrollo ha ido adquiriendo y preparando el personal de nuevo ingreso, necesario para asegurar un notable incremento en sus niveles de actividades.

Los servicios que hoy comercializa Moncar Centro se brindan a los distintos sectores de la economía nacional, y están dirigidos fundamentalmente a la atención del Programa de

Ambulancias y al de Equipos de Manipulación de Cargas, siendo éste último el que lo distingue del resto de la competencia, por su posición de líder en este segmento del mercado.

La UEB cuenta con una fuerza laboral de 69 trabajadores, dividida en las categorías que se muestran a continuación:

Tabla 2.1: Cantidad de trabajadores que integran la UEB.

Categoría	Cantidad	%
Dirigente	2	2.89
Obrero	49	71
Técnico	15	21.74
Servicio	3	4.34
Total	69	100

Fuente: Elaboración propia.

Entre los proveedores con que cuenta la UEB se encuentran:

1. Empresa China Auto Caiec LTD
2. Almacenes Universales SA
3. Pinturas Vitral
4. DIVEP
5. CIMEX
6. Planta Mecánica

Los clientes a los que la UEB les presta servicio son los siguientes:

1. Empresa de conservas y vegetales de todas las provincias que dicha UEB atiende.
2. CIMEX
3. Empresa de Materiales de la Construcción
4. Almacenes Universales SA
5. Empresa de Productos Alimenticios
6. Lácteo

7. Cervecería Manaca
8. Fábrica Cervecería Tíxima
9. Empresa de Fertilizantes
10. Derivados del Acero
11. ENCOME
12. TRD
13. ITH
14. Planta Mecánica
16. Empresa de Cemento
17. Puerto Angola Nuevitas

El flujo de materiales comienza desde que la UEB confecciona su plan anual de producción, el cual es enviado a la Habana donde se encuentra ubicada la casa matriz de MONCAR. Es en este momento donde entra a jugar la empresa importadora DIVEP, la cual es la que realiza los contratos y compra a los proveedores en este caso China. Cuando los materiales llegan al puerto Mariel, son trasladados a los almacenes centrales de MONCAR, para luego ser distribuidos por todas las UEB. Cuando dichos materiales llegan a MONCAR Centro, comienza su proceso productivo de reparaciones de montacargas ya sean capitales, medianas o pequeñas; para después ser entregados a los clientes.

En el flujo informativo, se utilizan varias vías a través de PSI (chateo), correo e intranet, sube y baja la información entre la UEB y la casa matriz en los diferentes momentos del flujo material ya que continuamente se realizan controles de calidad los cuales definen la compra, el procesamiento y la utilización de las diferentes materias primas.

Flujo financiero se llevan a cabo por la casa matriz la cual se encarga del pago a los proveedores extranjeros. La empresa cuenta con tarjetas de gastos con las cuales se les paga a los proveedores nacionales por medio de cheques.

Esta etapa culmina con la clasificación del tipo de sistema de producción de la forma siguiente:

En la empresa objeto de estudio, la prestación del servicio de reparación de montacargas según la relación producción-consumo se clasifica como entrega directa con cobertura en el ciclo de entrega ya que a todo cliente se le establece un plazo para recibir el pedido posterior a su producción, para protegerse de posibles perturbaciones. El proceso productivo se lleva a cabo por pedidos, ya que la empresa trabaja en función de las solicitudes que se realizan en el transcurso del año. El elemento fundamental a optimizar es el ciclo de producción, para lograr que el proceso de producción en sus diferentes etapas sea lo más corto posible, lo que no quiere decir que no se incida sobre los demás elementos del sistema.

Segunda Etapa: Análisis de las exigencias técnico-organizativas.

Capacidad de reacción

A raíz de la carencia de datos suficientes para realizar los cálculos se hace necesario un análisis a partir de la experiencia del personal que realiza esta labor, considerándose que en los contratos se establece una fecha de entrega a los 30 días, en reiteradas ocasiones la entrega pasa más allá de los 30 días por lo que no se cumple con lo planificado. Estos incumplimientos son ocasionados principalmente por la incorrecta planificación de la demanda, así como que no se aplican ningún método a la hora de realizar dicha planificación.

Fiabilidad

Según lo planteado para el análisis de la capacidad de reacción se puede constatar que la fiabilidad del sistema no tiene un comportamiento favorable, aunque la empresa está en condiciones para producir el volumen deseado en el tiempo previsto, en ocasiones existen afectaciones por diferentes problemas que inciden de manera directa en la fiabilidad de la misma, encontrándose entre estos:

- La incorrecta planificación de la demanda.
- Ciclos de reparaciones largos.
- Atrasos en el suministro de materias primas y piezas.
- Tecnología obsoleta.

Flexibilidad

En este aspecto, el medio exige que la capacidad de adaptación de la organización sea tal que los cambios de producción y recursos se realicen en poco tiempo y a un bajo costo. Aunque la misma puede ser analizada desde diferentes puntos de vista, generalmente resulta suficiente enfocarla a partir de los medios de trabajo, objeto de trabajo y la fuerza de trabajo.

No obstante, a la existencia de las expresiones existentes para su determinación, el análisis que se hace de esta exigencia es cualitativo, debido en lo fundamental a la no disponibilidad de datos en el momento de realizar el estudio.

Los procesos de servicios con que cuenta la UEB se pueden considerar como flexible, ya que tienen todas las condiciones creadas para asimilar las reparaciones de todos los tipos de montacargas que se reparan en la entidad sin grandes cambios tecnológicos. La fuerza de trabajo con la que se cuenta en la entidad, por cada uno de los puestos está calificada, y en el momento que se necesite pueden ser capaz de desempeñarse en otros puestos con el objetivo de cumplir los pedidos más urgentes. La entidad cuenta con un equipamiento calificado para la realización de cada una de las actividades, aunque en ocasiones son escasa las herramientas lo que atrasa el servicio de las reparaciones.

Estabilidad

Para realizar el análisis de esta exigencia se valoró el comportamiento de la producción más los servicios en miles de pesos por trimestre en el año 2016.

Tabla 2.2: Resultado de los cálculos de estabilidad.

Indicador		1er	2do	3er	4to	Total	\bar{x}	S	E %
Producc +Serv	Plan	1323.8	1523.	1330.	1322.	5500	1375	98.98	92.8
	Real		4	2	6				
			1799.7	1832.	1485.	2625.	7743.	1935.	485.6
			72	56	46	44	86	2	1

Fuente: Documentación de la empresa.

Hay que precisar que el resultado que se evidencia en la tabla anterior puede estar compensado por la prestación de otros servicios que presta la entidad, tales como, las ventas de mercancías, sostenibilidad de equipos ligeros y alquiler de equipos entre otros.

Dinámica del rendimiento

La organización adoptada debe permitir, por un lado, garantizar una elevación sistemática de la eficiencia de la producción y la competitividad y por otro permitir la elevación del contenido de la labor de los trabajadores, el máximo despliegue de sus iniciativas y lograr una activa participación de los mismos en la gestión de la producción.

Tabla 2.3: Comportamiento de los indicadores en el año 2016.

Indicador	Plan	Real	% cumplimiento
Ventas totales (MP)	5747.3	8159.24	142%
Promedio de trabajadores	67	69	103%
Salario medio anual (MP)	29470.7	48316.86	164%
Producción (UF)	82	68	83%

Fuente: A partir de los documentos proporcionados por la empresa.

A pesar de la valoración de las exigencias anteriores este comportamiento se logra por la compensación que se realiza con la prestación de otros servicios, tales como las ventas de mercancías, sostenibilidad de equipos ligeros y alquiler de equipos.

Tercera Etapa: Principios de la Organización de le Producción.

Proporcionalidad de la producción

Este principio plantea la necesidad de evitar desproporciones o cuellos de botella entre los diferentes eslabones de un proceso productivo. Analizando su comportamiento a partir de las normas con las cuales se trabaja, se puede plantear que existe desproporción en el proceso.

En la operación de maquinado existe la estrangulación del proceso ya que se acumulan los chasis para realizarle la adaptación por el largo tiempo que demora dicha operación.

En consecuencia, los principales problemas que se derivan de esto se pueden resumir como sigue:

1. Existencia de cuellos de botella.

2. Alargamiento del ciclo de producción.
3. Desaprovechamiento de capacidades instaladas.

Continuidad del objeto de trabajo

La continuidad del objeto de trabajo se afecta fundamentalmente por la mala asignación de los trabajos a los puestos además de la simultaneidad de los trabajos, lo cual atenta contra el cumplimiento de los pedidos.

Continuidad de la fuerza de trabajo

Para el análisis de este principio se utilizan los registros referentes a: certificados médicos, licencias de maternidad, ausencias, llegadas tardes, salidas antes de horas. Los cuales se tienen en cuenta para determinar el índice de ausentismo el cual tiene un valor 2,5 permisible hasta 3. Además, se refleja que el aprovechamiento de la jornada laboral está a un 80%, pudiendo plantearse que el indicador es favorable, pero debe velarse por algunas irregularidades e interrupciones que en la actualidad se producen por roturas de los equipos de trabajo, inestabilidad de materias primas entre otros.

Continuidad de los medios de trabajo

Existen dificultades con este principio pues en la empresa existen problemas a la hora de organizar y planificar la producción repercutiendo en la continuidad de los medios de trabajo pues en la empresa la maquinaria es obsoleta lo que trae consigo que se produzcan roturas, las cuales se han presentado últimamente con mayor frecuencia en el torno, provocando que no pueda ejecutar con eficiencia los servicios, así como la escasa disponibilidad de las herramientas en todos los puestos de trabajo.

Ritmicidad de la Producción

La ritmicidad expresa la necesidad de determinada regularidad en el trabajo del sistema, o sea, un carácter rítmico en el flujo productivo.

Tabla 2.4: Comportamiento de la producción más los servicios en UF/trimestre en el año 2016.

Indicador		1er	2do	3er	4to	Total
Produc+Serv	Plan	649	659	652	568	2528
	Real	536	721	751	906	2914

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de este principio se obtiene un valor de ritmicidad de un 95%, dicho valor se traduce en el cumplimiento por parte de la empresa de la producción planificada, sobre cumpliendo las mismas principalmente a partir del segundo trimestre del año.

Cuarta Etapa: Precisión y enriquecimiento de los principales problemas.

1. Universo y muestra empleada.

El universo empleado abarcó a todos los trabajadores de la empresa (Tabla 2.1). Para la determinación del tamaño de muestra se utiliza la expresión propuesta por (Calero Viñelo, 1976), fijándose los parámetros $P = 0.5$, $\alpha = 0.05$, $d = 0.05$ y $N = 69$.

Luego de realizado el cálculo, se obtiene que el tamaño de muestra necesario es de 55 trabajadores.

2. Preparación del personal.

Se realizó una preparación con los trabajadores a encuestar para convencerlos de la necesidad del diagnóstico y de la importancia de la participación activa en el estudio, para lograrlo se formó un equipo de trabajo en el que se involucró a cuatro técnicos de las unidades objeto de estudio.

3. Aplicación de la encuesta elaborada y procesamiento de los resultados.

La encuesta elaborada (Anexo 3) fue aplicada a una muestra de 55 trabajadores, de los cuales 12 son técnicos, 2 son dirigentes y 41 son obreros. El resultado de dicha encuesta permitió la determinación de 17 problemas que afectan el proceso de planificación y control de la producción. Los problemas son los siguientes:

- Falta de documentación técnica actualizada.
- Lanzamiento de órdenes de trabajo sin el aseguramiento de todos los recursos necesarios.

