

CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA Y SUPERIOR

Con reconocimiento de validez oficial de estudios del Gobierno del Estado de Baja California según acuerdo de fecha 10 de Octubre de 1983



“Análisis de los componentes faltantes por área de surtimiento (Kitting)”

Proyecto de aplicación para la obtención del grado de Maestría en
Administración de Negocios

Presenta:

Ricardo López Chávez

Director:

Dr. Mayer R. Cabrera Flores

Ensenada, Baja California

Agosto de 2018



**"Análisis de los componentes faltantes por área de surtimiento
(kitting)"**

Tesis/Proyecto de aplicación que para obtener el grado de Maestro en
Administración de Negocios

Presenta:

Ricardo López Chávez

Aprobado por:

A stylized, handwritten signature in black ink, appearing to be "ALP", written over a horizontal line.

Dra. Alicia León Pozo

Directora

A stylized, handwritten signature in black ink, appearing to be "MRC", written over a horizontal line.

Dr. Mayer R. Cabrera Flores

Sinodal

A stylized, handwritten signature in black ink, appearing to be "EDW", written over a horizontal line.

Dr. Eduardo Durazo Watanabe

Sinodal

Agradecimiento

A dios por darme la oportunidad de vivir esta experiencia, darme la paciencia y sabiduría para poder cursar cada una de las materias vistas durante la maestría

A mi esposa y mis hijos por ser pacientes y prescindir de mí en algunas ocasiones que tuve que estar ausente

A mis padres quienes me dieron la vida y me formaron para ser una persona de bien, tener metas y alcanzarlas

A mis maestros, quien cada uno de ellos profesionalmente compartió conmigo sus conocimientos y experiencias

A ICU Medical, quien ha confiado en mí y en mi crecimiento profesional

Resumen

En el presente trabajo de investigación se desarrolla el tema de las condiciones que presenta la empresa ICU Medical de México S.A. de C.V. en cuanto al proceso de surtimiento de componentes del área de preparación (kitting) hacia el área de producción ensamble. Actualmente se está presentando la condición que producción recibe los materiales para procesar las ordenes en ocasiones con falta de componentes y por este motivo se tiene tiempo no productivo en el área de ensamble ya que la falta de componentes provoca tener celdas de ensamble detenidas, abrir y cerrar ordenes de trabajo, requerir componentes adicionales por parte de producción al área de surtimiento con la finalidad de poder terminar las órdenes y por consecuencia baja productividad. Todo esto ocasiona que las órdenes no salgan en tiempo en base a lo planeado y por consecuencia el cliente no reciba su producto en el tiempo establecido, es importante implementar un método robusto para el surtimiento de los materiales, mejorar el flujo de surtimiento y cumplir en tiempo y forma con las entregas a nuestros clientes. Alguno de los hallazgos más importantes logrados en esta investigación se relaciona con el proceso de preparación de componentes para evitar surtir cantidades exactas de componentes por orden, reforzando el proceso de surtimiento para tener una mejor exactitud en cuanto a cantidades se refiere. En base al análisis de la presente investigación, se tomó la decisión de incluir un porcentaje adicional al momento de realizar la preparación de los componentes en base al listado de materiales y así evitar que quede en corto el material necesario para el ensamble del producto final y mejorar el compromiso de las ordenes que se tienen con los clientes y fortalecer el flujo de materiales hacia las líneas de producción.

Contenido

Introducción	5
Problemática	6
Capítulo I. Marco Teórico	8
Capítulo II. Metodología	24
Capitulo III. Resultados	26
Capitulo IV. Conclusiones	33
Referencias	34

Introducción

La presente investigación es desarrollada en la compañía ICU Medical de México SA de CV, empresa del ramo maquilador médico con especialidad en dispositivos intravenosos, fue fundada por el Dr. George López en 1984, un internista médico que trágicamente pierde a un paciente cuando accidentalmente se desconectó una vía intravenosa durante una operación quirúrgica.

La empresa fue fundada con base en una filosofía sencilla, pero poderosa, que consiste en desarrollar productos que marquen una diferencia en la atención de pacientes al ayudar a forjar relaciones humanas y emocionales, que son un enlace fundamental entre los pacientes y el profesional de la salud, mejoran la experiencia clínica y son fundamentales para una excepcional calidad de atención.

ICU Medical cuenta con instalaciones de manufactura en Estados Unidos, México y recientemente en Sudamérica Costa Rica con la adquisición de la compañía Hospira Infusión System de la corporación Pfizer adquirida en el primer trimestre del 2017.

Cada una de las compañías en los diferentes países tiene su propia estructura organizacional y el giro específico de manufactura. Estados Unidos por ejemplo se dedica a la producción de subensambles con procesos automatizados y la fabricación de los componentes de plástico que se utilizan en su mayoría en la planta de Ensenada para manufacturar los más de 10,000 productos diferentes de las tres familias de productos que se manejan como son: Terapia de Infusión (IV), Oncología y Terapia Intensiva.

La planta de Ensenada cuenta con cinco cuartos limpios donde se producen estos productos. Para el desarrollo de esta investigación, se concentrara en la familia de productos de **Terapia de Infusión (IV)** los cuales son manufacturados dentro de los cuartos limpios dos y cuatro.

Existe un área especial llamada *área de Kitting*, en donde se preparan, con base al plan de producción, los diferentes componentes que se necesitan para realizar el ensamble.

Para este proceso el área de planeación genera el plan de producción y el área de kitting debe seguir con 1.5 días de anticipación a la corrida de la orden, se revisan los inventarios de los componentes en base al Bill de materiales (BOM) y finalmente mediante un método de pesado se prepara cada uno de los componentes que debe tener la orden, se colocan en contenedores de plástico y en un rack con la documentación correspondiente para posteriormente surtirla al área de producción

Una vez que los componentes de la orden han sido preparados, producción en base al plan ensambla el producto con los componentes suministrados por kitting, en ocasiones dejando órdenes en proceso debido a que tuvieron falta de componentes.

Los componentes faltantes tienen que ser solicitados nuevamente al área de kitting mediante un código asignado llamado **DMF-14**, de esta manera se pueden rastrear las transacciones en sistema que se han hecho por esta falta de componentes.

En el año 2017, se solicitaron 1'620,573 componentes de más de 313 números de parte distintos, lo cual para este 2018 se pretende reducir de un 15% a un 20% este problema.

La **problemática** que se observa es que en gran parte de las órdenes de trabajo que se realizan en las áreas de producción, en específico en la familia de productos de Terapia de Infusión (IV) que son procesados dentro de cuarto limpio dos y cuarto limpio cuatro, se presenta la condición de componentes faltantes lo cual evita que las órdenes de trabajo planeadas se cumplan en el tiempo establecido y esto genera invertir más tiempo del programado en el proceso de dichas órdenes.

