

MAPEO DE FLUJO DE VALOR PARA EL INDUSTRIAS DE PROCESO

Creación de una hoja de ruta para la transformación Lean



Peter L. Rey
Jennifer S. Rey

 **CRC Press**
Taylor & Francis Group
A PRODUCTIVITY PRESS BOOK

MAPEO DE FLUJO DE VALOR PARA EL INDUSTRIAS DE PROCESO

MAPEO DE FLUJO DE VALOR PARA EL INDUSTRIAS DE PROCESO

Creación de una hoja de ruta para la transformación Lean

Peter L. Rey
Jennifer S. Rey



CRC Press

Taylor & Francis Group

Boca Ratón Londres Nueva York

CRC Press es un sello de la

Taylor & Francis Group, una empresa de **información**

AP ROD U CTIVIDAD LIBRO DE PRENSA

Prensa CRC

Grupo Taylor & Francis

6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300

Boca Ratón, FL 33487-2742

© 2015 por Taylor & Francis Group, LLC

CRC Press es un sello de Taylor & Francis Group, una empresa de Informa

No reclamar obras originales del gobierno de EE. UU.

Fecha de la versión: 20150224

Libro estándar internacional número 13: 978-1-4822-4769-5 (eBook - PDF)

Este libro contiene información obtenida de fuentes auténticas y de gran prestigio. Se han realizado esfuerzos razonables para publicar datos e información confiables, pero el autor y el editor no pueden asumir responsabilidad por la validez de todos los materiales o las consecuencias de su uso. Los autores y editores han intentado localizar a los titulares de los derechos de autor de todo el material reproducido en esta publicación y se disculpan con los titulares de los derechos de autor si no se ha obtenido el permiso para publicar de esta forma. Si algún material con derechos de autor no ha sido reconocido, por favor escríbanos y háganoslo saber para que podamos rectificar en cualquier reimpresión futura.

Salvo que lo permita la Ley de derechos de autor de EE. UU., ninguna parte de este libro puede reimprimirse, reproducirse, transmitirse o utilizarse de ninguna forma por ningún medio electrónico, mecánico o de otro tipo, ahora conocido o inventado en el futuro, incluidas las fotocopias, microfilmaciones y grabaciones, o en cualquier sistema de almacenamiento o recuperación de información, sin el permiso por escrito de los editores.

Para obtener permiso para fotocopiar o usar material electrónico de este trabajo, acceda a www.copyright.com (<http://www.copyright.com/>) o comuníquese con Copyright Clearance Center, Inc. (CCC), 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, 978-750-8400. CCC es una organización sin fines de lucro que proporciona licencias y registros para una variedad de usuarios. Para las organizaciones a las que la CCC les haya otorgado una licencia de fotocopia, se ha dispuesto un sistema de pago separado.

Aviso de marca comercial: los nombres de productos o empresas pueden ser marcas comerciales o marcas comerciales registradas, y se utilizan solo para identificación y explicación sin intención de infringir.

Visite el sitio Web de Taylor & Francis en

<http://www.taylorandfrancis.com>

y el sitio web de CRC Press en

<http://www.crcpress.com>

Contenido

Agradecimientos	xi
Introducción	xiii
1 El valor del mapeo	1
Un enfoque en el flujo en lugar de en la función	2 4
Resumen	.
2 Fundamentos del mapeo de flujo de valor	5
Introducción al mapeo de flujo de valor	5
Flujo de materiales	7
Pasos principales del proceso	.
7 Cuadros de datos	.
7 Cuadro de proceso y Cuadro de datos de proceso	.
8 Cuadro de datos de inventario	11
Cuadro de datos de transporte	12
Cuadro de Datos de Clientes...	.
13 Cuadro de datos del proveedor	.
13 Iconos de flujo de material e información	14
Flujo de información ..	14
El tercer componente de VSM: la línea de tiempo	18
Equipos en paralelo.....	21
Nivel de detalle.	21
Resumen	21
3 Mejoras de VSM para operaciones de proceso.....	25
Características distintivas de las operaciones de proceso que requieren un enfoque VSM diferente	25
Intensivos en capital vs. Intensivos en mano de obra	25
Patrones de flujo de material—SKU Fan Out.....	26
Los problemas de cambio de producto son complejos	.
29 Familias de productos—Selección de un producto o familia objetivo	.
30 Takt Rate vs. Takt Time ..	30
Unidades de Producción.....	31

Generación del mapa	
33 Unidades de tiempo	
34 Dónde empezar.....	34
Resumen	34
4 Buenas Prácticas Adicionales de Mapeo.....	37
Prácticas VSM.....	37
Diseño del mapa— Dirección del flujo.....	37
Nivel de detalle	38
Nivel de precisión	38
Equipos en paralelo	38
Flujo lógico frente a disposición geográfica	39
Procesos de apoyo	41
Herramientas informáticas frente a papel marrón	44
Orientación y Coaching Cualificados	45
Resumen	45
5 Nuestro problema de enfoque: un proceso de fibra sintética	47
Descripción general del proceso	47
Materias primas	48
Paso 1: Polimerización	48
Paso 2: Hilado de fibras	48
Paso 3: estirar-recocer	49
Paso 4: Cortar—Empacar	50
Almacenamiento y envío de productos terminados	51
Procesamiento de pedidos y programación de la producción	51
La fabricación de fibras sintéticas VSM.....	52
6 Desarrollo del flujo de material.....	55
7 Cálculo de los parámetros del cuadro de datos	59
Cuadros de datos de pasos de proceso	59
Efectividad general del equipo (OEE)	60
Cálculo de la disponibilidad	61
Cálculo del rendimiento	62
Cálculo de la calidad	62
Cálculo de OEE	62
Factores Restantes	62
Otro ejemplo de OEE... ..	63
Cuadros de datos del proveedor.....	64
Cuadros de datos del cliente	64
Cuadros de datos de inventario	65
Cuadros de datos de transporte	
Resumen	66
8 Tasas de Flujo de Material y Takt	67
Cálculo de Takt.....	67

Balas	68	Cuerda
Takt en Gaylords	68	Producto
Recocido Takt	68	Filamento
Takt.....	71	Copos, Hilado, y
Polymer Takt.....	72	Toma de materia
prima	72	
Resumen	72	
9 Completar los Cuadros de Datos: Utilización, Frecuencia de Entrega, y Días de Suministro	75	
Utilización	75	Frecuencia
de transporte	78	Días de inventario de
suministro	79	
Resumen	81	
10 Mapeo del flujo de información	83	¿Por qué el flujo de
información de mapas?	83	Flujo de
información sobre la fabricación de fibras	83	Recursos
de restricción de capacidad	84	Información
adicional Herramientas de mapeo	88	
Resumen	89	
11 Desarrollo de la línea de tiempo	91	Principios de la
línea de tiempo.....	91	Cronología de
VSM de fibra	92	Tiempo de ciclo
de flujo de caja	96	
Resumen	96	
12 Encontrar el desecho—Analizar el mapa	97	Impresiones
Generales del Estado Actual.....	98	Oportunidades de
inventario	98	Fiabilidad de la
empacadora ...	100	Rendimiento
de hilatura.....	101	Ciclos Largos
de Campaña (EPEIs) ..	101	Embutición de laminación
en caliente—Recocido	101	Programación
no coordinada	101	Captura de
oportunidades potenciales	103	
13 Evaluación de las oportunidades	105	Oportunidades
de inventario	105	1 El inventario de materia
prima en los vagones de ferrocarril es demasiado alto	105	2. El inventario
de hojuelas es alto ...	107	3. El inventario de
filamentos es alto.....	107	4. El inventario de
productos terminados de cuerdas en Gaylords es demasiado Alto	108	5.
Dimensione correctamente el inventario de cajas de cortadores		
108 6. El inventario de productos terminados de la paca es demasiado alto	110	