- Desconocimiento del valor de la tenencia de inventario mínimo.
- Limitaciones con el transporte.
- Control incompleto de las órdenes de producción.
- Retraso en la llegada de los aseguramientos.
- Carencia en el mercado nacional de algunos productos.
- Carencia de espacio en el local para almacenar los equipos a reparar.
- La existencia en ocasiones de una elevada producción en proceso.
- Burocratismo y morosidad existente a la hora de realizar los trámites para la obtención de los recursos necesarios.
- Insuficiente aprovechamiento de la capacidad instalada y la jornada laboral.
- Interrupciones del proceso productivo por no contar con las herramientas necesarias en el momento necesario.
- En ocasiones se incumple con el plazo de entrega a los clientes.
- No se cumplen con los planes de mantenimiento planificados.
- La insuficiente implicación de los proveedores en los resultados de la entidad.

4- Revisión del proceso de planificación y control de la producción

En este paso se analizaron los aspectos contemplados en la guía de trabajo para la revisión del proceso de planificación (Ramos Gómez, 2002), presentada en el anexo 4 de la cual se resumirá los principales problemas que se tienen en cuenta a la hora de confeccionar y aplicar el proceso de planificación de la producción en la UEB objeto de estudio.

Planificación a largo plazo

En el área de venta se realiza un estudio de mercado, donde se refleja un alto grado de integración de la empresa con sus clientes. A pesar de que se tiene conocimiento de las necesidades de los clientes, en ocasiones en la entidad no se cuenta con los suministros suficientes para satisfacer dichas necesidades. La empresa tiene una relación estrecha con los principales proveedores nacionales, aunque a través de la Casa Matriz es donde se realizan las principales negociaciones con el proveedor principal que es China.

En el área de producción no se realiza la previsión de la demanda en función de las necesidades de los clientes, ni por datos históricos, sino de forma empírica con el objetivo de desagregar el plan monetario establecido por casa matriz en unidades físicas. En el taller de producción se realizó un estudio de la capacidad el cual arrojó la necesidad de

un aumento de la fuerza de trabajo y no se cuenta con el equipamiento suficiente ni con la calidad requerida para realizar las operaciones. Después de realizado el balance de la producción y determinado los puestos sobrecargados se nivela dichos puestos transfiriendo carga de trabajo para aquellos operarios con mayor capacidad y años de experiencia en función de la urgencia, y el tipo de trabajo que se desea realizar.

Planificación agregada

En el área de venta se realiza un estudio de mercado, donde se refleja un alto grado de integración de la empresa con sus clientes. A pesar de que se tiene conocimiento de las necesidades de los clientes, en ocasiones en la entidad no se cuenta con los suministros suficientes para satisfacer dichas necesidades. La empresa tiene una relación estrecha con los principales proveedores nacionales, aunque a través de la casa matriz es donde se realizan las principales negociaciones con el proveedor principal que es China.

En el departamento producción no se realiza una correcta previsión de la demanda, la cual se lleva a cabo de forma empírica. El desglose del plan a largo plazo de lleva a cabo de forma lineal. A la hora de determinar la demanda anual no se tienen en cuenta los pedidos comprometidos. Las necesidades de producción son determinadas por la experiencia del personal. Aunque la planeación se realiza de forma empírica las estrategias que se aprecian son fuerza de trabajo constante utilizando tiempo extra e inventario. El cálculo de las capacidades en la entidad se realiza teniendo en cuenta el fondo de tiempo, la cantidad de trabajadores por cada puesto, el número de equipos, contribuyendo este estudio con el balance de la producción con el cual se determinan los puestos sobrecargados, realizando su nivelación, transfiriendo carga de trabajo a otros operarios, trabajando tiempo extra.

Programación maestra

Para realizar dicha programación, la previsión de la demanda se hace de forma empírica, no se tienen en cuenta ni los pedidos comprometidos ni los pendientes con los clientes, además de que no existe ninguna otra fuente de demanda. El plan agregado se desagrega por tipo de servicio que brinda la empresa reparaciones medias, pequeñas y capitales. El cálculo de las capacidades en la entidad se realiza teniendo en cuenta el fondo de tiempo, la cantidad de trabajadores por cada puesto, el número de equipos, contribuyendo este estudio con el balance de la producción con el cual se determinan los puestos

sobrecargados, realizando su nivelación, transfiriendo carga de trabajo a otros operarios, trabajando tiempo extra.

Programación de componentes

La empresa tiene conocimiento de los principales suministradores nacionales, de los cuales los productos más deficitarios hasta este momento son la pintura, el chasis y el cilindro. El desglose de componentes se realiza en función del tipo de servicio ya planificado anteriormente. La empresa no determina los stocks de seguridad necesarios, ya que lo que se tiene en el almacén los materiales que arriban a la entidad para cumplir con el plan planificado. Con respecto a los suministradores nacionales se conoce el tiempo que se demora en llegar los suministros solicitados. El control de los inventarios se lleva a cabo por medio del uso del software Assets, hasta este momento no existe método alguno para la planificación de componentes.

Programación detallada

En esta etapa del proceso de planificación se tiene en cuenta la programación maestra y de componentes, aunque no se utiliza ningún método para pronosticar la demanda, hasta este momento se realiza de forma empírica. Las órdenes de producción se determinan por tipo de servicio que se realiza. La asignación y secuenciación de las órdenes se realiza de manera arbitraria y el balance de producción es una función que queda implícita al determinar las fechas, apoyándose en las normas de rendimiento. No están establecidos procedimientos de trabajo, apoyándose solamente en la experiencia del programador.

5-Validación, enriquecimiento y agrupación de los problemas detectados

Para la realización de esta etapa se aplicó la técnica de trabajo en grupo con los objetivos siguientes:

- Validar los problemas obtenidos hasta ese momento.
- Enriquecer los problemas obtenidos.
- Agrupar los problemas similares.

Para cumplimentar los objetivos anteriores se utilizó como técnica la Tormenta de Ideas, participando del cálculo de la cantidad de expertos que se necesitan para la realización de esta actividad. La cantidad de experto se determinó por la fórmula siguiente:

$$n = \frac{P(1-P)K}{i^2} \quad (1)$$

donde:

n: Número de expertos.

i: Nivel de precisión.

P: Porcentaje de error que como promedio se tolera.

K: Constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza.

Para el cálculo de la cantidad de expertos se utilizó como parámetro un nivel de confianza del 99% con $k=6.6564$ y un nivel de precisión deseada de 0.1. Arrojando como resultado que eran necesario 7 expertos.

Se realizó un trabajo con expertos donde se agruparon los problemas similares dando como resultado de esta acción, los tres que se muestran a continuación, estos fueron bien definidos y acompañados de los efectos desfavorables que provocan:

1. La inestabilidad e insuficiente gestión de aprovisionamiento para satisfacer las necesidades de la producción en tiempo.
 - Desconocimiento del valor de la tenencia de inventario mínimo.
 - Retraso en la llegada de los aseguramientos.
 - Limitaciones con el transporte.
 - Burocratismo y morosidad existente a la hora de realizar los trámites para la obtención de los recursos necesarios.
 - La insuficiente implicación de los proveedores en los resultados de la entidad.
 - Carencia en el mercado nacional de algunos productos.
2. Deficiente gestión del mantenimiento.
 - No se cumplen los planes de mantenimiento planificados.
 - Interrupciones del proceso productivo por no contar con las herramientas necesarias en el momento necesario.
3. Deficiente sistema de planificación y control del servicio de reparaciones.
 - Lanzamiento de órdenes de trabajo sin el aseguramiento de todos los recursos necesarios.
 - En ocasiones se incumple con el plazo de entrega a los clientes.

- Insuficiente aprovechamiento de la capacidad instalada y la jornada laboral.
- La existencia en ocasiones de una elevada producción en proceso.
- Control incompleto de las órdenes de producción.
- Carencia en el mercado nacional de algunos productos.

Por último, se determina el orden de prioridad de los problemas de acuerdo con los efectos negativos que provoca. Para el procesamiento estadístico se utiliza el coeficiente de concordancia de Kendall:

Primeramente, se les entregó a los expertos los problemas organizados mediante el orden en que se determinaron.

Luego se procedió a plantear la hipótesis:

H 0: No es consistente el juicio de los expertos.

H 1: Es consistente el juicio de los expertos.

Fijándose como nivel de confianza 99% ($\alpha=0.01$). Se les pidió a los expertos que evaluaran los problemas con una calificación entre 1 y 3 (mayor a menor importancia), tabla 2.5.

Tabla 2.5: Matriz de rango donde los expertos les dan prioridad a los problemas.

Expertos Problemas	1	2	3	4	5	6	7	$\sum U_{ij}$	Δ
1	2	3	3	2	3	2	3	18	0.5
2	3	3	2	2	3	3	1	17	-0.5
3	1	1	1	2	1	1	1	8	-9.5

Fuente: Elaboración propia.

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot (3 + 1) = 14$$

$$W = \frac{12 \cdot 121}{49 \cdot (60)} = 0.4939$$

$$\chi^2 = 7 \cdot 0.4939 \cdot (3) = 10.3719$$

RC: $X^2 > X^2_{\alpha; k-1}$

RC: $10.3719 > 7.815$

Por lo que se rechaza H_0 , lo que significa que el juicio de los expertos es consistente y que el orden de importancia es el obtenido como resultado en la tabla anterior, donde el problema que más afecta toma el menor valor de $\sum U_{ij}$ y así sucesivamente. Concluyéndose que el orden de prioridad de los problemas es el siguiente:

1. Deficiente sistema de planificación y control del servicio de reparaciones.
2. La inestabilidad e insuficiente gestión de aprovisionamiento para satisfacer las necesidades de la producción en tiempo.
3. Deficiente gestión del mantenimiento.

Después del análisis anterior se puede afirmar que los atrasos en los plazos de entrega están causados fundamentalmente por los problemas existentes en la planificación como son la insuficiencia de suministros de piezas de repuesto, se pronostica la demanda por experiencia, no se realiza la nivelación de la producción a partir del balance y no se tiene en cuenta la simultaneidad de los servicios para planificar los equipos.

Quinta Etapa: Determinación del nivel de Excelencia Organizativa Industrial Modificado.

El nivel de Excelencia Organizativa Industrial (EOI) constituye un indicador que integra el nivel de gestión productiva de toda la organización y facilita, además, disponer de un patrón de comparación del estado actual respecto a la excelencia.

Suárez Mella (1992), plantea que existe un conjunto de indicadores medidores del nivel de EOI y cada uno tiene un peso de acuerdo al grado de importancia y en función de su capacidad medidora.

Para la determinación del peso de cada criterio se utiliza el método de comparación por pareja (Triángulo de Füller), procediéndose de la siguiente forma:

A partir de los criterios considerados, se le plantea al grupo de expertos realizar la comparación por parejas, referidas a los aspectos siguientes:

$E_{ij} = 1$ El criterio i es más importante que el j ($E_{ji} = 0$)

$E_{ij} = 0$ El criterio j es más importante que el i ($E_{ji} = 1$)

$E_{ii} = 0$ Un criterio no es preferible sobre sí mismo

$E_{ij} = 1/2$ El criterio i tiene igual importancia que el j ($E_{ji} = 1/2$)

Posteriormente se realizan iteraciones sucesivas hasta llegar a un consenso, sobre si un criterio tiene mayor, menor o igual importancia que otro.

Por último se procede a determinar el peso de cada criterio utilizando la expresión 2.

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n E_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n E_{ij}} \quad (2)$$

donde:

W_i : Peso del criterio i

n : Número total de criterios

Para llevar a cabo la evaluación del nivel de EOI se procede de la siguiente forma:

1. Se le presentará al grupo de expertos toda la información recopilada, además de explicarles cada uno de los indicadores medidores del nivel de EOI (Suárez Mella, 1992):

- Duración del Ciclo de Producción.
- Porcentaje de los Productos Defectuosos.
- Cumplimiento del Plan Diario.
- Utilización de la Capacidad.
- Flujo Informativo.
- Equilibrio Dinámico de la Línea.
- Disponibilidad del equipamiento tecnológico.