Preguntas de investigación:

¿Cómo puede asegurar el área de surtimiento de componentes (Kitting) proporcionar los componentes correctamente al área de producción?

¿Cómo asegurar la efectividad del proceso de surtimiento de componentes (Kitting)?

¿Cómo realizar un proceso robusto para el surtimiento de componentes (Kitting)?

Objetivos de Investigación:

1. Definir un proceso óptimo que permita surtir los materiales correctamente a las áreas de producción evitando el paro de órdenes por falta de componentes.
2. Analizar si el equipo de pesado que se utiliza para la preparación de los componentes es el adecuado

La justificación para el desarrollo de esta investigación se basa en la problemática observada para no tener ordenes detenidas en proceso por falta de componentes, con el compromiso que tiene ICU Medical con sus clientes para entregar las ordenes en tiempo y forma, se debe analizar la causa raíz para identificar las causas potenciales que están afectando que el área de kitting no mande correctamente los componentes a las áreas de producción para procesar las ordenes sin tener que solicitar componentes adicionales y evitar tiempos de espera o retraso de las ordenes planeadas.

Por otra parte los costos por tener las líneas de ensamble, los tiempos no productivos y retrabajos de órdenes son otros factores que son afectados por esta problemática y que agregan costos adicionales al producto por no poder cumplir con el cierre de órdenes en tiempo y forma.

Otro costo adicional que también se considera son las quejas de cliente que la compañía recibe por no tener sus productos en tiempo, en Icu Medical cada una de las quejas de cliente que se reciben tiene un costo que afecta directamente al producto y lo encarece en comparación con su costeo original.

Capítulo I. Marco Teórico

En la industria maquiladora normalmente existe una planeación establecida para procesar las órdenes de producción en las áreas de ensamble, esto con el propósito de dar un buen servicio al cliente y cumplir en tiempo y forma las entregas a sus clientes. Sin embargo, como es normal en cualquier sector empresarial existen variables que impiden que esto suceda y que resultan en retrasos en las órdenes de producción ya sea por el **manejo de los materiales**, el **proceso de ensamble** establecido, por falta de herramientas o **sistemas de mejora continua** dentro de la misma organización.

En lo que a manejo de materiales se refiere, Carvajal (2014) menciona que el objetivo de un manejo eficiente de materiales es reducir los costos de producción, aumentar la eficiencia del flujo de material, optimizar la utilización de las instalaciones de la planta, mejorar las condiciones de seguridad de los operarios, facilitar el proceso de manufactura y aumentar la productividad. Para ello, los siguientes diez principios básicos de manejo de materiales, desarrollados por *Material Handling Institute*, deben ser tenidos en cuenta para disminuir la ineficiencia en esta área:

- **Principio de planeación:** el manejo de materiales debe tener definidas las necesidades, tener claro los objetivos los y las especificaciones funcionales de los métodos propuestos Carvajal (2014).
- **Principio de estandarización:** métodos, equipos, controles y software deben estandarizarse dentro de los límites que logran los objetivos globales de desempeño sin sacrificar la flexibilidad, modularidad y producción Carvajal (2014).
- **Principio de trabajo:** el trabajo de manejo de materiales debe minimizarse sin sacrificar la productividad o el nivel requerido de la operación Carvajal (2014).
- **Principio de ergonomía:** deben reconocerse las capacidades y las limitaciones humanas para asegurar operaciones seguras y efectivas Carvajal (2014).

- **Principio de carga unitaria:** las cargas unitarias deben ser del tamaño adecuado y configurarse de acuerdo a que logren un flujo de material y los objetivos de inventarios en cada etapa de la cadena de proveedores Carvajal (2014).
- **Principio de utilización del espacio:** debe hacerse uso efectivo y eficiente del espacio disponible Carvajal (2014).
- **Principio del sistema:** las actividades de movimiento y almacenaje de materiales deben ser integradas por completo para formar un sistema operativo que abarca recepción, inspección, almacenamiento, producción, ensamble, empaque, unificación, selección de órdenes, envíos, transporte y manejo de reclamaciones Carvajal (2014).
- **Principio de automatización:** las operaciones de manejo de materiales deben automatizarse cuando sea posible con el fin de mejorar la eficiencia operativa, incrementar las respuestas, mejorar la consistencia y predictibilidad, y disminuir los costos operativos Carvajal (2014).
- **Principio ambiental:** el impacto ambiental y el consumo de energía deben ser criterios considerados en el momento de seleccionar equipos para el manejo de materiales Carvajal (2014).
- **Principio del costo del ciclo de la vida:** desarrollar un análisis económico exhaustivo donde se tenga en cuenta todo el ciclo de la vida de los sistemas de manejo de materiales Carvajal (2014).

Dentro de las compañías también existen sistemas que ayudan a mantener el control y administración de los materiales que se utilizan para los procesos productivos, es importante establecer cuál es la logística a seguir en lo que a surtimiento de materiales se refiere así como el control de inventarios necesario para no tener discrepancias en los almacenes de componentes o en los materiales en proceso al momento que se están procesando las órdenes.

Un sistema que comúnmente se maneja en la industria es la planeación de requerimientos de materiales (MRP) donde es la forma preferida de elaborar los programas de producción e inventario cuando la demanda es dependiente. Para que la MRP funcione, la administración debe tener un programa maestro, requerimientos precisos para todos los componentes, registros exactos del inventario y las compras, y tiempos de entrega claros.

En un sistema MRP, la producción suele ser lote por lote. Cuando se implementan de manera apropiada, los sistemas MRP contribuyen de manera importante a la reducción del inventario al mismo tiempo que mejoran los niveles de servicio operaciones programe y reabastezca el inventario porque es “necesario ordenar”, y no porque es “tiempo de ordenar” Render (2014).

El desarrollo continuo de los sistemas MRP ha llevado a la integración de los datos de producción con los de muchas otras actividades, las cuales incluyen la cadena de suministro y las ventas.

Como resultado, ahora se tienen sistemas integrados orientados a bases de datos para la administración de recursos empresariales (ERP). Los sistemas ERP son costosos y difíciles de instalar, pero cuando tienen éxito apoyan las estrategias de diferenciación, al cliente. Las técnicas MRP permiten que el administrador de repuesta y liderazgo por costo Render (2014).

El sistema MRP comprende la información obtenida de al menos tres fuentes o ficheros de información principales que a su vez suelen ser generados por otros subsistemas específicos, pudiendo concebirse como un proceso cuyas entradas son, el plan maestro de producción, el cual contiene las cantidades y fechas en que han de estar disponibles los productos de la planta que están sometidos a demanda externa (productos finales fundamentalmente y, posiblemente, piezas de repuesto), el estado de inventario, que recoge las cantidades de cada una de las referencias de la planta que están disponibles o en curso de fabricación. En este último caso ha de conocerse la fecha de recepción de las mismas. La lista de materiales, que representa la estructura de fabricación en la empresa. En concreto, ha de conocerse el árbol de fabricación de cada una de las referencias que aparecen en el plan maestro de producción. Salvador (2004)

El artículo manejo de materiales (Salvador, 2004) cita que, el manejo de materiales puede llegar a ser el problema de la producción ya que agrega poco valor al producto, consume una parte del presupuesto de manufactura. El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad.