Oportunidades de equipamiento	111	7. Las pérdidas de cambio de giro son altas; La utilización de la hilatura es alta	111
8. La confiabilidad de la empacadora es baja	112	9. Mejora del cambio: empacadoras	112
10. Reducir el ciclo de campaña de la empacadora (EPEI)	113	11. Una empacadora de bolas de naftalina.	
12. Desperdicios en el rendimiento y la confiabilidad del estirado y recocado en caliente	114	13. Reactor polimérico de bola de naftalina	114
Oportunidades en todo el sistema	115	14. Implementar flujo celular virtual.....	115
15. FIFO de la tina de filamentos después de la implementación de celdas virtuales	117	16. Implemente el reabastecimiento de extracción en todo el Flujo de valor.....	117
17. Elimine los 60 SKU de demanda muy baja	118	Resumen	
14 Estrategia y secuencia de implementación	121		
Estrategia para la Implementación de Mejoras	121	Estados futuros de la planta de fibra de Riverside	122
Estado Futuro Generación 1.....	124	Estado Futuro Generación 2	124
Estado Futuro Generación 3	126	Resumen	127
15 Mapas de flujo de valor de estado futuro	129	¿Por qué un Estado Futuro VSM?.....	129
Estado Futuro 1 Mapa	130	Mapa del estado futuro 2	132
Mapa del Estado Futuro 3	134	Resumen	136
16 Mapeo de la cadena de suministro	139	Por qué es importante un mapa de la cadena de suministro	139
Desechos de la cadena de suministro	140	Efectos de los desechos a nivel de la cadena de suministro	141
Componentes del mapa de la cadena de suministro	142	Mapa de la cadena de suministro del estado futuro	143
Ejemplo de mapa de cadena de suministro	144	Resumen	148
17 VSM como una forma de involucrar a los empleados	149	Origen del Problema.....	149
Un nuevo paradigma sobre el papel de Labor.....	150	La naturaleza del compromiso.....	151
Resumen	153		
18 Una hoja de ruta para la mejora continua	155		
Resumen	157		

19 Beneficios de desarrollar un VSM	159
Operaciones que se han beneficiado del uso de un VSM	159
Procesamiento de rollos grandes en una planta de productos laminados	159
Embotellado Aderezo para ensaladas	162
Torres de refrigeración en Producción de polietileno.....	165
Producción de ceras para recubrir cajas de cartón.....	165
Mejorando un Sistema de Ejecución de Proyectos de Capital	166
Resumen	
Apéndice A: Características de la Industria de Procesos	171
Características que Distinguen a las Industrias de Procesos	171
El equipo es grande y difícil de reubicar	171
Los procesos son difíciles de detener y reiniciar	172
Intensivo en capital vs. Intensivo en mano de obra	172
Trabajo en curso oculto.....	173
Puntos de diferenciación del producto	173
Resumen	174
Apéndice B: Principios SMED	177
Orígenes de SMED	177
Conceptos de SMED	178
Cambios de productos en las industrias de procesos	179
Resumen	179
Apéndice C: Flujo celular	181
Configuraciones típicas de equipos de plantas de proceso	181
Manufactura Celular Aplicada a Líneas de Proceso	183
Resumen	186
Apéndice D: Sistemas de reabastecimiento de extracción	187
¿Por qué es importante tirar?	187
¿Qué es tirar?.....	187
Ensamblaje de extracción ..	
188 Dificultades en Plantas de Proceso.....	190
Interfaz de contrafase	190
ConWIP	191
Señales visuales	191
Cuándo empezar a jalar: La secuencia de implementación	194
Enfoque de flujo de valor	
194 Mostrando pull en un mapa de flujo de valor	195
Resumen	195
Apéndice E: Stock de ciclo y Stock de seguridad	197
Stock de ciclo y stock de seguridad	197
Cálculo del ciclo de existencias	199
Modelo de reabastecimiento de intervalo fijo	199
Modelo de reabastecimiento de cantidad fija	200

Stock de seguridad	..
202 Variabilidad en la demanda.....	203
Variabilidad en el tiempo de entrega	
207 Variabilidad combinada	
207 Ejemplo—Cut—Bale 2 Material de seguridad	
208 Resumen	210
Apéndice F: Ruedas del producto.....	211
Introducción a las ruedas de productos	211
Ruedas de producto definidas.....	212
Beneficios de las ruedas del producto	214
Aplicabilidad de la rueda del producto	215
Tiempo de mejora de procesos ..	216
Resumen	216
Apéndice G: Lectura adicional	217
Sobre los autores	227

Expresiones de gratitud

Como autora principal de este trabajo, ante todo agradezco a mi hija Jennifer por aceptar unirse a mí en este esfuerzo. Su ayuda en el desarrollo del texto, y en la edición y aportando un mayor nivel de claridad, hizo que esta tarea fuera mucho más fácil y una verdadera alegría. Este es nuestro segundo libro juntos, y estoy descubriendo que su colaboración conduce a un producto mucho mejor.

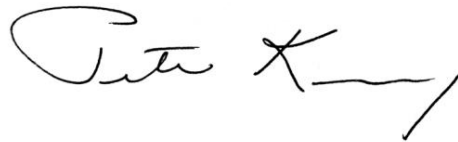
Ni los conceptos, pensamientos, ideas y la guía presentada en este manual, ni la experiencia en su aplicación práctica, son únicamente mi trabajo.

Estoy en deuda con varios colegas que me han ayudado a recorrer este viaje:

- Bill Sheirich, Vinay Sohoni y John Anderson, consultores de IBM que me expusieron por primera vez a Line Analysis Mapping de IBM, un precursor de VSM en la década de 1980.
- Wayne Smith, gerente de DuPont Continuous Flow Manufacturing (CFM) colaboración con IBM, quien reconoció la necesidad de agregar flujo de información al formato de análisis de línea.
- Bennett Foster, quien me ayudó a mapear varias de las operaciones de DuPont, incluida una que fabricaba productos laminados para usar en la impermeabilización de casas y otra que laminaba sustratos de tableros de circuitos. Las contribuciones de Bennett incluyeron el desarrollo de simulaciones de flujo basadas en los VSM, que fueron invaluable para determinar el alcance de las mejoras y diseñar sistemas de extracción para resolver los desechos descubiertos a través de los mapas.
- Ted Brown, quien fue pionero en el uso de conceptos y formatos de VSM para analizar Las cadenas de suministro globales de DuPont.
- Mis colegas en el Centro de Competencia Lean de DuPont: Paul Veenema, Cris Leyson, Laura Colosi, Nick Mans, Larry Jordan, Terry Farr, John New, Larry Mlinac, Lew Buckminster y Paul Jungling, quienes contribuyeron al conjunto de conocimientos y experiencias que se describen aquí.
- Compañeros de las unidades de negocio de DuPont que defendieron el uso de Value Stream Mapping dentro de sus respectivos negocios: Pete Ellefson, Ed Reiff, Anne Kraft, Karen Wrigley, John Rees, Tom Carroll, Mike Archie y Fran Montemurro.
- Michael Sinocchi, editor ejecutivo de Productivity Press, por su continuo apoyo, guía y consejo para este y para mis esfuerzos literarios anteriores. Fue el estímulo de Mike lo que me llevó a escribir mi primer libro, que abrió todo un mundo de nuevas posibilidades y enriqueció mi vida.

xii y Agradecimientos

- ŷ Mi hija Courtney, ella misma una profesional en el campo de las operaciones. planificación y previsión de gestión y producción, por proporcionar conocimientos y experiencias que fueron invaluable para este esfuerzo.
- fi Finalmente, a mi esposa Bonnie, quien no solo me brindó un fuerte apoyo emocional y aliento, sino que también se encarga de administrar los asuntos de Lean Dynamics para que yo tenga tiempo de hacer las cosas divertidas, como trabajar cara a cara con los clientes y escribir este libro.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Courtney', followed by a stylized flourish or mark.