2. Se procederá a evaluar cada uno de los indicadores según los siguientes niveles (Tabla 2.6).

Tabla 2.6: Cuantificación del nivel de EOIM.

Niveles de comportamiento	Puntuación
Muy Bien	10
Bien	8
Regular	6
Mal	2
Muy Mal	1

Fuente: Suárez Mella, 1996.

3- Se determina el nivel de EOIM.

Para la determinación del nivel de EOIM se utiliza la fórmula siguiente:

$$EOI = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot Z_i)}{10 \cdot \sum_{i=1}^n P_i} \right] \cdot 100 \quad (3)$$

donde:

EOI: Nivel de excelencia organizativa industrial.

Pi: Peso relativo de la característica del patrón de excelencia.

Zi: Calificación dada a la característica del patrón de excelencia.

N: Cantidad de variables.

Para llevar a cabo la evaluación del nivel de EOIM se procede de la siguiente forma:

- 1- Se le presentó al grupo de expertos toda la información recopilada, además de explicarles cada uno de los indicadores medidores del nivel de EOIM.
- 2- Se evaluó cada uno de los indicadores, obteniéndose los valores que se muestran en la tabla 2.7.

Tabla 2.7: Evaluación de los indicadores para el cálculo del nivel de EOIM.

Indicador	Peso (Wi)	Puntuación promedio (Zi)	Wi*Zi
Duración del ciclo de producción	0.2381	4	0.9524
Porcentaje de los productos defectuosos	0.1905	8	1.524
Cumplimiento del plan diario	0.1905	8	1.524
Utilización de la capacidad	0.1428	4	0.5712
Flujo informativo	0	10	0
Equilibrio dinámico de la línea	0.0952	4	0.3808
Disponibilidad del equipamiento Tecnológico	0.1428	6	0.8568
Total	1		5.8092

Fuente: Elaboración propia.

Evaluando la expresión planteada por Suárez Mella (1992) y utilizando los datos de la tabla 2.7, se obtiene como resultado que el nivel de EOI es de un 58.09% (regular). Es por ello que en la empresa existen potencialidades de mejoramiento en los indicadores siguientes:

- Duración del ciclo de producción.
- Cumplimiento del plan diario.
- Equilibrio dinámico de la línea.
- Disponibilidad del equipamiento tecnológico.

Sexta Etapa: Resumen de los problemas.

Considerando que el deficiente sistema de planificación y control de la producción fue señalado como el de mayor importancia, se realiza una representación simplificada del

mismo mediante un diagrama causa-efecto, el cual se muestra en el anexo 5. Esta representación constituye el punto de partida para el análisis con vistas a las acciones de mejoramiento.

Paso 3. Definición de la filosofía, principios, objetivos y portadores de mejora del sistema de planificación y control del servicio de reparaciones de montacargas.

La filosofía del sistema de planificación que se define es la siguiente

Lograr la satisfacción del cliente en los servicios de reparaciones de montacargas con una calidad, plazos de entrega y costos acorde a sus necesidades como resultado de una mejora continua de los procesos de planificación.

Objetivos del sistema de planificación:

- Garantizar la entrega en tiempo de las obras.
- Reducir los costos.
- Lograr una rápida reacción ante los cambios.

Principios del sistema de planificación:

Flexibilidad: el sistema de planificación permite la adaptación a los cambios generados en el entorno de la empresa sin afectar su funcionalidad.

Fiabilidad: considera la posibilidad de que el sistema funcione con la menor cantidad de interrupciones posibles.

Racionalidad: el sistema debe operarse con los menores costos posibles.

Jerarquía del proceso: se trabaja desde los niveles estratégico y táctico a escala de toda la organización, hasta el nivel operativo.

Integrador: se integran el sistema de planificación de la producción con los demás procesos y áreas de la entidad.

Mejora Continua: el sistema de planificación de la producción debe ser adaptable a las políticas y estrategias que surgen continuamente, por lo que deben plantearse los portadores de la mejora como un criterio concreto que permita acercarse a los objetivos trazados.

Portadores de la mejora:

- Correcta utilización de las capacidades.
- Disminución de los plazos de entrega.

Paso 4. Definición de las mejoras del sistema de planificación y control

Todo lo analizado hasta aquí evidencia insuficiencias en la gestión productiva, por lo que en este paso se procede a realizar la aplicación de las mejoras definidas en el epígrafe anterior.

El procedimiento propuesto en el epígrafe anterior para la planificación a nivel operativo fue aplicado a la empresa objeto de estudio práctico. Para la determinación de las órdenes de reparaciones se parte del pronóstico de la demanda de reparaciones capitales y reparaciones medias (sistema eléctrico, sistema de dirección, sistema de freno, caja de velocidad y sistema hidráulico) ya que no existen pedidos comprometidos. El pronóstico para la demanda de reparaciones capitales de los tres primeros meses del año 2017 se realizó probando varios métodos. La información (24 meses) fue procesada utilizando el paquete de programas WINQSB, mostrándose en el anexo 6 los resultados. Según el criterio de Desviación Media Absoluta (MAD), se selecciona el pronóstico obtenido por el método de suavización exponencial simple y para el pronóstico de las reparaciones medias se analizó el comportamiento de las mismas mediante series cronológicas, dando como resultado que las reparaciones del sistema eléctrico, sistema de dirección y sistema hidráulico tiene el mismo comportamiento en los tres primeros meses de los años 2015 y 2016 respectivamente tomando estos como referencia para pronosticar dichas reparaciones para el mes de enero del 2017, mientras que la demanda de las reparaciones del sistema de freno y caja de velocidad fueron pronosticadas tomando como referencia los tres últimos meses de cada año, dicha información fue procesada utilizando el paquete de programas WINQSB, dando como resultado los mostrados en el anexo 7. Para darle continuidad al procedimiento fueron determinados teniendo en cuenta la teoría de los escenarios por estimaciones de tiempo los diferentes tiempos tecnológicos con los cuales no contaba la entidad, mostrando los resultados en el anexo 8. . Luego de contar con las órdenes de reparaciones a las mismas se le establece la secuencia de acuerdo con las reglas planteadas en el epígrafe anterior, así como las secuencias que deben seguir las actividades para cada tipo de reparación mostrándose las mismas en los anexos 9 y 10. Luego de contar con las secuencias se procede a la asignación tratando de lograr el equilibrio de las cargas, teniendo en cuenta que por el puesto cuello de botella del taller

primeramente pasaran aquellos equipos que tengan menor fecha de entrega y que a su vez acorten los ciclos de reparaciones de montacargas. La programación detallada se realiza utilizando gráficos de Gantt, (Anexo 11).

Control

Para las reparaciones de montacargas se establecieron los siguientes indicadores de control:

- Cumplimiento del plan diario de las tareas.
- Utilización de las capacidades.
- Trabajo en grupo.
- Duración del ciclo de reparaciones.

Paso 5. Completamiento de la preparación del personal que trabaja en cada uno de los niveles del sistema

Para dar cumplimiento a este paso del procedimiento, se conformó un programa de capacitación para los directivos y los técnicos responsabilizados con el proceso de planificación dándole a conocer las técnicas y métodos más utilizados para llevar a cabo la elaboración de un óptimo sistema de planificación y control a nivel operativo.

Paso 6. Análisis del comportamiento de los portadores de mejora

Al evaluar el cumplimiento de los portadores de mejora se obtuvieron los siguientes resultados:

La entidad objeto de estudio en ocasiones presentaba atraso en los plazos de entrega lo cual debido a la correcta asignación así como utilización de los puestos fue mejorado a 26 días, teniendo como convenio los 30 días estipulados en el contrato.

2.4 Conclusiones parciales

1. El procedimiento propuesto para la mejora continua del sistema de planificación y control del servicio de reparaciones de montacargas permite la estructuración del sistema de planificación, a partir de las características del servicio y la contextualización de herramientas específicas del ámbito de la manufactura, lo que contribuye a una mejor gestión y utilización de las mismas en la organización.

2. La aplicación del procedimiento para el diagnóstico de la gestión productiva de la empresa objeto de estudio indica que son varios los elementos que evidencian la existencia de posibilidades de mejoramiento en el sistema de planificación y control de la reparaciones de montacargas.
3. El procedimiento propuesto para la planificación a nivel operativo está enfocado al cliente y tiene en cuenta las características propias del proceso.

Conclusiones

CONCLUSIONES GENERALES

Al término del presente trabajo de diploma se arriba a las conclusiones siguientes:

1. El estudio bibliográfico realizado para la construcción del marco teórico referencial de la investigación confirma la existencia de una amplia base conceptual sobre los sistemas de planificación y control de la producción y sus aplicaciones en diversos tipos de sistemas productivos y de servicios, tomándose el procedimiento propuesto por Ramos Gómez (2002) por su alto grado de adaptabilidad para su aplicación en el servicio de reparaciones de montacargas logrando contribuir de manera efectiva al mejoramiento de la gestión productiva en la entidad objeto de estudio.
2. El sistema de planificación y control de reparaciones de montacargas a nivel operativo se estructura bajo una concepción integradora, con una filosofía, principios y objetivos bien definidos.
3. Al aplicar el procedimiento de diagnóstico se pudo determinar que la principal deficiencia está relacionada con la planificación y control de la producción de la UEB Moncar Centro lo que trae consigo ciclos de reparaciones largos, desaprovechamiento de la capacidad, así como un aumento en las partidas de gastos.
4. El procedimiento específico para la planificación a nivel operativo desarrollado en esta tesis constituye un instrumento que permite potenciar la actividad de planificación y control, así como su perfeccionamiento continuo contribuyendo de manera efectiva a mejorar esta importante actividad en los servicios de reparaciones de montacargas.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

1. Dar cumplimiento a la aplicación total del procedimiento de forma tal que se demuestre su total contribución al proceso de planificación y control de la producción en la UEB Moncar Centro.
2. Extender la aplicación del procedimiento propuesto primeramente a los restantes servicios prestados en la UEB, y posteriormente a empresas dedicadas a las reparaciones de montacargas, realizando los ajustes necesarios de acuerdo a las características específicas de la empresa donde será aplicado.
3. Realizar un estudio detallado de las normas de trabajo establecidas actualmente, con el propósito de definir con mayor exactitud los tiempos tecnológicos de procesamiento.

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

1. ADAM, E. E. y R. J. EBERT 1991. "Administración de la producción y las operaciones. Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, México."
2. AL HUSSIEN, H. 1995. *Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Técnicas.*, UCLV.
3. ARANA PÉREZ, P. y C. OCHOA LABURU 1994. "Criterios para evaluar técnica y económicamente la aplicación del sistema de mejora de gestión de la producción. Estudios empresariales, No. 85, pp. 39-45, España."
4. ARANA PÉREZ, P. y L. OCHOA LABURU 1995. "La programación automática de las cargas de trabajo en taller. Un tema importante de moda. Revista Alta dirección, No 180, pp 114-120."
5. BAÑEGUIL, T. M. 1993. "El sistema Just in Time y la flexibilidad de la producción. Ed. Piramide. Madrid. España."
6. BENTON, W. C. 1998. "Manufacturing planning and control: The evolution of MRP and JIT integration. European Journal of Operations and & Research. Noviembre."
7. BERGMILLER, P., M. MAURER y B. LICHTTE. Probabilistic fault detection and handling algorithm for testing stability control systems with a drive-by-wire vehicle. Intelligent Control (ISIC), 2011 IEEE International Symposium on, 2011. IEEE, 601-606.
8. BRUCKER, H. D. 1992. "MRP Shop – Floor control in a Jop shop: Definitely Works. Production and Inventory Management Jornal. Second Quarter."
9. BUFFA, E. y R. SARIN 1996. "Administración de la producción y las operaciones. Limusa Noriega editores. España."
10. BUFFA, E. S. 1983. "Modern production and operation management. Ed. John Wiley and Sons. New York."
11. CALERO VIÑELO, A. 1976. "Técnicas de muestreo. Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana."
12. CARDOZO, E. R., C. RODRÍGUEZ y W. GUAITA 2011. "Las Pequeñas y Medianas Empresas Agroalimentarias en Venezuela y el Desarrollo Sustentable: Enfoque basado en los Principios de Manufactura Esbelta". *Información tecnológica*, 22, 39-48.