En una época de alta eficiencia en los procesos industriales, las tecnologías para el manejo de materiales se han convertido en una nueva prioridad en lo que respecta al equipo y sistema de manejo de materiales. Estas pueden utilizarse para incrementar la productividad y lograr una ventaja competitiva en el mercado. Aspecto importante de la planificación, control y logística por cuanto abarca el manejo físico, el transporte, el almacenaje y localización de los materiales. También existen riesgos para tener un manejo de materiales eficiente, de acuerdo a Salvador (2004), cita que estos riesgos pueden ser la sobrestadía, que es una cantidad de pago exigido por una demora, esta sobrestadía es aplicada a las compañías si no cargan o descargan sus productos dentro de un periodo de tiempo determinado, el desperdicio de tiempo de máquina gana dinero cuando está produciendo, no cuando está ociosa, si una máquina se mantiene ociosa debido a la falta de productos y suministros, habrá e ineficiencia es decir no se cumple el objetivo en un tiempo predeterminado. Cuando trabajen los empleados producirán dinero y si cumplen el objetivo fijado en el tiempo predeterminado dejarán de ser ineficientes. Lento movimiento de los materiales por la planta; si los materiales que se encuentran en la empresa se mueven con lentitud, o si se encuentran provisionalmente almacenados durante mucho tiempo, pueden acumularse inventarios excesivos y esto nos lleva a un lento movimiento de materiales por la planta. Mala distribución de los materiales; todos han perdido algo en un momento o en otro. Muchas veces en los sistemas de producción por lote de trabajo, pueden encontrarse mal colocados partes, productos e incluso las materias primas. Si esto ocurre, la producción se va a inmovilizar e incluso los productos que se han terminado no pueden encontrarse cuando así el cliente llegue a recogerlos Mal sistema de manejo de materiales; un mal sistema de manejo de materiales puede ser la causa de serios daños a partes y productos, muchos de los materiales necesitan almacenarse en condiciones específicas (papel en un lugar cálido, leche y helados

en lugares frescos y húmedos). El sistema debería proporcionar buenas condiciones, si ellas no fueran así y se da un mal manejo de materiales y no hay un cumplimiento de estas normas, el resultado que se dará será en grandes pérdidas, así como también pueden resultar daños por un manejo descuidado. Mal manejo de materiales; un mal manejo de materiales puede dislocar seriamente los programas de producción.

En los sistemas de producción en masa, si en una parte de la línea de montaje le faltaran materiales, se detiene toda la línea de producción del mal manejo de los materiales que nos lleva a entorpecer la producción de la línea asiendo así que el objetivo fijado no se llegue a cumplir por el manejo incorrecto de los materiales. Clientes inconformes; desde el punto de vista de la mercadotecnia, un mal manejo de materiales puede significar clientes inconformes. La mercadotecnia lo forma un conjunto de conocimientos donde está el aspecto de comercialización, proceso social y administrativo. Todo cliente es diferente y para poderlo satisfacer depende del desempeño percibido de un producto para proporcionar un valor en relación con las expectativas del consumidor. Puesto que el éxito de un negocio radica en satisfacer las necesidades de los clientes, es indispensable que haya un buen manejo de materiales para evitar las causas de las inconformidades. Inseguridad; otro problema se refiere a la seguridad de los trabajadores. Desde el punto de vista de las relaciones con los trabajadores se deben de eliminar las situaciones de peligro para el trabajador a través de un buen manejo de materiales, la seguridad del empleado debe de ser lo más importante para la empresa ya que ellos deben de sentir un ambiente laboral tranquilo, seguro y confiable libre de todo peligro. Puesto que si no hay seguridad en la empresa los trabajadores se arriesgarían por cada operación a realizar y un mal manejo de materiales hasta podría causar la muerte. Salvador (2004)

1.1 Factores que afectan a las decisiones sobre el manejo de los materiales.

El tipo de sistema de producción, los productos que se van a manejar, el tipo de edificio dentro del cual se van a manejar los materiales y el costo de los dispositivos para el manejo de estos. Existen aspectos muy importantes del manejo de materiales, entre estas consideraciones se incluyen el movimiento de hombres, maquinas, herramientas e información. El sistema de flujo debe de apoyar los objetivos de la recepción, la selección, la inspección, el inventario. La contabilidad, el empaque, el ensamble y otras funciones de la producción. Se necesita una decisión para establecer un plan del movimiento de materiales que se ajuste a las necesidades del servicio sin subordinar la seguridad y la economía Pearson (2004). El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro. Por otra parte el objetivo del MRP es brindar un enfoque más efectivo, sensible y disciplinado a determinar los requerimientos de materiales de la empresa (ver Tabla 1).

Tabla 1. Técnicas de requerimiento de material

	Técnicas Clásicas	M.R.P
Tipo de Demanda	Independientes (aleatoria)	Dependencia (predeterminada)
Determinación de la demanda	Previsión estadística en base a la demanda histórica	Explosión de las necesidades en base al plan maestro de producción
Tipo de artículos	Finales y piezas de repuesto	Partes y componentes
Base de los pedidos	Reposición	Necesidades
Stock de seguridad	Necesario para paliar la aleatoriedad de la demanda	Tiende a desaparecer salvo en los productos finales
Objetivos directos	Satisfacción del cliente	Satisfacción de las necesidades de producción

Fuente: Ballou (2004)

En lo referente a pedidos de componentes Ballou (2004) menciona que las actividades del procesamiento del pedido pueden representar la mayor parte del tiempo de ciclo del pedido. Por lo tanto es crítico dirigir las actividades de los componentes del procesamiento del pedido total para lograr el nivel de servicio al cliente. Esto quizá sea más esencial considerando el deseo continuo del cliente de reducir el tiempo total del ciclo del pedido.

Los cinco elementos claves del procesamiento del pedido incluyen: 1) Preparación del pedido; 2) Transmisión del pedido; 3) Entrada del pedido; 4) Surtimiento del pedido; y 5) Reporte del estado del pedido Ballou (2004).

Los primeros tres elementos han estado particularmente sujetos a los avances tecnológicos, incluyendo el escaneo de código de barras, manejo computarizado de pedidos y comunicación electrónica. Para las empresas que usan dicha tecnología, la preparación, transmisión y entrada de pedidos pueden reducirse a casi una parte insignificante del tiempo total del ciclo del pedido, Pearson (2004).