Introducción

Por qué es importante este libro

Un mapa de flujo de valor (VSM) es un diagrama de flujo de proceso que muestra cada paso en la producción de un bien o material, así como los recursos utilizados en cada paso y las relaciones entre los recursos. El mapeo del flujo de valor es un componente muy importante de cualquier iniciativa Lean, ya que proporciona un marco que destaca el desperdicio y el efecto negativo que tiene en el rendimiento y el flujo general del proceso.

El formato propuesto en Aprender a ver, que evolucionó a partir de los mapas de flujo de información y materiales de Toyota, se ha convertido en el estándar de facto para VSM. Sin embargo, aunque Aprender a ver es un trabajo histórico, está escrito principalmente desde el punto de vista de la producción y el ensamblaje de piezas discretas, utilizando la fabricación de componentes de dirección para tractores como ejemplo para describir el mapeo del flujo de valor.

El libro no describe casi todos los problemas encontrados en el mapeo de una operación de la industria de procesos o formas de ver algunos de los desechos únicos inherentes a una operación de proceso.

Si bien este formato VSM convencional tiene la estructura básica para describir de manera efectiva las operaciones del proceso, debe adaptarse y expandirse para cumplir su propósito en ese entorno. Por operaciones de proceso, nos referimos a aquellas caracterizadas por transformaciones químicas y mecánicas, que incluyen mezclado, combinación, reacciones químicas, extrusión, formación de láminas, corte longitudinal, horneado y recocido.

Los productos terminados pueden estar en forma sólida empacados como rollos, carretes, láminas o tubos; o en forma de polvo, gránulos o líquido en contenedores que van desde botellas y baldes hasta vagones cisterna y vagones de ferrocarril. Los ejemplos incluyen pinturas para automóviles y casas, alimentos y bebidas procesados, productos para el cuidado personal, artículos de papel, películas de plástico para embalaje, fibras, alfombras, vidrio y cerámica. La producción puede venderse como productos de consumo como cereales para el desayuno, aderezos para ensaladas, champú, pasta de dientes o líquido de frenos, pero más a menudo se convierten en ingredientes o componentes para otros procesos de fabricación.

La producción de estos materiales difiere de la fabricación y montaje de partes discretas en varias formas significativas:

- fi Los pasos del proceso involucran reacciones químicas como mezclar, combinar y polimerización y transformaciones mecánicas como estiramiento, recocido, extrusión y fundición.
- fi Las operaciones de proceso tienden a requerir mucho equipo en lugar de mano de obra, y el rendimiento suele estar limitado por el equipo en lugar de la mano de obra. Por lo tanto, un proceso VSM debe centrarse más en la capacidad desperdiciada que en el trabajo desperdiciado (movimiento, espera, etc.). Debe incluir datos que describan más claramente el rendimiento del equipo y resalten el desperdicio de capacidad, como OEE (efectividad general del equipo) y sus componentes: calidad, confiabilidad y velocidad.
- fi Los tipos de materiales o tipos de productos tienden a aumentar a medida que el material pasa por los pasos secuenciales del proceso, a medida que se produce una diferenciación cada vez mayor del producto. (En los procesos de ensamblaje, la cantidad de tipos de piezas individuales tiende a disminuir a medida que se ensamblan las piezas). Por lo tanto, se debe mostrar el abanico de tipos de material para comprender la dinámica del flujo.
- fi A diferencia de las operaciones de ensamblaje, que se ocupan de cosas físicas discretas que se pueden contar, las operaciones de proceso se ocupan de materiales que generalmente cambian de forma a medida que avanzan en el proceso. Por lo tanto, se debe prestar especial atención a las unidades más apropiadas que se utilizarán en el cuadro de datos para cada paso del proceso. Por ejemplo, en una operación de embotellado de aderezos para ensaladas, el material podría medirse en libras, galones, botellas, cajas o tarimas. Como otro ejemplo, la salida de una línea de extrusión de película plástica podría medirse en libras, pies lineales, pies cuadrados o rollos. Además, las relaciones entre estos parámetros a menudo varían según el tipo de producto (dos rollos de 2000 pies de película de plástico para empaque pueden tener pesos diferentes debido al grosor o ancho de la película diferente). Por lo tanto, las unidades utilizadas en los cuadros de datos de VSM deben seleccionarse cuidadosamente para ilustrar más claramente el flujo y los cuellos de botella.
- fi Los cambios de productos (también conocidos como transiciones de productos, configuraciones) a menudo incluyen pérdidas materiales y de tiempo, por lo que se debe mostrar este aspecto del desperdicio.

Parte de la orientación que normalmente se proporciona en los manuales de mapeo no funciona bien para una operación de proceso. Parte de esto es realmente incorrecto para los procesos y provocará errores en el análisis y la toma de decisiones. Las autoridades lean a menudo hablan de separar el flujo de la planta en flujos de valor y tratar cada flujo de valor como una entidad separada, pero en muchas operaciones de proceso, todos los flujos de valor fluyen a través de equipos compartidos y, por lo tanto, son interdependientes desde el punto de vista del flujo. Por lo tanto, un solo VSM que incluye todos los flujos de valor es mucho más descriptivo que un VSM que se enfoca en un solo flujo de valor. Limitarse a una sola familia de productos puede subestimar Takt (el término Lean para la demanda del cliente) y ocultar problemas de flujo y cuellos de botella.

Cómo está organizado el libro

El libro presenta un proceso de fabricación objetivo, lo describe con suficiente detalle como para proporcionar toda la información necesaria para un VSM completo y luego recorre todo el procedimiento para generar el mapa. El proceso de destino es lo suficientemente complejo como para ilustrar los problemas que se encuentran a menudo en el mapeo de una operación de la industria de procesos, pero lo suficientemente sencillo como para explicar todas las consideraciones y decisiones del mapeo dentro de un libro de esta extensión. El libro también describe cómo analizar el mapa en busca de desechos y problemas de flujo para que puedan reducirse o eliminarse para conducir hacia un estado futuro mejorado.

- fi Los capítulos 1 a 4 explican cómo crear un VSM para una operación de la industria de procesos, explican en qué se diferencia y amplía el mapeo de flujo de valor convencional y describen las mejores prácticas para crear un VSM.
- fi El Capítulo 5 describe el proceso de destino, brinda todos los datos necesarios para mapearlo y describe los procesos de programación y comunicación que forman la base para la parte del flujo de información del mapa.
- y Los capítulos 6 a 11 lo guían a través de los pasos detallados para crear un VSM para el proceso de destino, incluidos ejemplos de todos los cálculos necesarios para los parámetros de flujo en los cuadros de datos
- y Los capítulos 12 a 15 le explican cómo analizar el mapa para entender mejor soportar el flujo y los desperdicios del proceso, cómo definir el alcance y priorizar las oportunidades, y cómo crear un conjunto multigeneracional de futuros VSM estatales para el proceso objetivo.
- fi El Capítulo 16 describe cómo se puede aplicar el concepto de VSM a cadenas de suministro completas y por qué un Mapa de la cadena de suministro (SCM) es tan importante para las cadenas de suministro como lo es un VSM para las operaciones de fabricación.
- fi Los capítulos 17 y 18 describen cómo involucrar a toda la fuerza laboral, de hecho, a toda la organización, en la creación de mapas y su uso continuo como hoja de ruta para la mejora continua.
- fi Finalmente, el Capítulo 19 brinda algunos ejemplos del uso de VSM en situaciones reales. procesos y describe situaciones en las que los VSM fueron valiosos para ayudar a las operaciones a tomar la decisión correcta o evitar la equivocada.
- y Hay varios apéndices para explicar en detalle cómo calcular algunos de los parámetros del cuadro de datos y para describir algunas herramientas Lean que se utilizan a menudo para alcanzar el estado futuro.