13. CLAVIJO, R. 1991. "El MRP y el Kanban, un estudio comparativo. Revista Alta Dirección, N° 155."
14. COMPANYS PASCUAL, R. 1989. "Planificación y programación de la producción. Ed Marcombo, Madrid. España."
15. CHASE, R. B. 2000. "Administración de Producción y Operaciones. Manufactura y Servicio. Ed Mc Graw Hill, Santa Fe de Bogota. Colombia."
16. CHASE, R. B. y N. J. AQUILANO 1995. "Dirección y administración de la producción. Times Mirror de España S.A."
17. DÍAZ, A. 1993. "Producción: Gestión y Control, Barcelona. Ed. Ariel Economía S.A."
18. DILWORTH, J. B. 1993. "Production and Operations Management. Manufacturing and Services. Espana: Mc Graw-Hill"
19. DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A. D. 1995. "Dirección de operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Ed. McGraw-Hill, México."
20. DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A. D. 1998. "Dirección de operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Ed. McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U."
21. DUCLOS, L. K. y M. S. SPENCER 1995. "The impact of constraint buffer in a flowshop. International Journal of Production Economics, N° 42."
22. FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, E. y C. J. VÁZQUEZ ORDAS 1994. "Dirección de la producción II. Métodos operativos. Ed. Civita, España."
23. FOGARTY, W. D. 1994. "Administración de la producción e inventarios. Compañía editorial continental, S.A, México."
24. FUNDORA MIRANDA, A. 1987. "Organización y planificación de la producción. Tomo II, Ed. ISPJAE, Ciudad de La Habana. "
25. FUNDORA MIRANDA, A. 1992. "Apuntes para la maestría de Organización de la Producción. Facultad de Ingeniería Industrial, ISPJAE, Ciudad de La Habana. "
26. GOLDRATT, E. M. 1990. "La meta. Un proceso de mejora continua. Ed Taular, Madrid, España."
27. GOLDRATT, E. M. 1998. *Project management the TOC way*, North River Press Pub.

28. GONZÁLEZ RIESCO, M. 2006. "Gestión de la producción: cómo planificar y controlar la producción industrial. Barcelona: Ariel Economía S.A."
29. GUNASEKARAN, A. 1999. "Agile manufacturing: a framework for research and development". *International journal of production economics*, 62, 87-105.
30. GUNASEKARAN, A. y Y. YUSUF 2002. "Agile manufacturing: a taxonomy of strategic and technological imperatives". *International Journal of Production Research*, 40, 1357-1385.
31. GUPTA, S. y K. TALEB 1994. "Scheduling disassembly". *The International Journal of Production Research*, 32, 1857-1866.
32. HALL, S. 1981. "La cultura, los medios de comunicación y el efecto ideológico". *Sociedad y comunicación de masas*, 357-392.
33. HANMPTON, D. R. 1983. "Administración contemporánea. Ed. McGraw-Hill, México."
34. HAX, A. 1983. "Dirección de operaciones. Ed. Hispano Europea. España."
35. HEIZER, J. y B. RENDER 1991. "Production and operations management. Ed. Allyn and Bacon."
36. HEIZER, J. y B. RENDER 2000. "Dirección de la Producción. Direcciones Estratégicas. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México."
37. HEIZER. y RENDER 1997. "Dirección de la Producción. Decisiones tácticas. Cuarta Edición. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México."
38. HIRANO, H. 2009. "JIT Implementation Manual. : CRC Press."
39. HOLWEG, M. y F. K. PIL 2004. "The second century". *Reconnecting Customer and Value Chain through Build-to-Order. The MIT Press, Cambridge*, 10.
40. HOLLWEG, J. V. 2006. "Drivers of the solar wind: then and now". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 364, 505-527.
41. HYER, B. 2002. "Tonality". *The Cambridge history of Western music theory*, 726-52.
42. ISO 1994. "Gestion de la calidad. Vocabulario. Organización Internacional de Normalización."
43. JACOBS, F. 1989. "OPT uncovered many production planning and scheduling concepts can be applied with or without the software. Industrial Engineering, Vol 16, No. 10. USA."

44. JIANG, J., Y. LI, J. LIU, X. HUANG, C. YUAN y X. W. D. LOU 2012. "Recent advances in metal oxide-based electrode architecture design for electrochemical energy storage". *Advanced materials*, 24, 5166-5180.
45. KIDD, P. T. 1996. "Agile manufacturing: a strategy for the 21st century".
46. KLASSEN, K. J. 2002. "Demand and capacity management decisions in services. International Journal of operations & Production Management, Vol 22. <http://pippo.emeraldisight.com>".
47. KUPANHY, L. 1995. "Classification of JIT techniques and their implications. Revista Industrial Engineering, Febrero, pp. 62."
48. LAMBERT, L. 2003. *Leadership capacity for lasting school improvement*, ASCD.
49. LARREA, R. 1991. "Calidad de servicio. Del Marketing a la estrategia. Ed. Díaz de Santo. Madrid. España."
50. LEE, H. J. y S. Y. LEE 2001. "Heat transfer correlation for boiling flows in small rectangular horizontal channels with low aspect ratios". *International Journal of Multiphase Flow*, 27, 2043-2062.
51. LEONEL., V. 2015. *La aplicación del Principio de Proporcionalidad en la sanción a los conductores por exceso de velocidad*. Quito: UCE.
52. LUMMUS, R. R. y L. DUCLOS-WILSON 1992. "When JIT is not JIT. Rev. Production and Inventory Management Journal. second Quarter."
53. LÜTKE, M. 2005. "Advanced planning in fresh food industries: integrating shelf life into production planning. : Springer."
54. MALDONADO, C. 1997. "Planificación, programación y control de las operaciones. Revisado en febrero/2017 en <http://www.monografias.com/trabajos18/direccionoperaciones/direccion-operaciones.shtml>".
55. MARQUES, L. 2013. " Modelo para la mejora continua de la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias ".
56. MAYNARD, H. B. 1984. "Manual de Ingeniería y Organización Industrial. Ed. ENPES, Ciudad de La Habana. ".
57. MCLEOD, R. 2000. "Sistemas de información gerencial. : Pearson Educación."

58. MENGUZZATO, M. y J. J. RENAU 1991. "La dirección estratégica de la empresa. Un enfoque innovador del management. Ed. ENPES, Ciudad de La Habana."
59. MEYER, M. 1990. "Expert Systems in factory management knowledge based LIM. Ed. Horwood, New York."
60. MILLAR, A. H., J. WHELAN, K. L. SOOLE y D. A. DAY 2011. "Organization and regulation of mitochondrial respiration in plants". *Annual review of plant biology*, 62, 79-104.
61. MONDEN, Y. 1983. "Toyota production system".
62. MONKS, J. G. 1991. "Administración de operaciones. Ed. McGraw-Hill S.A., México."
63. MORAS, R. y A. J. DIECK 1992. "Industrial applications of Just-In-Time: Lesson to be learned. Rev. Production and Inventory Management Journal, thir Quarter, pp. 25-29. "
64. MUNS, J. 2005. "Integración económica. Barcelona: Edicions Universitat."
65. NARASIMHANM, S. E. A. 1999. "Planeación de la Producción y Control de Inventario. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México."
66. NOORI, H. y R. RADFORT 1998. "Administración de operaciones y producción: Calidad total respuesta sensible rápida. Ed. McGraw-Hill Interamericana S.A."
67. OCHOA LABURU, C. 1990. "Comparación entre diferentes sistemáticas de planificación y control de producción, Revista Manutención y Almacenaje, Barcelona, España."
68. OHNO, N. y J.-D. WANG 1993. "Kinematic hardening rules with critical state of dynamic recovery, part I: formulation and basic features for ratchetting behavior". *International journal of plasticity*, 9, 375-390.
69. PETRONI, A. 2002. "Critical factor of MRP implementation. International Journal of Operations & Production Management. No 3. <http://cherubino.emeraldisight.com>". Vol. 22.
70. PLOSS, G. W. y W. GEORGE 1987. Control de la producción y de inventario (Principios y técnicas. Prentice Hall. México.
71. RAMOS GÓMEZ, R. A. 2002. "Procedimientos para la mejora continua y el perfeccionamiento del sistema de planificación y control del servicio de reparación de motores. Aplicación al caso de la reparación de motores diesel.

- Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. UCLV, Santa Clara, Villa Clara, Cuba."
72. RENDER, B. 2004. "Principios de administración de operaciones. : Pearson Educación."
73. RENDER, B. y J. HEIZER 1996. "Administración de operaciones. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., México."
74. RONEN, B. y S. PASS 1992. "Manufacturing management information systems require simplificación. Industrial Engineering, No. 2, , USA." Vol. 24, pp 50-53.
75. RUBIO DOMÍNGUEZ, P. y P. R. DOMINGUEZ 2006. Introducción a la gestión empresarial fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas
76. SALVENDY, G. 1990. "Handbook of Industrial Engineering. Ed. ENPES, Ciudad de La Habana. "
77. SCOTT, A. F. y J. H. MACOMBER 1992. "JIT and job satisfaction. Some empiric results. Rev. Production and Inventory Management Journal, first quarter, pp 36-41. "
78. SCHNEEWEISS, C. 1998. "Hierarchical planning in organizations: Elements of a general theory. International Journal of Production Economics".
79. SCHONBERGER, J. R. 1987a. " Manufactura de categoría mundial. Aplicaciones de las últimas técnicas para optimizar la producción. Ed. Norma S.A. Bogotá. Colombia."
80. SCHONBERGER, J. R. 1987b. "Técnicas Japonesas de fabricación, Ed. ISPJAE, Ciudad de La Habana."
81. SCHONBERGER, R. J. y E. M. KNOD 1994. "Operations management: Continuous improvement".
82. SCHROEDER, M. D., A. D. BIRRELL, M. BURROWS, H. MURRAY, R. M. NEEDHAM, T. L. RODEHEFFER, E. H. SATTERTHWAITTE y C. P. THACKER 1991. "Autonet: A high-speed, self-configuring local area network using point-to-point links". *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 9, 1318-1335.
83. SHINGO, Y., T. MATSUDA, A. YOSHINO, H. SUNAZUKA, M. HASEGAWA y H. KOBAYASHI 1985. Flame-retardant cross-linked composition and flame-retardant cable using same. Google Patents.