Otro punto importante a considerar dentro del manejo de los materiales es la distribución de almacenes y almacenamiento. El objetivo de la distribución de almacenes es encontrar el intercambio óptimo entre los costos del manejo y los costos asociados con el espacio de almacén. En consecuencia, la tarea de la administración es maximizar la utilización del “cubo” total del almacén es decir, usar todo su volumen mientras mantiene bajos los costos por manejo de materiales. El costo por manejo de materiales se define como todos los costos relacionados con la transacción. Comprenden el transporte de entrada, almacenamiento, y transporte de salida de los materiales que se almacenarán. Estos costos incluyen equipo, personal, material, supervisión, seguros y depreciación. Por supuesto, una distribución de almacén efectiva también minimiza los daños y desperdicios de material dentro del almacén, Pearson (2004).

La administración minimiza la suma de los recursos que se gastan en encontrar y trasladar el material más el deterioro y daño del propio material. La variedad de los artículos

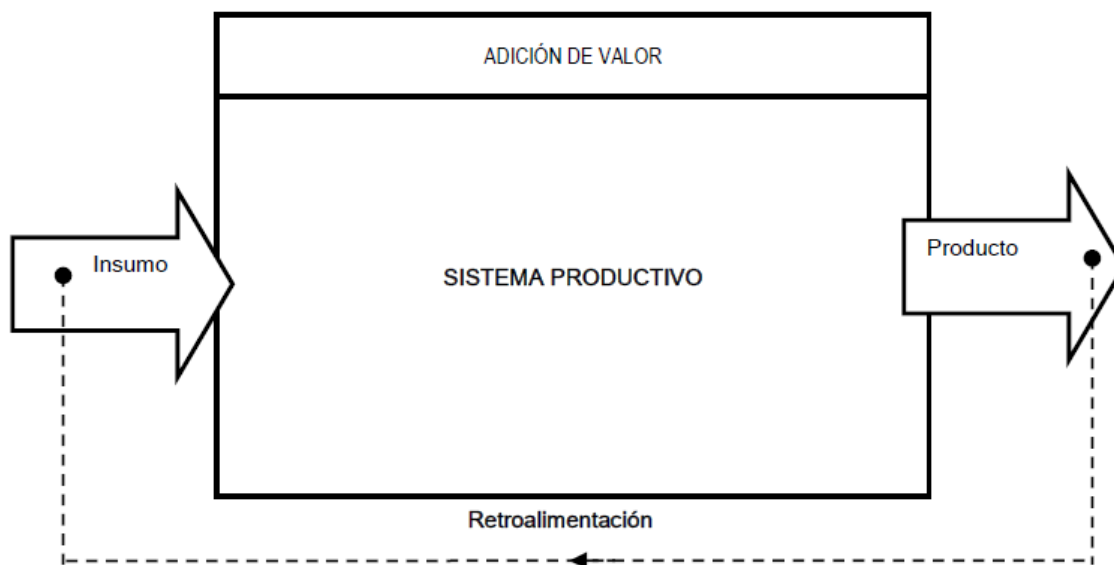
almacenados y el número de artículos “recogidos” tienen una influencia directa en la distribución óptima. Un almacén que guarda pocos artículos permite mayor densidad que uno que almacena toda una variedad Render (2014).

En el proceso de ensamble, es importante tener bien definido primeramente cual será el método a seguir para realizar el ensamble en las líneas de producción, contar con el personal capacitado para realizar las diferentes actividades durante la fabricación del producto así como con los equipos y herramientas de apoyo que soporten el ensamble.

Iniciando con el concepto de producción, (Américas, 2009) por este se entiende la adición de valor a un bien -producto o servicio- por efecto de una transformación (ver Figura 1-1). Producir es extraer o modificar los bienes con el objeto de volverlos aptos para satisfacer ciertas necesidades. Pueden citarse como ejemplos de producción: la extracción de mineral de hierro, el montaje de un automóvil, el transporte de langosta de Gaspé a Montreal, la puesta en escena de una pieza de teatro, la preparación de un concierto, entre otros.

Como se observa, la palabra producción no está solamente asociada con la fabricación sino con varias actividades más. Por tanto, podemos hablar de producción de servicios y de producción de bienes materiales.

La función de producción es fácilmente identificable dentro de los sectores primario y secundario de la economía; dentro de tales actividades es necesario reconocer el insumo, el producto y las operaciones de transformación.



Fuente: Américas, 2009

Figura 1-1. Esquema de un sistema de producción

En cualquier lugar en el que personas, materiales y recursos interactúen con el fin de alcanzar un objetivo, la productividad puede mejorarse a través de la aplicación inteligente de métodos, estándares y diseño del trabajo.

El área de producción de una industria es clave para su éxito. En ella los materiales son solicitados y controlados; la secuencia de las operaciones, de las inspecciones y de los métodos es determinada; las herramientas son solicitadas; los tiempos asignados; el trabajo es programado, asignado y se le da seguimiento; y la satisfacción del cliente es mantenida con productos de calidad entregados a tiempo Freivalds (2009).

Los objetivos primordiales de los métodos, estándares y diseño del trabajo son: 1) Incrementar la productividad y la confiabilidad en la seguridad del producto y 2) Reducir los costos unitarios, lo cual permite que se produzcan más bienes y servicios de calidad para más gente Freivalds (2009). La capacidad para producir más con menos dará como resultado más

trabajos para más personas por un número mayor de horas por año. Sólo a través de la aplicación inteligente de los principios de los métodos, estándares y diseño del trabajo, puede aumentar el número de fabricantes de bienes y servicios, al mismo tiempo que incrementa el potencial de compra de todos los consumidores. A través de estos principios se pueden minimizar el desempleo y los despidos, lo cual reduce el alto costo económico de mantener a la población no productiva.

Los corolarios que se desprenden de los objetivos principales son los siguientes (Freivalds, 2009): 1) Minimizar el tiempo requerido para llevar a cabo tareas; 2) Mejorar de manera continua la calidad y confiabilidad de productos y servicios; 3) Conservar recursos y minimizar costos mediante la especificación de los materiales directos e Indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios; 4) Considerar los costos y la disponibilidad de energía eléctrica; 5) Maximizar la seguridad, salud y bienestar de todos los empleados; 6) Producir con interés creciente por proteger el medio ambiente; y 7) Aplicar un programa de administración del personal que dé como resultado más interés por el trabajo y la satisfacción de cada uno de los empleados.

Por otra parte se debe de contar con todos los materiales necesarios para manufacturar los productos requeridos por los clientes en base a la estandarización de materiales. Los analistas de métodos siempre deben estar alertas ante la posibilidad de estandarización de materiales. Deben minimizar los tamaños, formas, calibres, etc. de cada material que se utilizan en los procesos de producción y ensamblado. Las economías que por lo general resultan de la reducción de los tamaños y calibres de los materiales empleados incluyen; Las órdenes de compra se utilizan en grandes cantidades, las cuales casi siempre son menos caras que por unidad. Los inventarios son menores puesto que debe almacenarse menos material de reserva. En los registros del almacén se deben hacer menos ingresos de material. Se deben pagar menos facturas. Se necesita menos espacio para almacenar los materiales en la bodega. La inspección por muestreo reduce el número total de partes inspeccionadas. Se necesitan menos cotizaciones de precios y órdenes de compra Freivalds (2009).