El libro está estructurado de manera que satisface los intereses de una amplia variedad de lectores Si está buscando un recorrido detallado de los detalles de la generación de un VSM, analizándolo para reconocer oportunidades para mejorar el rendimiento y luego clasificarlos, priorizarlos e ilustrarlos en un VSM de estado futuro, todo eso se cubre aquí. . Si, por otro lado, solo desea comprender por qué un VSM de proceso debe ser diferente de un VSM tradicional y luego los conceptos generales de cómo crear ese tipo de VSM, puede obtenerlo centrándose en

Capítulos 1 a 4, dándole a los capítulos 6 a 12 una lectura ligera y saltándose los capítulos 13, 14 y 15.

Hoja de ruta para una transformación Lean completa

El propósito de este libro es explicar cómo crear un VSM para una operación de proceso y guiarlo a través de los pasos para analizar el mapa, definir el alcance de los proyectos de mejora, priorizarlos y luego usar los VSM de estado futuro para ilustrar y motivar la mejora sistémica. Al hacerlo, en realidad proporciona una plantilla o hoja de ruta para una transformación Lean completa. Describe todas las iniciativas Lean a emprender para reducir cuatro de los siete clásicos

desechos, los cuatro que se encuentran con mayor frecuencia en las operaciones de proceso.

Describe proyectos para eliminar la sobreproducción, reducir los inventarios, acortar los tiempos de ciclo, reducir las pérdidas de rendimiento, implementar la producción a nivel de fabricación celular utilizando una forma de heijunka llamada ruedas de productos e implementar un sistema de reabastecimiento.

Une todas estas mejoras en una arquitectura integrada y coordinada para que las mejoras se realicen en la secuencia correcta y de manera que se complementen entre sí.

Siguiendo la guía proporcionada en este manual, podrá construir un VSM completo para la operación de su proceso. Usando la información proporcionada por ese mapa, puede ver más claramente los desechos en su operación, comprender sus causas fundamentales y comenzar a avanzar hacia un estado futuro mucho mejor.

Espero que al leer esto se haga evidente que un bien construido, VSM de alta calidad proporciona una plantilla y una hoja de ruta para guiar su transformación Lean.

Capítulo 1

El valor del mapeo

Reducir el desperdicio y mejorar el flujo de materiales son dos de los principales objetivos de Lean. Para reducir o eliminar el desperdicio, debe comprender dónde existe en su proceso, y un mapa de flujo de valor (VSM) está diseñado para permitirle hacer precisamente eso. Toyota desarrolló sus mapas de flujo de materiales e información, en los que se basa el formato VSM, específicamente para ver los desperdicios y sus causas.

Lean define desperdicio como cualquier cosa que consume recursos (materiales, personas y equipos) pero no crea valor para el cliente. Toyota definió siete tipos de residuos:

1. Sobreproducción: hacer más de lo que el cliente necesita o hacerlo antes de lo necesario
2. Inventario: material que no se está procesando actualmente, incluidas las materias primas, el trabajo en proceso y el inventario de productos terminados.
3. Defectos: piezas o materiales que no cumplen con las especificaciones requeridas
4. Transporte—movimiento de material, ya sea de un paso del proceso al siguiente paso o dentro o fuera del inventario
5. Espera: tiempo que los operadores, mecánicos o cualquier otra persona pasan esperando que el material o el equipo estén listos para usar.
6. Movimiento (de personas): caminar alrededor del equipo para llegar a donde se necesitan, o para cambiar piezas o herramientas
7. Procesamiento—procesamiento excesivo, haciendo más al material que al cliente requiere

Los primeros cuatro de estos se pueden ver fácilmente desde un VSM bien construido. Curiosamente, estos primeros cuatro son generalmente los desechos más frecuentes y costosos en las operaciones de proceso. Por lo tanto, un VSM puede ilustrar los desechos de mayor preocupación para los responsables del desempeño del proceso. Los tres restantes requieren un análisis más detallado, utilizando métodos Lean como los gráficos de movimiento llamados "diagramas de espagueti". A menudo se agrega un octavo desperdicio a los siete de Toyota: el desperdicio de conocimiento humano, creatividad y potencial. Esto también es algo

2 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

eso no se puede ver fácilmente en un VSM; requiere un análisis exhaustivo de la cultura, las actitudes, los comportamientos y la participación en la mejora continua del lugar de trabajo procesos.

Un VSM también ilustrará el flujo de extremo a extremo en su operación, mostrará cómo se crea valor para sus clientes y aclarará las barreras para un flujo fluido. A menudo, estos son difíciles de ver en una operación de proceso porque muchos de los pasos que agregan valor tienen lugar en tanques, recipientes y tuberías, y el tamaño y la complejidad de estos hacen que el flujo del proceso sea mucho menos visible.

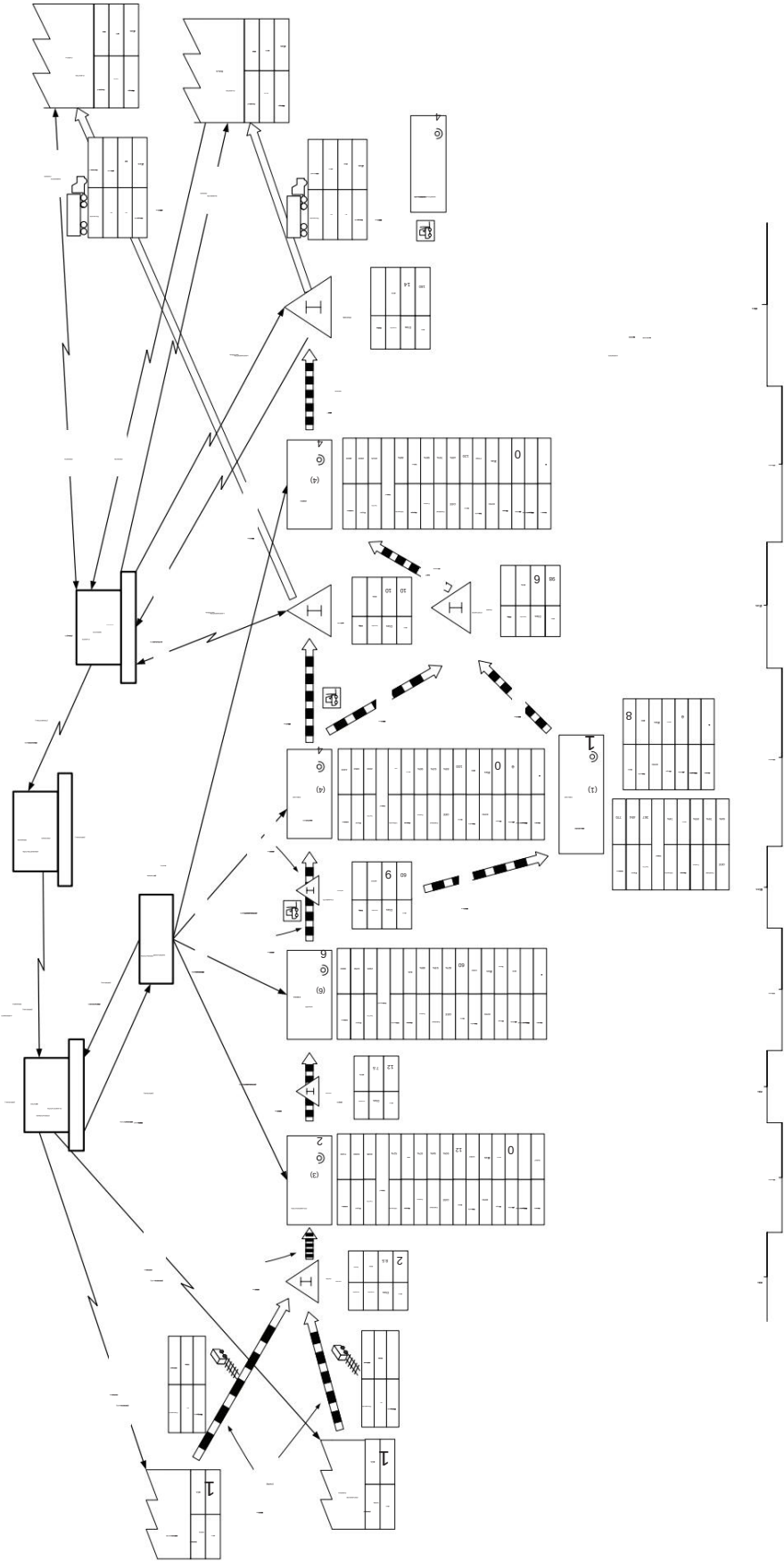
Una vez que se comprendan los desechos y las barreras de flujo, y se hayan formulado planes para eliminarlos, la mayoría de los datos necesarios para estimar los beneficios de estas mejoras se pueden encontrar en el VSM. Luego, el VSM se puede usar como plantilla para definir el estado futuro que resultaría de la implementación exitosa de esos planes. Por lo tanto, crea y cuantifica una visión que puede usarse para motivar la acción hacia el estado futuro.