84. SIPPER, D. y B. ROBERT 1997. "Production: Planning, control, and integration. McGraw-Hill, New Cork."
85. SOHAL, A. S. y U. NAYLOR 1992. "Implementation of JIT in a small manufacturing firm. Rev. Production and Inventory Management Journal, first quarter, pp 20-25."
86. STARR, J. y J. BULMER 1979. *Syncrude analytical methods for oil sand and bitumen processing*, Alberta Oil Sands Technology and Research Authority.
87. SUÁREZ MELLA, R. 1992. *Modelo de evaluación del nivel organizativo de la producción de empresas de la industria mecánica. Resumen de la tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Técnicas. Ciudad de La Habana.*
88. THOMPSON, C. 1990. "La simplicidad: principio fundamental del JIT. Rev. Manutención y Almacenaje, No. 249, pp. 59-61, Barcelona, España."
89. VEERAKAMOLMAL, P. y S. M. GUPTA 1998. "Optimal analysis of lot-size balancing for multiproducts selective disassembly".
90. VILLEGAS CHAMORRO, A. 1994. "Los principios de la filosofía JIT de producción para elevar la competitividad. Re. Ingeniería Industrial, pp 80-88, Lima. Peru."
91. VOLLMANN, B. y WHYBARK. 1991. "Sistemas de planificación y control de la fabricación. Ed. Tecnología de Gerencia S.A. Madrid. España."
92. VOLLMANN, T. E. E. A. 2000. "Sistema de Planificación y Control de la Fabricación. Ed. McGraw-Hill. México".
93. VOLLMANN, T. F. E. A. 1997. " Manufacturing planning and control systems. Ed. Irwin. España."
94. WELSCH, G. A. 2005. *Presupuestos: planificación y control*
95. WILLS, J. 2009. "Subcontracted employment and its challenge to labor". *Labor Studies Journal*, 34, 441-460.
96. WOMACK, J. P. y D. T. JONES 1994. "From lean production to the lean enterprise". *Harvard business review*72, 93-103.
97. WOMACK, J. P., D. T. JONES y D. ROOS 1990. "Machine that changed the world".

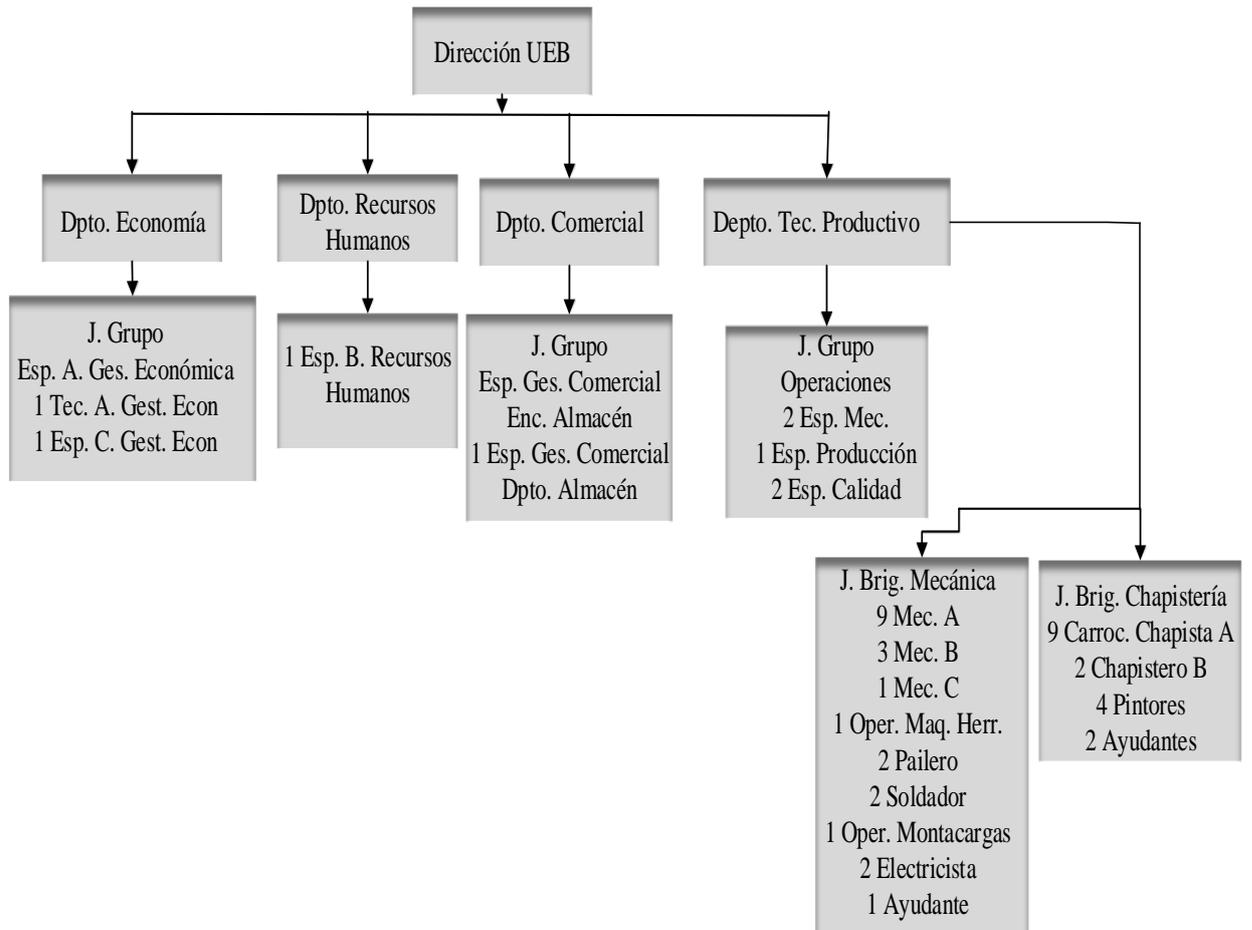
Anexos

ANEXOS

Anexo 1: Características de la manufactura, el servicio en general y el servicio de reparación de motores.

VARIABLES	MANUFACTURA	SERVICIOS PUROS	REPARACION DE MOTORES
Producto	Tangible	Intangible	Tangible-Intangible
	Se puede revender el producto	No se puede revender el producto	Se puede revender el producto
	Se puede hacer una demostración antes de la compra	No existe antes de la compra	No existe antes de la compra
	Tiene vida	Tiene duración	Tiene vida y duración
	Se puede almacenar	No se puede almacenar	En la mayoría de los casos no se puede almacenar
	Transportable	No Transportable	Transportable
Propiedad	Se traslada en el momento de la compra	Generalmente no se traslada	En la mayoría de los casos no se traslada
Producción	La producción y el consumo pueden separarse en el espacio	La producción y el consumo deben ocurrir en el mismo lugar	La producción y el consumo pueden separarse en el espacio pero con una fuerte comunicación cliente-comercial-producción
Contacto	Bajo contacto con el cliente	Alto contacto con el cliente	Bajo contacto con el cliente
Calidad	Su calidad es evidente	La calidad es difícil de juzgar	No se puede juzgar la calidad hasta después de terminada
Insumos	Estandarizados	Altamente variables	Variables
Demanda	Generalmente variable	Altamente variable	Variable
Capacidad	Alto por ciento de utilización	Bajo por ciento de utilización	Bajo por ciento de utilización

Anexo 2: Organigrama de dirección de la UEB Moncar Centro.



Anexo 3: Encuesta a aplicar para la detección de los principales problemas que afectan la gestión productiva.

El objetivo de la presente encuesta está dirigido a obtener de usted los principales problemas que vinculados al área de producción, existen en el ámbito donde labora, Por ello requerimos que le conceda la importancia que dicha investigación persigue, con vistas a que sean solucionadas las dificultades y con ello se obtenga una mejora significativa de la planta.

1. Marque con una X su categoría ocupacional:

Dirigente_____ Técnico_____ Administrativo_____ Obrero_____

2. ¿Conoce la capacidad de producción del área por la cual responde?

Si_____ No_____

En caso afirmativo especifique la cuantía incluyendo el período de tiempo considerado_____

3. ¿Conoce la producción real obtenida en diferentes períodos de tiempo, del área por la cual responde? Si_____ No_____

En caso afirmativo especifique:

La cuantía incluyendo el período de tiempo considerado: _____

El tiempo necesario para obtener esa información: _____

4. ¿Considera posible dar una respuesta al cliente, sobre la situación de su pedido?

Si_____ No_____

En caso afirmativo, especifique el tiempo que demora en dar dicha respuesta: _____

5. ¿Considera que cumple los plazos de entrega a su cliente inmediato?

Si_____ No_____

En caso afirmativo, especifique el plazo: _____

6. ¿Conoce los recursos críticos que intervienen en la elaboración de una unidad de producto o en la actividad que realiza? Si_____ No_____

En caso afirmativo, especifique tres de estos recursos: _____

7. ¿Considera que determinados pedidos urgentes desordenan su trabajo y le impiden cumplir con otros clientes? Si_____ No_____

En caso afirmativo, especifique si es: Frecuente_____ Poco frecuente_____

Continuación del anexo 3:

8. ¿Conoce el valor de los inventarios acumulados en la organización?

Si_____ No_____

En caso afirmativo, especifique su cuantía: _____

9. ¿Conoce el valor mínimo de los inventarios necesarios para que funcione su organización? Si_____ No_____

En caso afirmativo, especifique su cuantía: _____

10. ¿Conoce con antelación la tarea diaria que realiza?

Si_____ No_____

En caso afirmativo, especifique el plazo de antelación: _____

11. ¿Existen afectaciones en la producción, provocadas por la forma en que está organizada la actividad de mantenimiento? Si_____ No_____

En caso afirmativo, ponga un ejemplo:

_____.

12. ¿Se tiene en cuenta su opinión al tratar de resolver los problemas de la organización?

Si_____ No_____ En ocasiones_____

Si la respuesta no es negativa, ponga un ejemplo:

13. ¿Posees una noción general de cómo funciona la organización?

Si_____ No_____

15. ¿Existen en su área de trabajo, producciones atrasadas? Si_____ No_____

En caso afirmativo, especifique de cuándo data el mayor atraso: _____

14. ¿Al asignársele una orden de trabajo, dispone de todos los recursos necesarios?

Si_____ No_____

15. ¿Repercuten sobre usted, el mejoramiento de los resultados de la organización?

Si_____ No_____ A veces_____

16. ¿Está satisfecho con la actividad que realiza? Si_____ No_____

17. ¿Se siente identificado con su organización? Si_____ No_____

18. ¿Repercuten sobre sus condiciones de trabajo, el mejoramiento de los resultados de la organización?

Si_____ No_____ A veces_____

19. ¿Qué acceso tiene a los cursos de superación?

Bueno_____ Regular_____ Malo_____ No existen_____

20. ¿Recibe documentación técnica actualizada? Si_____ No_____

Continuación del anexo 3:

21. Especifique los tres problemas más importantes que en su criterio existen en la Gestión Productiva de su organización.

22. Especifique tres posibles soluciones a los problemas antes que en su criterio existen en la Gestión Productiva de su organización.

23. ¿Utiliza aplicaciones informáticas para la gestión logística? Si_____ No_____

En caso afirmativo, especifique en qué áreas:

24. . ¿Están integradas las aplicaciones? Si_____ No_____

En caso negativo, especifique si se considera conveniente la integración y si existen obstáculos para realizarla:

25. ¿Existen en la organización proyectos de mejora para el incremento de la competitividad (reducción de *stocks*, costes, incremento de la flexibilidad y otros)?