La estandarización de materiales, de la misma manera que otras técnicas para la mejora de métodos, es un proceso continuo. Requiere de la cooperación continua de los departamentos de diseño, producción, planeación y compras y se acopla de una manera sorprendente con el sistema 5S Freivalds (2009).

Otro aspecto importante para tomar en cuenta dentro de las áreas de ensamble, es la planeación misma de las órdenes que deben ser procesadas, de acuerdo a CHASE, 2009, el programa de planeación de requerimiento de materiales opera con la información de los registros de inventarios, el programa maestro y la lista de materiales. El proceso de calcular las necesidades exactas de cada pieza que maneja el sistema se conoce como proceso de explosión. Continuando en sentido descendente por la lista de materiales, las necesidades de piezas antecedentes se usan para calcular las necesidades de componentes. Se pone atención a los saldos actuales y pedidos que están programados para recibirse en el futuro.

Lo que sigue es una descripción general del proceso de explosión de MRP: Se toman del programa maestro las necesidades de piezas del nivel 0, las llamadas “piezas finales”. Estas necesidades se conocen como “necesidades brutas” en el programa MRP, lo normal es que las necesidades brutas se programen en grupos semanales, a continuación, el programa toma los saldos actuales junto con el programa de pedidos que se van a recibir para calcular las “necesidades netas”; las necesidades netas son los montos que se necesitan cada semana además de lo que se tiene ahora o se consiguió a través de un pedido puesto y programado con las necesidades netas, el programa calcula cuándo deben recibirse los pedidos para satisfacerlas, puede ser un proceso simple de programar los pedidos para que lleguen según las necesidades netas exactas o un proceso más complicado en el que se combinan las necesidades de varios periodos. Este programa de cuándo deben llegar los pedidos se conoce como “entradas de pedidos planeados”, como cada pedido tiene un tiempo de espera, el siguiente paso es calcular un programa para cuando los pedidos se expidan. Esto se consigue compensando las “entradas de pedidos planeados” por los márgenes de tiempo necesarios. Este programa se llama “expedición de pedidos planeados”, al terminar estos cuatro pasos con todas las piezas de nivel cero, el programa pasa a las piezas del nivel 1, las necesidades

brutas de las piezas del nivel 1 se calculan a partir del programa de expedición de pedidos planeados para las antecesoras de las piezas del nivel 1. Cualquier demanda adicional independiente también tiene que incluirse en las necesidades brutas, después de determinar las necesidades brutas, se calculan las necesidades netas, entradas de pedidos planeados y expedición de pedidos planeados según se describió en los pasos 2 a 4, el proceso se repite con cada nivel de la lista de materiales, Freivalds (2009).

La mejora continua o manufactura esbelta, siempre debe de existir dentro de las compañías manufactureras, ya es parte del organigrama de la organización de hecho contar con un área específica a desarrollar esta labor como es la mejora continua con el apoyo de las diferentes áreas administrativas. Esta área no únicamente se inclina hacia la mejora de las áreas productivas sino de todas las áreas administrativas dentro de la empresa, esto se da con base en un programa de capacitación y desarrollo de nuevas ideas que puedan aportar a mejorar los métricos de la compañía como lo son: productividad, rotación de personal, descarte, variación de materiales en proceso y ahorro de costos.

Se entiende por *lean manufacturing* (en castellano "producción ajustada"), la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada (también llamada Toyota Production System), puede considerarse como un conjunto de herramientas (Figura 1-2) que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming Sánchez (2010).



Fuente: Sanchez, 2010

Figura 2: Herramientas lean manufacturing

La implantación de *lean manufacturing* en una planta industrial exige el conocimiento de unos conceptos, unas herramientas y unas técnicas con el objetivo de alcanzar tres objetivos: rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes. Tal como se ha escrito, los pilares del lean manufacturing son: la mejora continua, calidad total y el sistema justo a tiempo.

*La filosofía de la mejora continua: el **concepto kaizen***

Kaizen según su creador Masaki Imai, se plantea como la conjunción de dos palabras, kai, cambio y, zen, para mejorar, luego se puede decir que kaizen significa “cambio para mejorar”, que no es solamente un programa de reducción de costes, si no que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, es lo que se conoce como “mejora continua”. La mejora kaizen tiene algunas características que la diferencian de la innovación. La innovación implica un progreso cuantitativo que genera un salto de nivel, que generalmente se produce por el trabajo de expertos, sin embargo, la mejora kaizen consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados (incluyendo a los directivos) Sánchez (2010).

*Control total de la calidad: **calidad** que se garantiza para todas las actividades.* (Sánchez, 2010) Todos los departamentos participan del control de calidad. El control de calidad durante la fabricación (mediante el autocontrol y otras técnicas) reduce los costes de producción y los defectos, garantizando los costes bajos para el consumidor y la rentabilidad para la empresa. Todos los empleados participan del control de la calidad, pero también se incluyen en esta actividad, proveedores, distribuidores y otras personas relacionadas con la empresa. El control de la calidad se encuentra totalmente integrado con las otras funciones de la empresa.

El just in time

Con el **JIT** se pretende fabricar los artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso, así por ejemplo, un proceso productivo se dice que funciona en JIT cuando dispone de la habilidad para poner a disposición de sus clientes “los artículos exactos, en el plazo de tiempo y en las cantidades solicitadas”. El periodo de tiempo que preocupa al cliente es el plazo de entrega (lead time), es decir el tiempo transcurrido desde que el cliente pasa un pedido hasta que recibe el material. Este es el tiempo de que dispone el cliente para planificar sus compras y lógicamente este estará más satisfecho cuanto menor y más fiable sea el plazo de entrega Sánchez (2010).