Un VSM está en un nivel lo suficientemente alto como para que pueda ver el flujo a través de todo el proceso y, por lo tanto, crear una vista interfuncional sólida de todo el proceso. La Figura 1.1 es un ejemplo de un VSM bien construido, uno que revisaremos a lo largo de este libro.

BENEFICIOS DE UN MAPA DE FLUJO DE VALOR
Proporciona una comprensión de las operaciones que están creando valor para el cliente.
Proporciona una visión clara del flujo de material desde las materias primas hasta los productos terminados y hace Barreras para suavizar el ujo muy visibles.
Proporciona una imagen integrada del proceso, lo que mejora la comprensión de las interacciones. entre varios pasos.
Si el VSM es creado por un equipo que representa todas las áreas de proceso y todas las funciones, construye un fuerte comprensión interfuncional del proceso general y su interconexión.
Destaca las principales formas de residuos que se encuentran en una operación de proceso.
Proporciona algunas pistas sobre las causas fundamentales de los desechos.
Víncula el flujo de información con el flujo de material, de modo que el efecto de errores, demoras y reelaboración en el procesamiento de la información en un flujo de material suave se vuelve visible.
Proporciona una plantilla para el diseño de un estado futuro mejorado y los datos para cuantificar mejoras de rendimiento.
Proporciona una base sólida para organizar eventos Kaizen, con la confianza de que están enfocados sobre los problemas que afectan el rendimiento del proceso.

Un enfoque en el flujo en lugar de en la función

Las plantas han tendido a administrarse sobre una base funcional área por área, con supervisión basada en áreas y metas y métricas basadas en áreas, y poco enfoque en toda la planta. Esto es especialmente cierto en el caso de las plantas de proceso; una planta química tradicionalmente se puede dividir en un área de polimerización, un área de extrusión, un área de compuestos, un área de granulación y un área de acabado y empaque, sin una visión integrada de



4 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

flujo general. Un VSM ayuda a ver las interacciones del proceso y la interconexión de los pasos secuenciales del proceso.

También aclara cómo las actividades de procesamiento de información influyen en el flujo de materiales y el desempeño operativo, y cómo la disfunción en el manejo de la información puede impedir el flujo de materiales y degradar el desempeño del proceso.

Resumen

Un VSM correctamente dibujado es un componente extremadamente importante de cualquier actividad Lean. Proporciona una comprensión detallada del estado actual, de una manera que aclara el flujo y los detractores para suavizar el flujo. Representa con precisión los principales efectos de los desechos y los procesos derrochadores, y proporciona información sobre las causas fundamentales de los desechos. Es el punto de partida para la creación de una visión de cómo debería ser el estado futuro: el VSM del estado futuro. Proporciona una plantilla e información de diseño para la aplicación de mejoras Lean, como la fabricación celular, la nivelación de la producción y los sistemas de reabastecimiento. Proporciona un contexto para priorizar todas las iniciativas de mejora que surjan del análisis del VSM. Además, como se explicó en la Introducción, puede proporcionar la arquitectura para una transformación Lean completa de su operación. Debe ser la primera actividad de trabajo técnico en cualquier transformación Lean, iniciada tan pronto como se complete el trabajo organizacional y la formación del equipo.

Capítulo 2

Mapeo de flujo de valor Fundamentos

Introducción al mapeo de flujo de valor

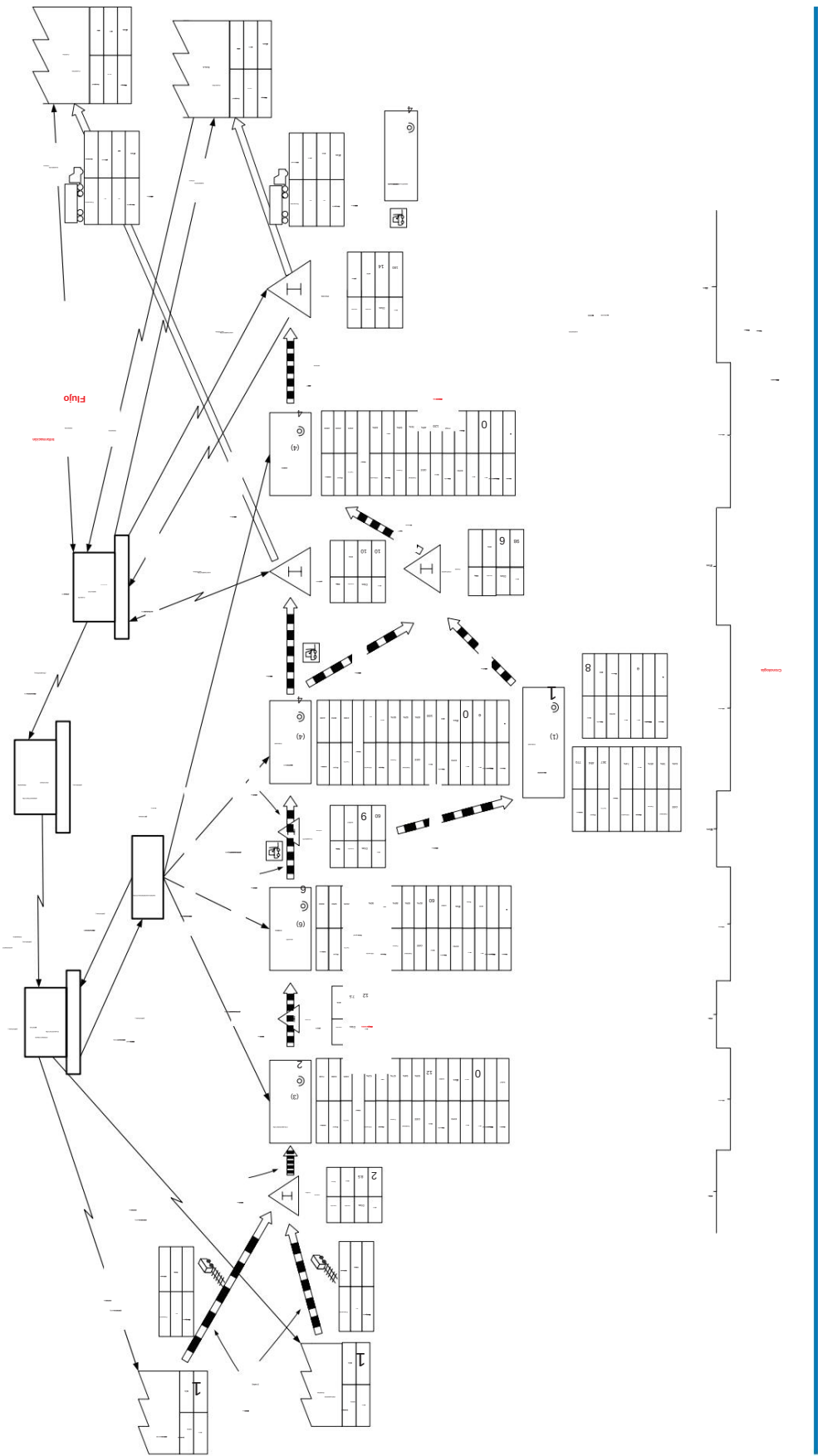
En el último capítulo, mencionamos los diversos tipos de desechos y que un VSM es una forma efectiva de resaltar los desechos y sus causas. También señalamos que un VSM bien construido ilustra el flujo y las barreras para un flujo uniforme, cosas que causan tiempos de entrega más largos e inventarios más altos.