Si_____ No_____

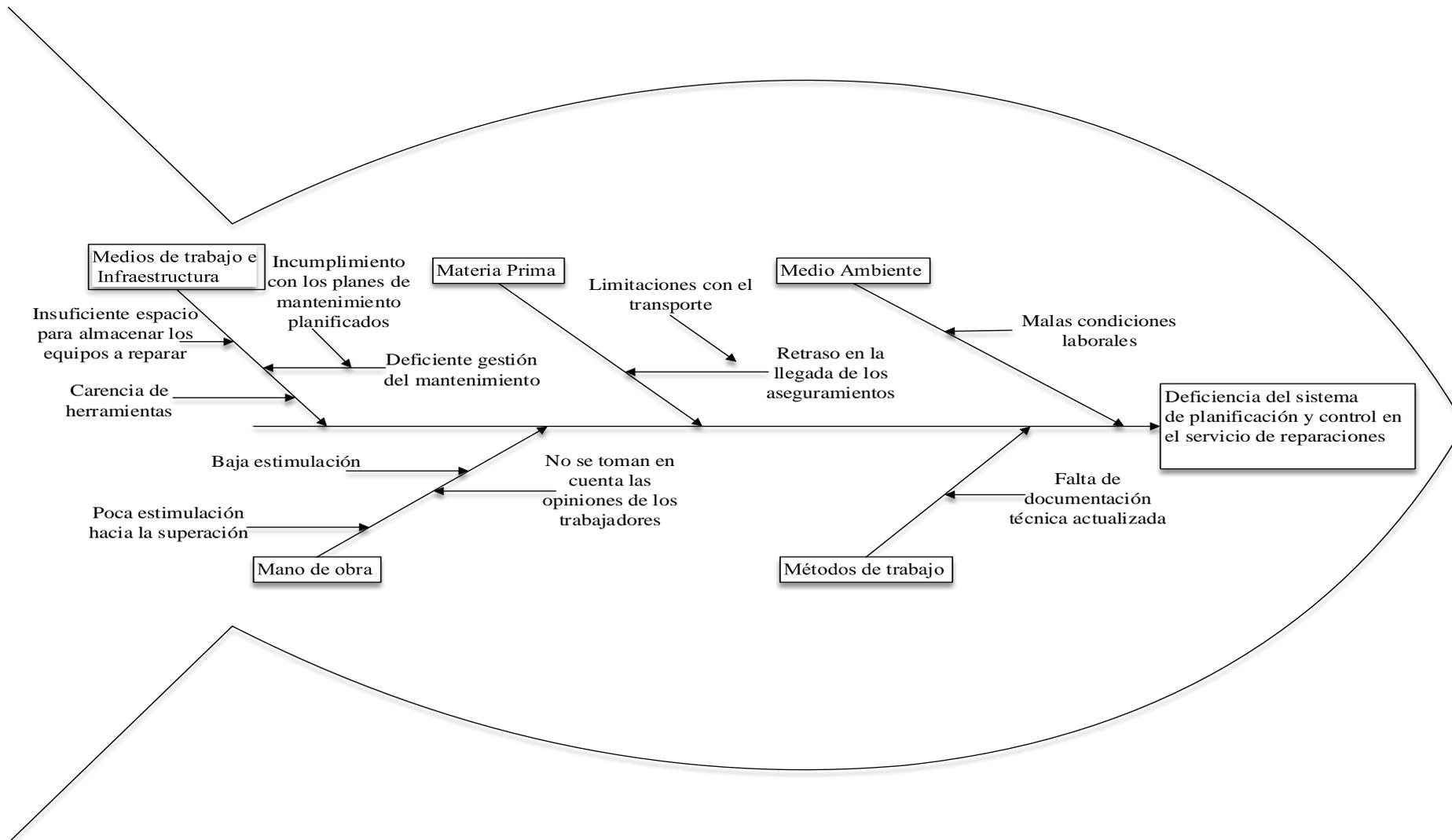
En caso afirmativo, especifique cuáles:

Muchas Gracias

Anexo 4: Guía de trabajo para la revisión del proceso de planificación en la reparación de montacargas.

	Planificación a largo plazo	Planificación agregada	Programación maestro	Programación de componentes	Programación detallada
Ventas	<p>¿Se analizan los mercados?</p> <p>¿Existe nivel de integración con los clientes?</p>	<p>¿Se analizan los mercados?</p> <p>¿Existe nivel de integración con los clientes?</p>			
Compras	<p>¿Son suficientes los suministros para satisfacer los mercados?</p> <p>¿Existe nivel de integración con los proveedores?</p>	<p>¿Son suficientes los suministros para satisfacer los mercados?</p> <p>¿Existe nivel de integración con los proveedores?</p>		<p>¿Existe un análisis de los principales suministradores de los diferentes componentes?</p> <p>¿Cuáles son los componentes más deficitarios?</p>	

<p>Producción</p>	<p>¿Se realiza la previsión de la demanda?</p> <p>¿Son correctas las técnicas que se utilizan?</p> <p>¿Se hace un estudio de la capacidad?</p> <p>¿Cómo se hace?</p> <p>¿Se realiza el balance integral de la producción (fuerza de trabajo, medios de trabajo, objetos de trabajo)?</p> <p>¿Se realiza la nivelación con el balance?</p> <p>¿Cuáles son las medidas más frecuentes?</p>	<p>¿Se realiza la previsión de la demanda?</p> <p>¿Cómo se realiza el desglose del plan a largo plazo?</p> <p>¿Se toman en consideración los pedidos comprometidos en períodos anteriores?</p> <p>¿Las necesidades de producción son obtenidas a partir de los tres elementos anteriores o existe alguna diferencia?</p> <p>¿Qué estrategias de planeación agregada están implantadas?</p> <p>¿Qué métodos de planeación agregada se utilizan?</p> <p>¿Se realiza el cálculo de las capacidades? ¿Cómo se realiza?</p> <p>¿Se realiza el balance integral de la producción (fuerza de trabajo, medios de trabajo, objetos de trabajo)?</p> <p>¿Se realiza la nivelación con el balance?</p>	<p>¿Se realiza la previsión de la demanda?</p> <p>¿Se toman en consideración los pedidos comprometidos al cliente?</p> <p>¿Se toman en consideración los pedidos pendientes?</p> <p>¿Existen otras fuentes de demanda?</p> <p>¿Cómo se realiza la desagregación del Plan Agregado?</p> <p>¿Qué métodos se utilizan?</p> <p>¿Se realiza el cálculo de la capacidad? ¿Cómo se hace?</p> <p>¿Se realiza el balance integral de la producción (fuerza de trabajo, medios de trabajo, objetos de trabajo)?</p> <p>¿Se realiza la nivelación con el balance?</p>	<p>¿Cómo se realiza el desglose de componentes o producto en general?</p> <p>¿Cómo se determinan los <i>stocks</i> necesarios?</p> <p>¿Se conocen los tiempos de suministros?</p> <p>¿Existe registro de los inventarios?</p> <p>¿Qué técnicas se utilizan para programar los componentes?</p> <p>Compras:</p>	<p>¿Se parte de la programación maestra y de la programación de componentes?</p> <p>¿Se realizan pronósticos de la demanda?</p> <p>¿Cómo se determinan las órdenes de producción?</p> <p>¿Cómo se realiza la asignación y secuenciación de las órdenes?</p> <p>¿Se realiza el balance integral de producción?</p> <p>¿Se realiza la nivelación del balance?</p>
-------------------	--	---	--	--	---



Anexo 6: Pronóstico de la demanda para los tres primeros meses del año 2017 de las reparaciones capitales. Software WINQSB.

06-01-2017 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast by 2-MA	Forecast by 3-MA	Forecast by 2-WMA	Forecast by 3-WMA	Forecast by 2-MAT	Forecast by 3-MAT	Forecast by SES	Forecast by SEST	Forecast by DES	Forecast by DEST
6	2	3	4	5	4	5	-8	-2	2,176	6,208	1,0496	3,584
7	2	2,833333	1	3,333333	1	3,333333	4	-2,666667	2,1408	5,7088	1,26784	3,232
8	0	2,714286	2	1,333333	2	1,333333	2	3,333333	2,11264	4,56768	1,4368	2,95744
9	5	2,375	1	1,333333	1	1,333333	-2	-0,6666663	1,690112	2,341248	1,487462	1,943424
10	0	2,666667	2,5	2,333333	2,5	2,333333	10	5,333334	2,352089	2,091852	1,660388	3,216717
11	2	2,4	2,5	1,666667	2,5	1,666667	-5	1,666668	1,881672	0,4739654	1,704645	2,102955
12	1	2,363636	1	2,333333	1	2,333333	4	-0,6666658	1,905337	-0,1151371	1,744783	2,10603
13	4	2,25	1,5	1	1,5	1	0	2,000001	1,72427	-0,5633917	1,74068	1,703757
14	6	2,384615	2,5	2,333333	2,5	2,333333	7	4,333335	2,179416	0,590683	1,828427	2,618151
15	6	2,642857	5	3,666667	5	3,666667	8	8,666668	2,943532	2,995806	2,051448	4,058638
16	7	2,866667	6	5,333333	6	5,333333	6	7,333335	3,554826	5,520743	2,352124	5,058204
17	7	3,125	6,5	6,333333	6,5	6,333333	8	7,333336	4,243861	8,036545	2,730471	6,135597
18	6	3,352941	7	6,666667	7	6,666667	7	7,666671	4,795089	9,841877	3,143395	6,859706
19	2	3,5	6,5	6,666667	6,5	6,666667	5	5,666671	5,036071	10,31777	3,52193	6,928747
20	3	3,421053	4	5	4	5	-2	5,245209E-06	4,428857	8,234926	3,703315	5,335783
21	4	3,4	2,5	3,666667	2,5	3,666667	4	0,666672	4,143085	5,721668	3,79127	4,582855
22	5	3,428571	3,5	3	3,5	3	5	5,000005	4,114469	3,566728	3,855909	4,437668
23	10	3,5	4,5	4	4,5	4	6	6,000005	4,291575	2,329431	3,943043	4,727241
24	8	3,782609	7,5	6,333333	7,5	6,333333	15	12,33334	5,43326	3,873706	4,241086	6,923477
25		3,958333	9	7,666667	9	7,666667	6	10,66667	5,946608	5,534386	4,582191	7,65213
26		3,958333	9	7,666667	9	7,666667	4	12,16667	5,946608	6,369806	4,582191	7,993235
27		3,958333	9	7,666667	9	7,666667	2	13,66668	5,946608	7,205227	4,582191	8,334339
CFE		32,90943	13	9,333334	13	9,33333	-2	-5,666712	29,73304	4,177102	46,69738	8,527611
MAD		2,704669	2,5	2,507937	2,5	2,507937	4,181818	3,158731	2,42447	3,747623	2,624687	2,463481
MSE		10,95916	10,68182	9,079365	10,68182	9,079366	27,45455	17,53968	9,698573	19,01856	11,71729	9,628843
MAPE		54,8961	51,2594	64,41358	51,2594	64,41359	116,0213	75,94578	50,05574	102,4468	54,84954	57,86971
Trk.Signal		12,16764	5,2	3,721519	5,2	3,721517	-0,4782609	-1,793984	12,26373	1,1146	17,7916	3,46161
R-square		0,34367	0,6640683	0,4278908	0,6640683	0,4278908			0,4479412		0,6650065	0,4607581

Anexo 7: Pronóstico de la demanda para el mes de enero de 2017 de las reparaciones medias. Software WINQSB.