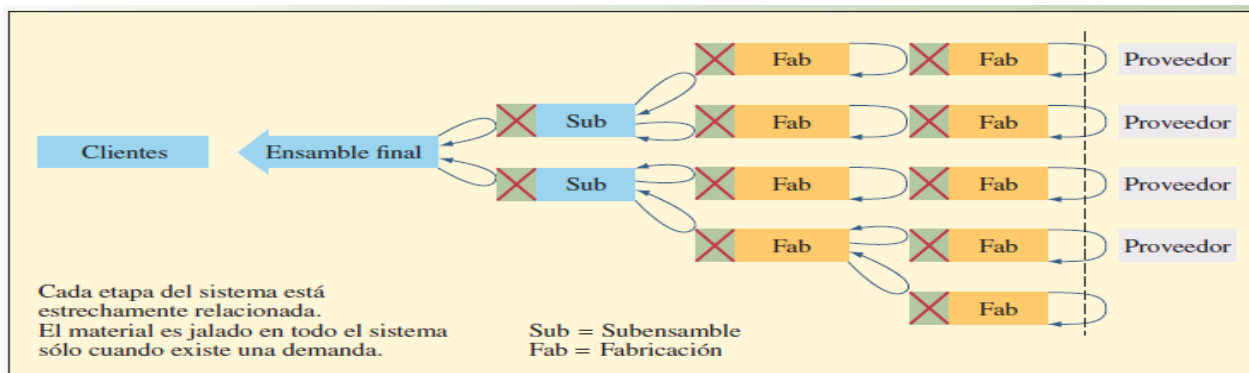
Justo a tiempo (JIT) es un enfoque disciplinado para el mejoramiento de la productividad total y la eliminación de desperdicio. Proporciona una producción efectiva en costos y la entrega de sólo las cantidades necesarias de partes con la calidad correcta, en el momento y lugar correctos, usando un mínimo de instalaciones, equipo, materiales y recursos humanos. JIT depende del equilibrio entre la flexibilidad del proveedor y la flexibilidad del usuario. Se logra a través de la aplicación de elementos que requieren una participación total de los empleados y equipos de trabajo, Una filosofía clave de JIT es simplificación.

Aunque la primera definición establece metas, no implica que se logren de inmediato al adoptar el enfoque JIT para organizar una operación. Más bien describe el estado hacia el que JIT ayuda a dirigirse. Ninguna definición de JIT incluye todas sus consecuencias. Por esta razón existen muchas frases y términos para describir los enfoques tipo JIT. Manufactura de flujo continuo, manufactura de alto valor agregado, producción sin inventarios, guerra contra el desperdicio, manufactura de producción rápida, manufactura ligera y manufactura de ciclo corto.

JIT requiere una alta estandarización en todos los objetivos de desempeño de la operación. La calidad debe ser alta porque la interrupción en la operación por errores de calidad disminuye el flujo, reduce la formalidad interna del suministro y tal vez ocasione

acumulación de inventario al reducir la tasa de producción. La rapidez, en términos de alto flujo de materiales, es esencial si ha de cumplirse con la demanda a partir de la producción y no del inventario. La formalidad es un requisito para un flujo rápido; dicho al contrario, es difícil lograr un flujo rápido si el suministro de partes o la confiabilidad del equipo no tienen formalidad. La flexibilidad es importante para lograr lotes pequeños y, por ende, un flujo rápido y tiempos de entrega cortos. Como resultado de la excelencia en los objetivos de desempeño anteriores, el costo se reduce Américas (2009).

La producción esbelta es un conjunto integrado de actividades diseñado para lograr la producción utilizando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y bienes terminados. Las piezas llegan a la siguiente estación de trabajo *justo a tiempo*, se terminan y se mueven por todo el proceso con rapidez. La producción esbelta se basa también en la lógica de que no se va a producir nada hasta que se necesite. La figura 1-3 muestra el proceso. La necesidad de producción se crea con base en la demanda real del producto. En teoría, cuando un artículo se vende, el mercado jala un reemplazo de la última posición en el sistema; el ensamblado final, en este caso. Esto da lugar a una orden en la línea de producción de la fábrica, donde un obrero jala otra unidad de una estación hacia arriba en el flujo para reemplazar la unidad tomada. Esta estación hacia arriba jala a su vez de la siguiente estación más arriba y así sucesivamente, hasta la liberación de la materia prima. Para que este proceso funcione sin problemas, la producción esbelta requiere de altos niveles de calidad en cada etapa del proceso, fuertes relaciones con los proveedores y una demanda predecible del producto final.



Fuente: Chase, 2009

Figura 3: Sistema de jalar en la producción esbelta

La parte del JIT dentro de Lean Manufacturing es la parte que se considera la más importante para el desarrollo de esta investigación ya que en base a los conceptos de los autores ayuda a producir los artículos necesarios con las cantidades mínimas requeridas para poder cumplir con el tiempo establecido en el plan de producción y así poder entregar en tiempo y forma los pedidos de los clientes. Tomando en cuenta este concepto se puede analizar las áreas de oportunidad en la empresa donde se desarrolla esta investigación para poder aportar la solución de la problemática que se está analizando.

Capítulo II. Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se realizó como primera aproximación un análisis de la problemática por componente faltante para identificar las causas que están afectando el surtimiento incorrecto de componentes del área de preparación (Kitting) al área de ensamble.

Se considera un análisis cuantitativo para la determinación de las causas potenciales que afectan esta problemática, debido a que se obtuvieron datos históricos y actuales para poder comparar y medir el impacto por componentes faltantes. Estos datos han sido obtenidos del sistema (MPRS) que se utiliza en el área de *kitting* donde se encuentra toda la información relacionada a las transacciones echas para cada uno de los componentes y códigos que utilizan en el área, obteniendo los datos históricos del mes de Enero a Abril del 2018. Con esta recolección de datos se obtuvo la frecuencia de los números de parte (componentes) que tienen un mayor requerimiento en las áreas de producción con el propósito de identificar en donde concentrar los esfuerzos para poder encontrar la causa raíz que provoca estos faltantes de componentes. Para el complemento de la información, se obtuvo por otra parte las cantidades solicitadas de manera que con esta información se pudo graficar la tendencia de los componentes solicitados en las diferentes órdenes de producción planeadas.

Como segunda aproximación, se desarrolló un mapeo de proceso al área de surtimiento (Kitting) así como al área de producción ensamble con la finalidad de identificar las diferentes actividades que se desarrollan en ambas áreas. Para el área de *kitting* se definió enfocarse en la estación # 3 de preparación, evaluando la orden 3688776 identificando las actividades que se desarrollan en este proceso con el fin de poder identificar la causa o causas que estén provocando la falta de componente en este proceso de preparación.

Asimismo, en el área de ensamble se desarrolló el mapeo de proceso tomando como muestra la orden de trabajo 3462227, observando el desarrollo del proceso de ensamble para ver las posibles causas que provocan la falta de componentes así como las transacciones vía sistema que son generados por la líder de celda con la finalidad de evaluar que las transacciones se

estén haciendo correctamente y no cargar o requerir componentes faltantes mediante la solicitud del código incorrecto.

Como tercera aproximación, se evaluó el equipo que se utiliza en el área de preparación de kitting con la finalidad de confirmar que tan confiable es el equipo al momento de preparar los componentes debido a que el método actual de preparación de componentes es mediante un método de pesado del componente a surtir, consideramos que es importante confirmar que se está utilizando el método correcto y evaluar que el equipo utilizado cumple con la función y es el correcto para la realización de esta actividad System (2017).