Para la mayoría de las operaciones de la industria de procesos, el formato descrito en trabajos como Aprender a ver proporciona un buen punto de partida. Sin embargo, para describir y comprender las complejidades adicionales inherentes a muchas plantas de la industria de procesos, a menudo se necesitan características y datos adicionales. A menudo se justifica un enfoque ligeramente diferente para la creación del mapa. Sin embargo, antes de presentar esas funciones y enfoques, echemos un vistazo a la composición VSM tradicional.

Un VSM consta de tres componentes principales, como se muestra en la Figura 2.1:

1. Flujo de material: muestra el flujo de material a medida que avanza desde la materia prima materiales, a través de cada paso importante del proceso (máquina, tanque o arreglo de recipientes), hasta los productos terminados que se mueven hacia el cliente. Esta es una vista de alto nivel que muestra solo las piezas principales de equipos o sistemas de procesamiento, con cuadros de datos que ilustran el rendimiento de cada pieza. También se muestran todos los inventarios a lo largo del flujo, con cuadros de datos que muestran el contenido de cada almacenamiento de inventario.
2. Flujo de información—El flujo de todos los principales tipos de información que gobiernan qué se va a hacer y cuándo se va a hacer. Esto comienza con pedidos de el cliente, realiza un seguimiento de todos los procesos importantes de planificación y programación, y termina con programaciones y señales de control en la planta de producción. La información normalmente fluye en la dirección opuesta al flujo de material.

6 y Mapeo Lean para las Industrias de Procesos



3. Línea de tiempo: muestra el tiempo de valor agregado y lo contrasta con el tiempo sin valor agregado.

Es una línea en la parte inferior del VSM en forma de onda cuadrada. Este es un indicador clave de desperdicio en el proceso: muestra el efecto del desperdicio pero no la causa; que debe diagnosticarse a partir de los otros dos componentes del VSM.

Flujo de materiales

Pasos principales del proceso

Cada paso importante del proceso se describirá en el VSM mediante un cuadro de proceso.

Un cuadro de proceso puede representar una sola máquina grande o un proceso químico, como una máquina para hacer mechones de alfombras, un recipiente para mezclar pintura o una máquina para llenar botellas en una planta de aderezo para ensaladas. También podría representar un paso en el proceso que consiste en un sistema de proceso integrado; un sistema de teñido de alfombras que consta de tanques de mezcla de tinte, calentadores, bombas y la máquina de aplicación de tinte, o un sistema de polimerización química continua con varios tanques y muchas tuberías de proceso, cada uno podría mostrarse como una sola caja de proceso.

El número de operadores que normalmente trabajan en este paso del proceso se muestra dentro del cuadro de proceso. Si se comparten personas entre pasos, se pueden mostrar valores fraccionarios. Si, por ejemplo, un paso tiene un operador dedicado y un operador compartido con otro paso del proceso, podría mostrarse como 1,5 operadores para este paso.

En los procesos de ensamblaje, este puede ser uno de los parámetros más importantes en el VSM; en las industrias de proceso, por lo general es mucho menos importante que la utilización del equipo, que es uno de los parámetros enumerados en el cuadro de datos.

Cuadros de datos

Los cuadros de datos brindan la información numérica requerida para comprender qué tan bien fluye el material a través del proceso, dónde existen cuellos de botella o limitaciones de capacidad, dónde existe desperdicio en el proceso y para brindar pistas sobre las causas fundamentales.

Los cuadros de datos cuantifican no solo el despilfarro, sino también los efectos del despilfarro, como los inventarios causados por configuraciones costosas o por sobreproducción.

Los cinco tipos de cuadros de datos que normalmente se muestran en un VSM se describen a continuación. Se muestra la composición típica de cada tipo; para algunas situaciones específicas, los datos adicionales pueden ser relevantes y deben incluirse en el cuadro de datos. También puede haber casos en los que no todos los datos enumerados sean importantes; en esos casos, el cuadro de datos debe acortarse por simplicidad. La intención es mostrar suficientes detalles operativos para brindar una comprensión clara del flujo y sus factores influyentes, pero no abrumar el mapa con datos innecesarios. También se debe enfatizar que la precisión extrema no es la meta; en la mayoría de los casos, las aproximaciones razonables son suficientes. Cuando los valores pueden variar significativamente, a menudo se enumera el rango.

Todos los datos enumerados a continuación que son relevantes para el proceso específico que se está mapeando debe mostrarse en el VSM. Los datos deben incluir todos los parámetros que influyen en el flujo; no debe incluir datos relacionados con la química o mecánica

8 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

procesamiento, como temperaturas, presiones, viscosidades o requisitos de torque. En algunos casos, los datos no se incluirán en un cuadro, sino que simplemente se mostrarán como texto a lo largo de una línea de flujo. Esto se hace a veces con datos de transporte, por ejemplo.

Cuadro de proceso y cuadro de datos de proceso

Los parámetros que normalmente se incluyen en un cuadro de datos de pasos del proceso (Figura 2.2) se enumeran aquí. El Capítulo 7 brinda detalles sobre cómo calcular cada parámetro con ejemplos.

- ¿ Capacidad máxima: el rendimiento que puede esperar de este paso del proceso en condiciones "perfectas", es decir, el rendimiento máximo cuando no hay pérdidas de rendimiento, reducciones de tasa, fallas o trastornos momentáneos, y no se pierde tiempo en cambios. Esto a veces se denomina capacidad nominal o capacidad máxima demostrada.
- ¿ Capacidad efectiva: este es el rendimiento que puede esperar cuando las cosas funcionan normalmente, con las pérdidas de rendimiento promedio y los tiempos de inactividad típicos de mantenimiento y cambio. Se puede enumerar por hora o por día o en cualquier período de tiempo que tenga sentido para este proceso. Se calcula multiplicando la Capacidad Máxima por la Efectividad General del Equipo (OEE), definida a continuación. Es una medida realista de lo que puede esperar que produzca este paso durante períodos razonablemente largos, con el rendimiento actual.
- ¿ Takt: una medida de la demanda del cliente. es la demanda agregada total colocado en este paso dividido por el tiempo disponible. Takt define lo que debe producir un paso en el proceso, y la capacidad efectiva define su capacidad para hacerlo, por lo que Takt debe figurar en las mismas unidades de tiempo que la capacidad efectiva.

FIBRA HILADO (6) 6	
límite máximo	3960
Capac E	3250
TACTO	2935
Estanques/hora	
Utilización	90%
Tiempo de espera	1.85 h
Producir	88%
Fiabilidad	93%
OEE	82%
# SKU	60
Tamaño del lote	1000#
EPEI	7 días
tiempo C/O	2 horas
pérdida de C/O	1000 #
Disponibilidad de tiempo	168 h/semana
Turno schd	3 × 8 × 7

Figura 2.2 Cuadro de proceso y cuadro de datos de proceso.

Takt es uno de los parámetros más importantes que aparecen en un VSM. El término proviene de una palabra alemana que significa ritmo o golpe de tambor. El objetivo es sincronizar cada parte de la operación de fabricación al ritmo de la demanda del cliente, de modo que la demanda del cliente pueda satisfacerse por completo y evitar el desperdicio de la sobreproducción. En Lean tradicional, es un factor basado en el tiempo que se calcula tomando el tiempo disponible, el tiempo total que la planta planea operar durante un período y dividiéndolo por el número promedio de unidades de producto que los clientes compren durante ese período de tiempo. El hecho de que Takt sea un parámetro basado en el tiempo a menudo genera confusión en las aplicaciones de la industria de procesos. Los operadores, supervisores e ingenieros de procesos están mucho más acostumbrados a tratar con parámetros de tasa. Establecer un rendimiento de 5000 galones por hora significa mucho más para ellos que 0,72 segundos por galón. Los dos son matemáticamente equivalentes, siendo los valores de tasa simplemente el recíproco de los parámetros de tiempo. Se hablará más sobre esto en el próximo capítulo. Para todos los ejemplos de este libro, calcularemos Takt como un parámetro de tasa en lugar de un parámetro de tiempo.