Sistema Eléctrico:

06-01-2017 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast by 2-MA	Forecast by 3-MA	Forecast by 2-WMA	Forecast by 3-WMA	Forecast by 2-MAT	Forecast by 3-MAT	Forecast by SES	Forecast by SEST	Forecast by DES	Forecast by DEST
1	8											
2	10	8							8	8	8	8
3	15	9	9		9		12		8,4	8,799999	8,08	8,799999
4	12	11	12,5	11	12,5	11	20	18	9,719999	11,68	8,408	11,36
5	16	11,25	13,5	12,33333	13,5	12,33333	9	14,33333	10,176	13,448	8,7616	11,944
6	18	12,2	14	14,33333	14	14,33333	20	15,33333	11,3408	16,1728	9,277439	13,92
7		13,16667	17	15,33333	17	15,33333	20	21,33334	12,67264	19,11808	9,956479	16,06784
CFE		19,55	12	8,333334	12	8,333333	0	-1,666667	23,3632	12,89921	28,47296	16,976
MAD		3,91	3,25	2,777778	3,25	2,777778	5	3,444444	4,672641	2,579841	5,694592	3,3952
MSE		19,4405	14,625	9,296298	14,625	9,296295	31,5	15,2963	26,20447	18,42926	38,65327	15,18943
MAPE		26,04861	20,50347	17,20679	20,50347	17,20679	35,38194	25,07716	31,27911	18,02023	37,95307	22,93667
Trk.Signal		5	3,692308	3	3,692308	3	0	-0,4838711	5	5	5	5
R-square								0,4345239				

Sistema de Dirección:

06-01-2017 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast by 2-MA	Forecast by 3-MA	Forecast by 2-WMA	Forecast by 3-WMA	Forecast by 2-MAT	Forecast by 3-MAT	Forecast by SES	Forecast by SEST	Forecast by DES	Forecast by DEST
1	4											
2	6	4							4	4	4	4
3	8	5	5		5		8		4,4	4,8	4,08	4,8
4	8	6	7	6	7	6	10	10	5,12	6,48	4,288	6,16
5	10	6,5	8	7,333333	8	7,333333	8	9,333334	5,696	8,128	4,5696	7,104
6	12	7,2	9	8,666667	9	8,666666	12	10,66667	6,5568	10,2208	4,96704	8,544
7		8	11	10	11	10	14	14	7,64544	12,65088	5,50272	10,32384
CFE		15,3	9	8	9	8	0	0	18,2272	10,3712	22,09536	13,392
MAD		3,06	2,25	2,666667	2,25	2,666667	1	1,333333	3,64544	2,07424	4,419072	2,6784
MSE		10,458	5,75	7,407406	5,75	7,407408	2	2,074074	14,68145	4,644068	22,41942	7,59127
MAPE		34,16666	23,75	26,48148	23,75	26,48148	11,25	14,25926	40,54667	25,176	48,32907	30,81866
Trk.Signal		5	4	3	4	3	0	0	5	5	5	5
R-square							1	0,1111109				

Sistema Hidráulico:

06-01-2017 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast by 2-MA	Forecast by 3-MA	Forecast by 2-WMA	Forecast by 3-WMA	Forecast by 2-MAT	Forecast by 3-MAT	Forecast by SES	Forecast by SEST	Forecast by DES	Forecast by DEST
1	7											
2	9	7							7	7	7	7
3	12	8	8		8		11		7,4	7,8	7,08	7,8
4	9	9,333333	10,5	9,333333	10,5	9,333334	15	14,33333	8,32	9,880001	7,328	9,559999
5	15	9,25	10,5	10	10,5	10	6	10	8,455999	10,768	7,5536	9,583999
6	17	10,4	12	12	12	12	21	15	9,764799	13,5248	7,99584	11,976
7		11,5	16	13,66667	16	13,66667	19	21,66667	11,21184	16,82528	8,63904	14,42784
CFE		18,01667	12	9,666667	12	9,666665	0	1,666665	21,0592	13,0272	25,04256	16,08
MAD		3,736667	3,75	3,444444	3,75	3,444444	5	4,111111	4,211841	2,95744	5,008512	3,44
MSE		19,34672	15,875	16,7037	15,875	16,7037	33,5	19,14814	24,1589	10,48024	33,50515	15,30545
MAPE		27,28322	27,35294	22,1496	27,35294	22,1496	39,63235	34,78576	30,85956	23,13114	36,88166	25,82081
Trk.Signal		4,821588	3,2	2,806452	3,2	2,806451	0	0,4054051	5	4,40489	5	4,674419
R-square								0,451923				

Continuación del anexo 7:

Sistema de Freno:

06-01-2017 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast by 2-MA	Forecast by 3-MA	Forecast by 2-WMA	Forecast by 3-WMA	Forecast by 2-MAT	Forecast by 3-MAT	Forecast by SES	Forecast by SEST	Forecast by DES	Forecast by DEST
1	13											
2	9	13							13	13	13	13
3	27	11	11		11		5		12,2	11,4	12,84	11,4
4	2	16,33333	18	16,33333	18	16,33333	45	30,33333	15,16	16,84	13,304	17,48
5	15	12,75	14,5	12,66667	14,5	12,66667	-23	5,666665	12,528	13,224	13,1488	11,752
6	15	13,2	8,5	14,66667	8,5	14,66667	28	2,666664	13,0224	13,2864	13,12352	12,896
7		13,5	15	10,66667	15	10,66667	15	23,66666	13,41792	13,67904	13,1824	13,71232
CFE		1,716666	7	-11,66667	7	-11,66667	4	-6,666664	2,089601	0,2496004	2,58368	1,472001
MAD		7,676667	9,75	5,666667	9,75	5,666667	29	16,66667	7,28192	7,585921	6,638336	8,086401
MSE		97,14939	138,625	70,33334	138,625	70,33334	986,5	347,3334	83,64946	97,13525	70,24683	102,7933
MAPE		169,4741	226,4815	244,8148	226,4815	244,8148	642,8704	520,3704	157,3847	173,4973	137,388	182,3804
Trk.Signal		0,2236213	0,7179487	-2,058824	0,7179487	-2,058824	0,137931	-0,3999998	0,2869574	3,290311E-02	0,389206	0,1820341
R-square		4,561798E-02	0,2038369	0,4625247	0,2038369	0,4625246			1,838564E-02	4,698504E-02	4,29196E-03	7,124151E-02

Caja de Velocidad:

06-01-2017 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast by 2-MA	Forecast by 3-MA	Forecast by 2-WMA	Forecast by 3-WMA	Forecast by 2-MAT	Forecast by 3-MAT	Forecast by SES	Forecast by SEST	Forecast by DES	Forecast by DEST
1	8											
2	3	8							8	8	8	8
3	25	5,5	5,5		5,5		-2		7	6	7,8	6
4	10	12	14	12	14	12	47	29	10,6	12,6	8,360001	13,4
5	10	11,5	17,5	12,66667	17,5	12,66667	-5	19,66667	10,48	14,36	8,784	12,6
6	19	11,2	10	15	10	15	10	-9,536743E-07	10,384	14,896	9,104	11,984
7		12,5	14,5	13	14,5	13	28	22	12,1072	17,9456	9,70464	15,1104
CFE		18,8	17	-0,666667	17	-0,6666679	14	-9,666668	20,536	11,144	24,952	15,016
MAD		7,16	10	2,888889	10	2,888889	22	15,88889	6,5392	7,0128	6,9904	7,4032
MSE		94,468	133,375	9,637038	133,375	9,03704	601	271,8148	84,76517	85,72248	84,58782	90,70885
MAPE		64,14387	60,09211	22,5731	60,09211	22,5731	168,8421	128,8889	58,96281	66,77334	63,22218	67,91859
Trk.Signal		2,625698	1,7	-0,2307693	1,7	-0,2307696	0,6363636	-0,6083916	3,140445	1,589094	3,569467	2,028312
R-square		0,3431359	0,941358	0,0946502	0,941358	9,465019E-02			0,3216105	0,2951534	0,4228958	0,2912686

Anexo 8: Estimaciones de tiempo de las operaciones de desarme y montaje de los diferentes tipos de reparaciones.

Tabla 1: Estimaciones de tiempo para el desarme de montacargas en una reparación capital.

Pasos	a	b	c	Tiempo (h)
Desmontar tapa superior del radiador, el contrapeso y horquillas.	0.30	0.5	0.65	0.5
Desmontar protector de carga, piso, tapas laterales, capota del motor y asiento.	0.40	0.5	0.60	0.5
Con la ayuda de un medio de izado proceder a desmontar el mástil.	0.40	0.5	0.60	0.5
Transportar el mástil hacia la rampa de fregado y luego hacia el puesto correspondiente para su revisión	0.35	0.5	0.70	0.5
Con la ayuda de un medio de izado proceder a transportar el resto del equipo hacia rampa de fregado para la operación de fregado, escurrimiento y luego traslado hacia el puesto de trabajo designado, dejando montado el equipo en calzos para continuar retirando componentes.	0.75	1.00	1.25	1.00
Desmontaje de: Faroles, balizas, Protector del conductor (Techo), Tubo de escape con el silencioso, Radiador y ciclón, filtro de aire y mangueras.	1.5	2.00	2.5	2.00
Con la ayuda de un medio de izado proceder a desmontar el puente trasero de dirección.	1.30	1.45	2.00	1.5
Desmontar bomba hidráulica, bloque de distribución, orbitrol, mangueras y timón.	1.60	2.60	3.00	2.5

Con la ayuda de un medio de izado proceder a desmontar el motor y la unidad motriz (caja de cambios de velocidades)	2.20	2.45	3.00	2.5
Desmontar todas las ruedas y sus cubos de ruedas.	1.30	1.45	2.00	1.5
Desmontar pizarra, instalación eléctrica y el resto de los elementos conectados al chasis.	1.5	2.00	2.5	2.00
Desmontar el panel frontal.	0.75	1.00	1.25	1.00
Total				16.00

Fuente: Elaboración propia.

Leyenda:

a: Estimación para un tiempo optimista.

b: Estimación para un tiempo más probable.

c: Estimación para un tiempo pesimista.

Continuación del anexo 8:**Tabla 2:** Estimaciones de tiempo para el montaje de un montacargas en una reparación capital.

Pasos	a	b	c	Tiempo (h)
Montaje del puente trasero en el chasis.	1.5	2.00	2.5	2.00
Montaje de los cubos de rueda y las ruedas con gomas nuevas.	1.30	1.45	2.00	1.5
Montaje del cilindro de la dirección y los de inclinación.	2.20	2.45	3.00	2.5
Montaje del diferencial y de la unidad motriz.	2.5	3.00	3.5	3.00
Montaje del motor.	2.20	2.45	3.00	2.5
Montaje del panel frontal, de los pedales del sistema de freno y del bloque de distribución con sus conexiones hidráulicas.	1.5	2.00	2.5	2.00
Montaje del radiador y del tubo de escape con el silencioso.	1.5	2.00	2.5	2.00
Montaje de la instalación eléctrica.	1.5	2.00	2.5	2.00
Montaje del Sistema de alimentación (bombas, bajantes de registros con sus filtros, etc.)	1.5	2.00	2.5	2.00
Montaje del mástil y sus mangueras hidráulicas. Conectar los cilindros de inclinación y regular recorrido.	2.5	3.00	3.5	3.00
Abastecer el equipo con agua, combustible y líquido hidráulico.	0.30	0.5	0.65	0.5
Engrasar el puente trasero, chumacera del mástil, rodamientos del mástil, carro de carga.	0.35	0.5	0.70	0.5
Rellenar con los aceites indicados la caja de velocidades, el motor y el diferencial.	0.40	0.5	0.60	0.5

Rellenar el sistema de enfriamiento del motor con agua tratada.	0.35	0.5	0.70	0.5
Arrancar el equipo y comprobar el correcto funcionamiento mecánico del motor y la caja, la no existencia de salideros, ni ruidos extraños.	0.75	1.00	1.25	1.00
Desmontar el equipo de los calzos.	0.35	0.5	0.70	0.5
Montaje del contrapeso y apriete del tornillo de sujeción. Colocar tapones en los puntos de izado.	1.5	2.00	2.5	2.00
Comprobar el correcto funcionamiento y la no existencia de salideros en el sistema hidráulico con carga en el mástil de elevación.	0.75	1.00	1.25	1.00
Montaje de los espejos retrovisores, faroles e indicadores de posición.	0.75	1.00	1.25	1.00
Montaje de los pisos, guarderas laterales y de la capota del motor.	0.75	1.00	1.25	1.00
Montaje del asiento.	0.35	0.5	0.70	0.5
Montaje de pegatinas u otros elementos de estética comercial.	0.35	0.5	0.70	0.5
Total				32.00

Fuente: Elaboración propia.

Continuación del anexo 8:

Tabla 3: Estimaciones de tiempo para el desarme de un sistema eléctrico en una reparación media.