Capítulo III. Resultados

Se revisó la tendencia de Enero a Abril del 2018 (ver Tabla 2) de los componentes más solicitados con el propósito de identificar estos componentes de mayor recurrencia y medir hacia dónde va la tendencia para enfocar los esfuerzos en estos componentes que tienen mayor recurrencia y que ocasionan el que sean mayor requeridos por parte de producción.

Tabla 2. Componentes de mayor recurrencia

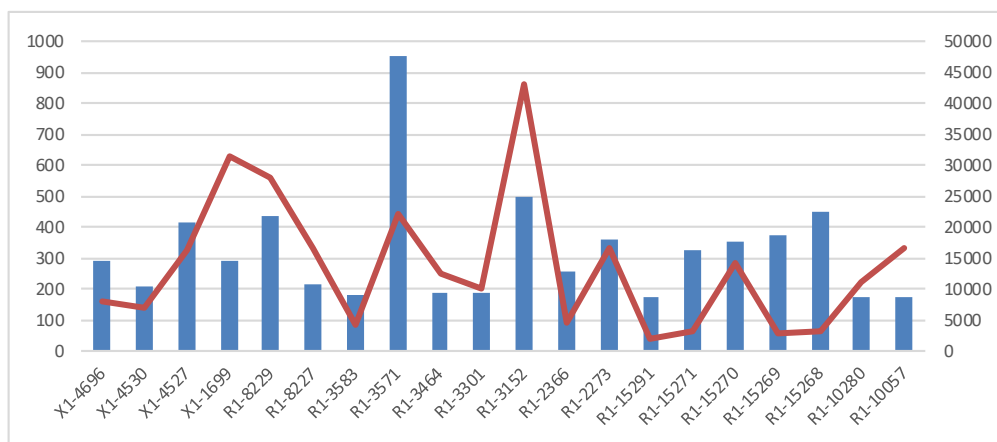
Componente	Componente Requerido	Cantidad Requerida
X1-4696	292	7998
X1-4530	211	6817
X1-4527	416	16293
X1-1699	291	31502
R1-8229	434	28053
R1-8227	217	16573
R1-3583	179	4318
R1-3571	952	22129
R1-3464	188	12464
R1-3301	189	10158
R1-3152	498	43059
R1-2366	255	4465
R1-2273	357	16558
R1-15291	177	1959
R1-15271	327	3304
R1-15270	350	14053
R1-15269	373	2915
R1-15268	452	3352
R1-10280	174	11184
R1-10057	176	16488

Grand Total:	6508	273642
---------------------	-------------	---------------

Fuente: Icu Medical, 2018

En la Gráfica 1, se observa la tendencia de los componentes de la Tabla 2 por cantidad de veces requeridos y cantidades requeridas con el objetivo de verificar visualmente cuales son los componentes de mayor problema o de mayor recurrencia que se manejan dentro del área de preparación (*kitting*).

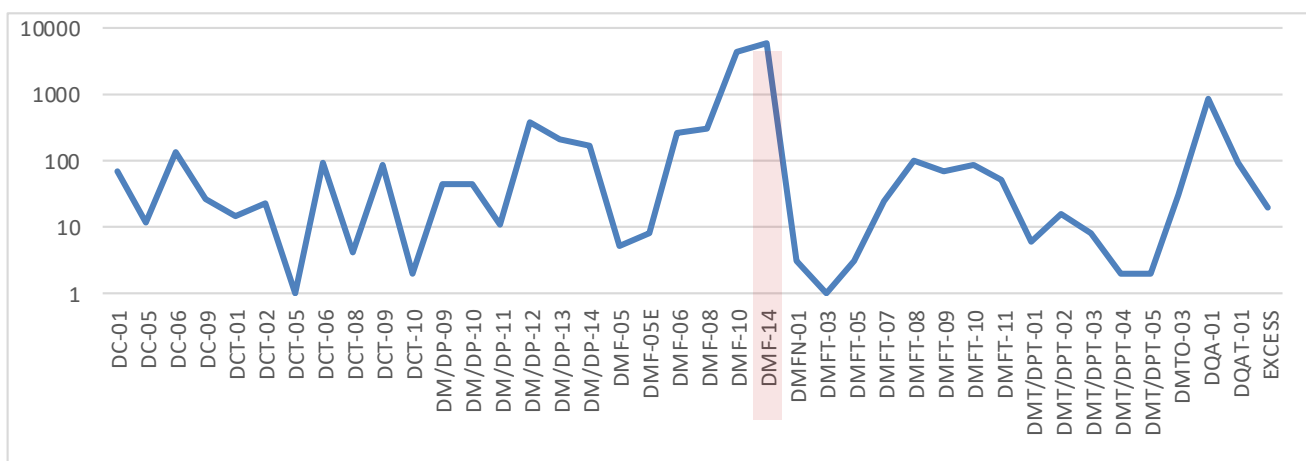
Gráfica 1. Tendencia de componentes solicitados Enero-Abril 2018



Fuente: Icu Medical, 2018

Se evaluó la tendencia del código **DMF-14** (Gráfica 2) para identificar la cantidad de veces que se han solicitado los componentes a través de su código correcto y determinar que es la principal causa por la que producción solicita más material al área de kitting para poder cubrir las ordenes planeadas.

Gráfica 2. Tendencia de código solicitado (DMF-14)



Fuente: Icu Medical, 2018

Evaluando los reportes del código DMF-14, se obtuvieron la cantidad de órdenes de trabajo en los que se reportaron los componentes así como las cantidades de piezas faltantes con el propósito de evaluar el porcentaje de componentes faltantes en comparación con la cantidad de piezas programadas de acuerdo como se muestra en la tabla 3 anexa.

Tabla 3. Análisis componentes faltantes Enero-Abril

Componente	Cantidad de Jobs	Descripcion	Cantidad de piezas faltantes solicitadas	Cantidad de piezas entregadas de acuerdo a las ordenes	% Adicional
X1-4527	107	Adaptor	588	35,603.00	2%
R1-10300	70	Adaptor	572	20,863.00	3%
R1-3513	69	Adaptor	922	20,623.00	4%
R1-2368	64	Adaptor	524	17,517.00	3%
R1-3440	52	Adaptor	385	17,573.00	2%
R1-2361	49	Adaptor	445	20,527.00	2%
R1-8083	46	Adaptor	868	11,275.00	8%
X1-4530	46	Adaptor	361	26,401.00	1%
R1-2268	42	Adaptor	476	26,875.00	2%
R1-10348	38	Adaptor	283	13,776.00	2%
R1-15076	38	Adaptor	219	7,277.00	3%
R1-2360	38	Adaptor	491	24,470.00	2%
75-0944	32	Adaptor	293	3,978.00	7%
R1-14228	29	Adaptor	333	5,793.00	6%
X1-4529	28	Adaptor	226	7,975.00	3%
R1-11029	26	Adaptor	282	8,794.00	3%
R1-10369	24	Adaptor	287	6,381.00	4%
R1-16114	20	Adaptor	226	7,003.00	3%
R1-8133	19	Adaptor	110	2,862.00	4%
R1-3592	18	Adaptor	232	6,387.00	4%

Totales: **855**

8123 **291,953.00** **3%**

Fuente: (Icu Medical, 2018)

Como resultado de esta evaluación de los datos obtenidos el porcentaje promedio de componentes adicionales solicitados es de un 3%, en base a la obtención de este porcentaje se requirió a gerencia la autorización para incluir este porcentaje adicional a todos los componentes de las diferentes órdenes de kitting el cual fue aprobado y de esta manera el área de kitting puede asegurar que las cantidades suministradas son las correctas.