Es importante reconocer que Takt a veces puede ser diferente en cada paso en una operación. Si hay desperdicio o pérdidas de rendimiento inherentes a los procesos posteriores, el Takt para los procesos anteriores debe incrementarse para adaptarse a esas pérdidas. Si, por ejemplo, el paso 4 de un proceso tiene una pérdida de rendimiento del 10 %, los pasos 1, 2 y 3 tienen que producir un 10 % más de material para compensar la pérdida. Cuando decimos que Takt es una medida de la demanda del cliente, ese no es necesariamente el cliente final; puede ser un "cliente interno", es decir, el siguiente paso en el proceso.

Takt también puede ser diferente de un paso a otro si diferentes áreas ejecutan diferentes horarios de turnos. A veces sucede en las plantas de proceso que diferentes áreas tienen diferentes tiempos disponibles. Las operaciones de cuello de botella generalmente se ejecutan las 24 horas del día, los 7 días de la semana, pero las que no son cuellos de botella pueden tener un horario reducido. Las áreas de embolsado, envoltura y empaque, por ejemplo, pueden ejecutar solo un programa de 8 horas y 5 días. Dado que el tiempo disponible puede variar de un paso a otro, también lo hará el Takt. En un proceso de recubrimiento de película, puede haber dos recubridores en paralelo, con una capacidad de procesamiento significativamente diferente. Si la demanda de los productos que requieren Coater 1 es significativamente menor que la demanda en Coater 2, Coater 1 podría ejecutarse solo dos turnos por día, con Coater 2 ejecutando tres turnos. Por lo tanto, el Takt para los dos recubridores diferiría debido a los diferentes niveles de demanda y los diferentes tiempos disponibles.

Dado que el tiempo disponible no incluye el tiempo que el equipo está inactivo durante los períodos de almuerzo y los descansos, Takt diferirá entre las áreas que continúan operando durante el almuerzo y los descansos.

fi Utilización: esta es una medida de qué tan completamente utilizado está un paso del proceso y proporciona una clave de qué tan cerca puede estar de un cuello de botella. Se calcula como la tasa Takt dividida por la capacidad efectiva, es decir, la cantidad de material que necesita dividida por la cantidad que puede producir. Dado que muchas líneas de producción de la industria de procesos tienen recursos limitados, este parámetro destaca qué pasos específicos son críticos para el rendimiento. Cualquier paso con una utilización del 100% es un cuello de botella y un paso

10 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

al 90 % podría convertirse fácilmente en un cuello de botella en algunas condiciones de funcionamiento. Una utilización del 85 % o menos se considera "cómoda" porque la utilización se basa en la capacidad efectiva, que representa las pérdidas normales y el tiempo de inactividad.

¿ Plazo de entrega: el tiempo que tarda una pieza, un lote, un rollo, una caja o un lote en completar ese paso del proceso, desde el momento en que el material entra en el paso del proceso hasta que sale. El tiempo de entrega puede incluir tiempo de valor agregado, cuando una transformación química o mecánica para la cual el cliente tiene

se está realizando valor y tiempo sin valor añadido, es decir, tiempo perdido.

¿ Rendimiento: el porcentaje del material que ingresa al paso y sale con todas las propiedades en rangos aceptables para todo el procesamiento posterior.

fi Confiabilidad: el porcentaje de tiempo que el equipo no está inactivo por falla mecánica, eléctrica o de equipos del sistema de control, es decir, 100% menos el porcentaje de tiempo muerto.

fi OEE: una medida holística del rendimiento del equipo; una métrica que abarca todas las formas de tiempo perdido: tiempo de inactividad de confiabilidad, tareas de mantenimiento preventivo (PM), pérdidas de rendimiento, tiempo de cambio de configuración o campaña, reducciones de tasa, etc. ligeramente diferente, pero se incluyen los mismos parámetros y el resultado numérico es el mismo. OEE se explica con más detalle en el Capítulo 7.

¿ # SKU (Unidades de mantenimiento de existencias): la cantidad de tipos de productos o materiales específicos que salen de este paso del proceso. El número debe tener en cuenta todas las características diferenciadoras. Donde los cuadros de datos muestran muchos más SKU saliendo de un paso del proceso que entrando, eso significa un paso altamente diferenciador. Si un paso del proceso tiene equipos en paralelo y productos específicos requieren máquinas o recipientes específicos, el conteo de SKU para cada uno debe reflejar la porción del número total de SKU procesado en esa máquina o recipiente.

¿ Tamaño del lote: la cantidad de material producido como un solo lote o tanda.

Ejemplos de un solo lote son un solo rollo de película, papel o alfombra; una cantidad de masa hecha como una unidad, aunque puede salir de este paso como un número de panes; la cantidad de pintura de un recipiente de mezcla; la cantidad de sustancias químicas a granel de un reactor. Esto no debe confundirse con el tamaño de la campaña, donde se pueden ejecutar varios lotes de un SKU antes de cambiar para producir otro SKU.

¿ EPEI—Un término Lean para "Cada parte, cada intervalo". Es el lapso de tiempo terminado que se fabrican todos los tipos de productos producidos regularmente. A menudo hay casos en los que los productos de bajo volumen no se fabrican cada intervalo; en esos casos, EPEI sería el lapso de tiempo durante el cual se fabrican todos los productos de alto volumen. Si las ruedas de producto son la metodología de programación utilizada, EPEI es igual al tiempo de rueda.

¿ Tiempo de cambio (C/O): el tiempo para cambiar de un tipo de producto a otro, incluido el tiempo para obtener la tarifa completa del nuevo producto y obtener todas las propiedades dentro de las especificaciones de calidad. A veces se denomina "tiempo del buen producto A al buen producto B". También llamado tiempo de preparación o tiempo de transición. Si diferentes productos fabricados en una pieza de equipo tienen diferentes tiempos de cambio, se debe mostrar un promedio ponderado.

- **Pérdidas C/O:** la cantidad de material perdido en un cambio de producto. Este es el la cantidad de material residual en las líneas de proceso que se debe enjuagar, los fluidos de limpieza requeridos y cualquier producto fabricado fuera de las especificaciones para recuperar las propiedades dentro de las especificaciones después de completar el cambio mecánico. En las industrias de proceso, las pérdidas materiales a menudo tienen un mayor impacto en el desempeño financiero que el tiempo perdido. Mostrar esto en el VSM ayuda a aclarar cuál suele ser el motivo de las campañas largas.
- **Tiempo disponible:** el tiempo total programado para que se ejecute este paso del proceso. Si, por ejemplo, un paso del proceso se ejecuta en dos turnos de 8 horas durante cinco días a la semana, el tiempo disponible sería de 80 horas a la semana. Si el equipo no funciona durante los períodos de almuerzo y descansos, esto podría reducir el tiempo disponible a 70 horas por semana. En las industrias de procesos, los diferentes pasos del proceso pueden tener diferentes horarios de turnos, por lo que el tiempo disponible puede variar de un paso a otro.
- **Programación de turnos:** la cantidad de horas por turno, turnos por día, días por semana o la cantidad total de horas por día y la cantidad de días por semana.
Por ejemplo, $8 \times 2 \times 5$, $12 \times 2 \times 7$ o 24×7 .

Puede haber casos en los que algunos de estos datos no sean relevantes, en cuyo caso no sería necesario mostrarlos. En otros casos, para capturar la comprensión completa del flujo, se pueden enumerar elementos adicionales.