Pasos	a	b	c	Tiempo de desarme (h)
Desmontar la pizarra de instrumento y sus componentes.	0.75	1.00	1.25	1.00
Desmontaje de los faros delanteros y traseros.	0.05	0.20	0.35	0.20
Desmontaje del chucho de arranque.	0.05	0.20	0.35	0.20
Desmontar el relay.	0.05	0.20	0.35	0.20
Desmontaje del motor de arranque.	0.75	1.00	1.25	0.5
Desmontar el alternador.	0.40	0.5	0.60	0.5
Desmontaje de la caja reguladora.	0.05	0.20	0.35	0.20
Desmontar la caja de fusibles.	0.05	0.20	0.35	0.20
Desmontaje de electroválvula de la caja.	0.75	1.00	1.25	1.00
Total				3.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Estimaciones de tiempo para el montaje de un sistema eléctrico en una reparación media.

Pasos	a	b	c	Tiempo de montaje (h)
Montaje de la pizarra de instrumento y sus componentes.	1.30	1.45	2.00	1.5
Montaje de los faros delanteros y traseros.	0.30	0.5	0.65	0.5
Montaje del chucho de arranque.	0.30	0.5	0.65	0.5
Montaje del relay.	0.40	0.5	0.60	0.5
Montaje del motor de arranque.	0.40	0.5	0.60	0.5
Montaje del alternador.	0.30	0.5	0.65	0.5
Montaje de la caja reguladora.	0.40	0.5	0.60	0.5
Montaje de la caja de fusibles.	0.40	0.5	0.60	0.5
Montaje de electroválvula de la caja.	0.75	1.00	1.25	1.00

Total				6.00
--------------	--	--	--	-------------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Estimaciones de tiempo para el desarme de un sistema de dirección en una reparación media.

Pasos	a	b	c	Tiempo de desarme (h)
Desmontaje de las gomas traseras con los cubos de ruedas.	0.75	1.00	1.25	1.00
Desmontar el puente trasero.	1.30	1.45	2.00	1.5
Desmontaje de los cilindros de dirección.	0.75	1.00	1.25	1.00
Total				4.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Estimaciones de tiempo para el montaje de un sistema de dirección en una reparación media.

Pasos	a	b	c	Tiempo de montaje (h)
Montaje de las gomas traseras con los cubos de ruedas.	1.30	1.45	2.00	1.5
Montaje del puente trasero.	1.5	2.00	2.5	2.00
Montaje de los cilindros de dirección.	0.75	1.00	1.25	1.00
Total				4.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Estimaciones de tiempo para el desarme de un sistema de freno en una reparación media.

Pasos	a	b	c	Tiempo de desarme (h)
Desmontar los pedales del sistema de frenos.	0.30	0.5	0.65	0.5
Desmontaje de la bomba de freno.	0.75	1.00	1.25	1.00
Desmontaje del diferencial y del plato con banda.	1.5	2.00	2.5	2.00
Total				4.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Estimaciones de tiempo para el montaje de un sistema de freno en una reparación media.

Pasos	a	b	c	Tiempo de desarme (h)
Montaje de los pedales del sistema de frenos.	0.75	1.00	1.25	1.00
Montaje de la bomba de freno.	1.30	1.45	2.00	1.5
Montaje del diferencial y del plato con banda.	2.20	2.45	3.00	2.5
Total				5.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Estimaciones de tiempo para el desarme de un sistema hidráulico en una reparación media.

Pasos	a	b	c	Tiempo de desarme (h)
Desmontaje de la caja de válvula.	1.30	1.45	2.00	1.5
Desmontar bomba hidráulica	0.75	1.00	1.25	1.00
Desmontar cilindros de elevación e inclinación.	1.30	1.45	2.00	1.5
Desmontar mangueras hidráulicas.	0.40	0.5	0.60	0.5
Total				4.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Estimaciones de tiempo para el montaje de un sistema hidráulico en una reparación media.

Pasos	a	b	c	Tiempo de montaje (h)
Montaje de la caja de válvula.	1.5	2.00	2.5	2.00
Montaje de la bomba hidráulica	1.30	1.45	2.00	1.5
Montaje de los cilindros de elevación e inclinación.	1.5	2.00	2.5	2.00
Montaje de las mangueras hidráulicas.	0.75	1.00	1.25	1.00
Total				5.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Estimaciones de tiempo para el desarme de la caja de velocidad en una reparación media.

Pasos	a	b	c	Tiempo de desarme (h)
Desmontar la electroválvula.	1.30	1.45	2.00	1.5
Desmonte del sistema de discos.	1.00	1.5	2.00	1.5
Desmonte de banda elástica engranada al volante.	1.5	2.00	2.5	2.00
Total				5.5

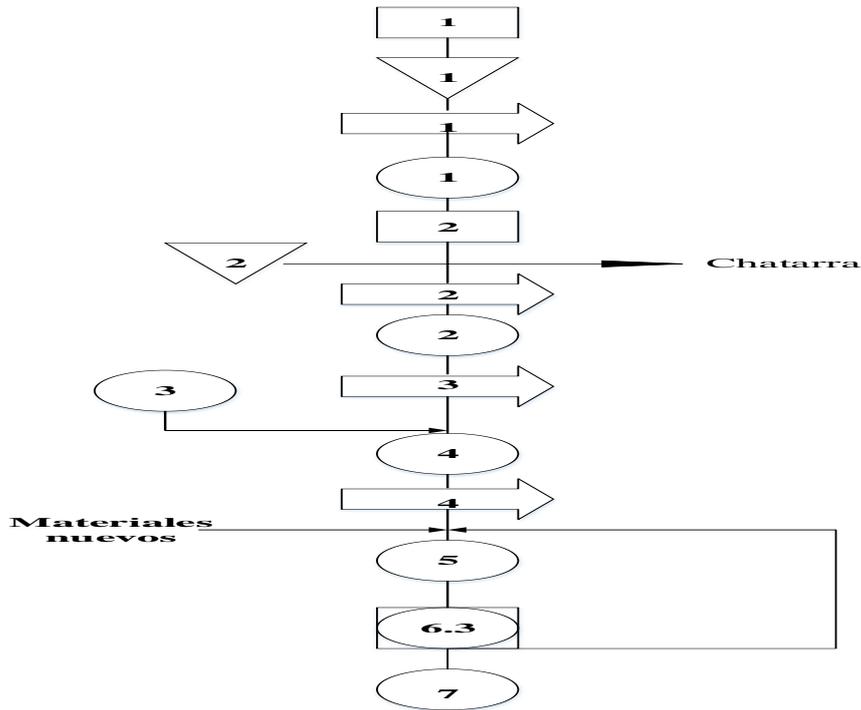
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Estimaciones de tiempo para el montaje de la caja de velocidad en una reparación media.

Pasos	a	b	c	Tiempo de montaje (h)
Montaje de la electroválvula.	1.5	2.00	2.5	2.00
Montaje del sistema de discos.	1.5	2.00	2.5	2.00
Montaje de banda elástica engranada al volante.	2.20	2.45	3.00	2.5
Total				6.5

Fuente: Elaboración propia.

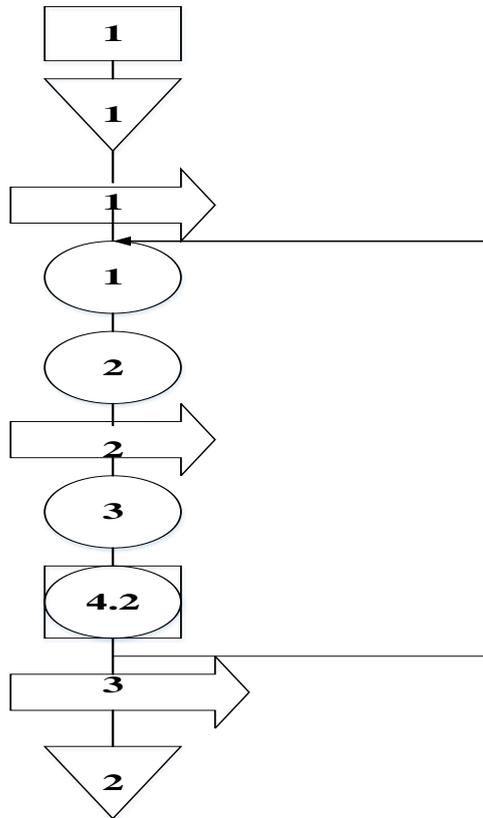
Anexo 9: Diagrama de ruta del proceso tecnológico del montacargas para la reparación capital.



Leyenda

○	1	Desarme
	2	Fregado
	3	Maquinado
	4	Pailería
	5	Ensamble
	7	Pintura
□	1	Defectado inicial
	2	Defectado de las piezas
▽	1	Área de recepción del equipo
	2	Almacén de piezas recuperables
➔	1	Traslado al área de desarme
	2	Traslado al área de fregado
	3	Traslado al área de pailería
	4	Traslado al área de ensamble
◻	6.3	Prueba e inspección

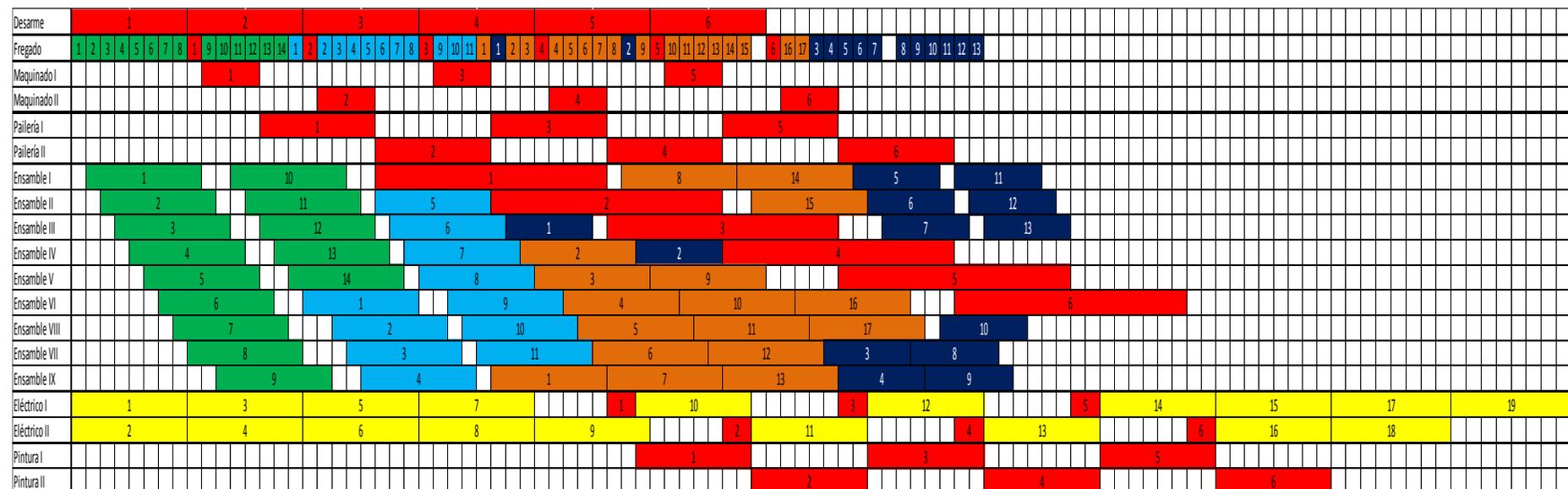
Anexo 10: Diagrama de ruta del proceso tecnológico del montacargas para la reparación media.



Leyenda

○	1	Desarme del sistema con problemas
	2	Ensamble
	3	Fregado
→	1	Traslado al área de atención
	2	Traslado al área de fregado
	3	Traslado al área de entrega
□	1	Defectado inicial
▽	1	Área de recepción del equipo
	2	Área de entrega del equipo
□○	4.2	Prueba e inspección

Anexo 11: Plan operativo para las cuatro primeras semanas del 2017.



- Reparación Capital
- Reparación Eléctrica
- Reparación de Dirección
- Reparación de Freno
- Reparación de Caja de Velocidad
- Reparación Hidráulica