Una actividad más durante la investigación fue la realización del mapeo de proceso del área de kitting donde se tomó como referencia la orden de trabajo 3688776 del catálogo MC22498, una orden de preparación de 300 piezas con 13 componentes distintos. Se siguió cada una de las actividades del preparador confirmando el tiempo en que se llevó cada uno de los pasos revisados para obtener el tiempo de preparación de la orden en evaluación y obteniendo como resultado el tiempo que se muestra en base a la tabla 4 anexa. Aquí se puede observar que el mayor tiempo que se invierte es en la estación de preparación (pesado de componentes) en el cual se analizó el método actual de conteo para identificar si el proceso actual es óptimo para realizar esta actividad y evitar mandar las órdenes con componentes de menos a las áreas de producción.

Tabla 4. Mapeo de proceso preparador de ordenes

No. Actividad	Descripción de actividad preparador de órdenes	Tiempo (Min)
1	Realizar despeje de la estación de preparación	1.5
2	Verificar en sistema plan de preparación de órdenes	2
3	Aprobación de siguiente orden y verificación de componentes	3.5
4	Preparación de componentes en base a balanceo de línea * Ir por los componentes a las localidades * Escanear número de lote para imprimir etiqueta * Preparar bascula de pesado de componentes * Pesar componentes y colocar en bins * Colocación de bins en rack	34
5	Impresión de etiqueta, llenado de identificación de orden y tapar componentes	4

TIEMPO TOTAL DE PROCESO: **45**

Fuente: Icu Medical, 2018

De acuerdo al mapeo de proceso, se observa que el mayor tiempo invertido en las estaciones de preparación es el pesado de los componentes, actualmente se utiliza una báscula Figura 4 con una capacidad máxima de peso de 16 lb para la preparación de las órdenes. Para confirmar que tanta variación existe actualmente en este proceso se realizó una muestra de

15 órdenes de producción confirmando las cantidades físicas vs cantidades entregadas con la finalidad de confirmar si este equipo es realmente el óptimo para este proceso de surtimiento.

Figura 4. Bascula Modelo 675



Fuente: System (2017)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación de las ordenes y en base a los resultados de la Tabla 5 anexa pudimos observar que no existió variación entre la cantidad de las órdenes físicas y ordenes procesadas en producción, sin embargo, consideramos que pudiera ver variabilidad con órdenes con cantidades mayores, por lo que se está evaluando la posibilidad de utilizar equipos de conteo de piezas en lugar de basculas de pesado de componentes,

Tabla 5. Muestreo de componentes físicos vs Procesados

Muestra	Catalogo	Orden de Trabajo	Cantidad	No de Componentes	Cantidad confirmada Físicamente	Cantidad Procesada en Producción
1	011-H2707	3443981	200	11	200	200
2	011-A1153	3442588	150	9	150	150
3	MC33386	3444163	50	6	50	50
4	Z0523	76-904-SJ	200	5	200	200
5	B99322	3443909	50	10	50	50
6	011-MC33873	3443964	100	6	100	100
7	Z1474	76-933-SJ	125	12	125	125
8	011-A1119	3442792	100	3	100	100
9	Z0077	76-017-Y1	25	4	25	25
10	CH3515	3444569	150	4	150	150
11	MC33315	3444879	250	6	250	250
12	B9438	3444559	50	8	50	50
13	011-C3465	3445949	150	4	150	150
14	011-H2764	3446007	150	5	150	150
15	011-A1154	3445875	100	9	100	100

Fuente: Icu Medical, 2018

Capítulo IV. Conclusiones

Con el desarrollo de esta investigación se pudo confirmar que existe poca variación en el método de pesado actual utilizado para la preparación de los componentes, durante el análisis que se desarrolló para la confirmación de este objetivo planteado que fue la evaluación del equipo a utilizar para la prelación de los componentes se observó que la escala que se utiliza tiene muy poca variabilidad entre los componentes, se ve que la variabilidad que existe se puede dar debido a la nomenclatura de los componentes que prácticamente son partes plásticas y simplemente por el proceso de moldeo que se utiliza para la fabricación de estos ya existe una mínima variación entre piezas; sin embargo se pudo observar que la necesidad de requerir más componentes al momento de realizar el ensamble de las ordenes en las áreas de producción existe por lo cual para soportar esta necesidad se tomó la decisión gerencial de incluir un 3% más de material en las órdenes que se preparan en el área de *kitting* esto de acuerdo a los datos obtenidos en el muestreo realizado, con este porcentaje adicional el área de surtimiento está asegurando que está mandando componentes de más y no cantidad de componentes exactos lo que ocasiona que se pidan componentes adicionales dentro de las áreas de producción.

Por otra parte, debido a la mínima variación que existió en el equipo que se utiliza actualmente en el área para el surtimiento de los componentes, se está considerando como una futura propuesta el adquirir un equipo diferente para la realización de esta actividad, equipos que podrán remplazar las básculas de pesado, por equipos de conteo de piezas plásticas los cuales son ya existen en el mercado y pudieran ser de utilidad para la compañía. Esta propuesta se considerara como un seguimiento futuro a esta investigación ya que requiere de un plan más detallado de actividades, iniciando desde la búsqueda del equipo, plan de validación, plan de retorno de inversión, entre otras actividades más. Sin embargo cabe mencionar que ya está la negociación con un proveedor para adquirir un equipo mediante una renta temporal para poder utilizarlo en nuestras estaciones de preparación y confirmar si sería el equipo ideal para la mejora de nuestro proceso.

Referencias

1. Freivalds (2009), Ingeniería de métodos, estándares y diseño del trabajo
2. Pearson (2004), Administración de la cadena de suministros
3. Render (2014), Principios de Administración de operaciones
4. Salvador (2004), Manejo de materiales en la empresa
5. Sánchez (2010), Lean manufacturing, la evidencia de una necesidad
6. Chase (2009), Administración de Operaciones, producción y cadena de suministro
7. Américas (2009), Administración de la producción y operaciones
8. System (2017), Data Weighing Systems