Cuadro de datos de inventario

El cuadro de datos de inventario (Figura 2.3) se usa para todos los inventarios: materias primas, trabajo en proceso (WIP) e inventario de productos terminados, y debe aparecer dondequiera que exista ese inventario en el flujo de materiales. Se muestra el inventario total, sin distinguir el inventario de seguridad y el inventario de reserva del inventario de ciclo. (Estos componentes del inventario se definen en el Apéndice E y se explican los métodos para determinar esos requisitos de existencias).

El inventario se puede mostrar en las unidades de cantidad (libras, galones, pies cuadrados, etc.) y en el número de contenedores que se están utilizando. Además, debe ser

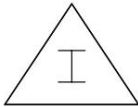
			
VAGONES DE FERROCARRIL		TINA DE FILAMENTO	
inversión	7 coches	inversión	640 Tinas
inversión	700 k#	inversión	640 K#
Días	8.5	Días	9
#SKU	2	#SKU	60

Figura 2.3 Cuadros de datos de inventario.

12 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

se muestra en días de suministro. Esto se calcula dividiendo el inventario total por el rendimiento normal y es equivalente al tiempo de entrega promedio a través del inventario. También muestra cuánto tiempo lleva consumir ese volumen de inventario.

Alternativamente, se podrían mostrar los turnos de inventario, pero eso generalmente no transmite el efecto del inventario en el flujo con tanta claridad. Enumerar el inventario como 9 días brinda una imagen más útil del impacto en el flujo que mostrarlo como 40 turnos.

¿ Inventario: la cantidad total promedio de inventario de todos los SKU almacenados en esa posición en el flujo del proceso. En las industrias de proceso, WIP puede compartir una ubicación de inventario desde varios puntos en el proceso, por lo que lo que debe mostrarse aquí es solo el inventario en esa etapa de producción. Esto debe estar en unidades de volumen de material: libras, galones, pies cuadrados, rollos, etc.

¿ Días de suministro: este es el volumen de inventario convertido a una cantidad de días. Esto se puede calcular usando una variación de la Ley de Little:

$$\text{Días de suministro} = \text{Inventario} / \text{Rendimiento}$$

¿ # SKU: el número total de SKU o variedades de productos normalmente almacenados en esa etapa del flujo del proceso. Debido a que muchas operaciones de proceso tienen un alto nivel de diferenciación de productos a medida que el material se mueve a través de los pasos del proceso, este parámetro es muy importante para comprender la dinámica del flujo.

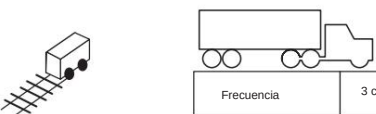
Cuadro de datos de transporte (Figura 2.4)

Para todos los pasos del transporte, incluidas las entregas de los proveedores de las materias primas más importantes y las entregas a los almacenes, centros de distribución y clientes, se deben mostrar los siguientes datos en el VSM:

fi Frecuencia de entrega: con qué frecuencia se reciben los envíos entrantes; con qué frecuencia se realizan los envíos a almacenes y clientes.

¿ Tamaño del lote: la cantidad promedio enviada o recibida. Esto debe enumerarse en las mismas unidades utilizadas en los datos de producción y pedidos (libras, galones, metros cuadrados, pacas) y tal vez como una cantidad de camiones o vagones.

¿ Tiempo de transporte: el tiempo promedio desde el envío hasta la recepción.



Frecuencia	2,9 coches/semana
Tamaño del lote	100K libras
tiempo de transporte	6 DÍAS

Frecuencia	3 camiones/semana
Tamaño del lote	40 señores gay
Tamaño del lote	32 K#
tiempo de transporte	2 días

Figura 2.4 Cuadros de datos de transporte.

BALA CLIENTES	
Cantidad/tiempo	17,6 M#/año
TACTO	2015 #/h
Exp de tiempo de entrega	4 días

Figura 2.5 Cuadro de datos del cliente.

Cuadro de datos de clientes (Figura 2.5)

- Cantidad total por unidad de tiempo: la suma total de todos los productos pedidos por todos clientes, por semana, por mes o en cualquier incremento de tiempo en que se recopilan los datos. La cantidad se puede expresar en libras, galones, metros cuadrados o cualquier otra unidad utilizada por los procesos de planificación y programación.
- Takt: demanda total de todos los clientes de este producto, reducida a una base de tiempo de horas o días. Es la demanda total dividida por el tiempo total que la planta está programada para operar durante el incremento de tiempo anterior. Por ejemplo, si la demanda total del cliente es de 100 000 galones por semana y la planta opera tres turnos de 8 horas cinco días a la semana, Takt es de 833 galones por hora.
- Expectativa de tiempo de entrega: el tiempo máximo que el cliente permite desde el momento en que se recibe el pedido hasta que el cliente recibe el material.

Si una planta fabrica dos o tres tipos o familias de productos claramente diferentes, los clientes de cada familia de productos a menudo se agrupan y se muestran como un cuadro de cliente separado para cada familia de productos.

Cuadro de datos del proveedor (Figura 2.6)

Los proveedores de materias primas clave de alto volumen deben mostrarse en el VSM. No se deben incluir todos los proveedores de materias primas; sólo se deben mostrar aquellos que suministran una cantidad muy significativa del volumen total de materia prima. Sin embargo, si hay una materia prima de bajo volumen con plazos de entrega o entrega

PROVEEDOR DE ÁCIDO	
Pedido principal Hora	1 DÍA
# SKU	1

Figura 2.6 Cuadro de datos del proveedor.

14 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

rendimiento que probablemente pueda afectar el flujo de material a través de nuestro proceso de fabricación, se puede demostrar que resalta esa posible limitación.

¿ Plazo de entrega del pedido: el tiempo que transcurre desde que se realiza el pedido de reabastecimiento hasta que el proveedor lo envía. El componente restante del tiempo de entrega total se incluirá como tiempo de transporte en el paso de transporte. Si nuestro proveedor está utilizando una estrategia de fabricación contra stock (MTS), el tiempo de entrega del pedido puede ser muy corto, uno o dos días. Sin embargo, si emplea una estrategia de fabricación por pedido (MTO), algo común en las industrias de procesos, el tiempo de entrega del pedido puede ser de varios días o semanas.

¿ # SKU: la cantidad de materiales o tipos de piezas que normalmente recibimos de ese proveedor es información útil al analizar nuestra estrategia de reposición de materias primas.

Se incluirá otra información relevante, como el tamaño del lote que normalmente se pide. con los datos del transporte.

Iconos de flujo de material e información

Se utilizan iconos estándar para hacer que el VSM sea más visual y comprensible. Los íconos más comúnmente usados para las porciones de flujo de material y flujo de información del VSM se muestran en la Figura 2.7.

La figura 2.8 muestra una parte del flujo de material en un VSM con los cuadros de datos e íconos apropiados.

Flujo de información

La mitad superior de un VSM representa el flujo de toda la información que programa, administra y controla el flujo de material físico. Una de las principales fortalezas de la técnica Value Stream Mapping es esta visión de cómo se habilita o restringe el flujo de material según la forma en que se procesa la información. Toyota se dio cuenta de esto cuando desarrolló el concepto de "Diagrama de flujo de material e información", en el que se basa el formato VSM ahora comúnmente aceptado.

Esta conexión es importante porque hemos descubierto que, en muchos casos, el flujo de materiales no está limitado por los cuellos de botella físicos inherentes al equipo de proceso, ni por los problemas de flujo relacionados con el rendimiento del equipo, sino por la mala gestión de los datos de demanda, los pedidos de los clientes y los programas de producción. Cuando esto sucede, crea lo que se denomina Restricciones de capacidad (Umble y Srikanth, 1990), pasos en el proceso que tienen la capacidad inherente de hacer Takt, pero no lo hacen debido a una programación no sincronizada o inapropiada. Por lo tanto, mostrar el flujo de materiales y el flujo de información en el mismo mapa resalta los puntos de interacción y puede centrar la atención en aquellos que interrumpen el flujo y crean desechos.

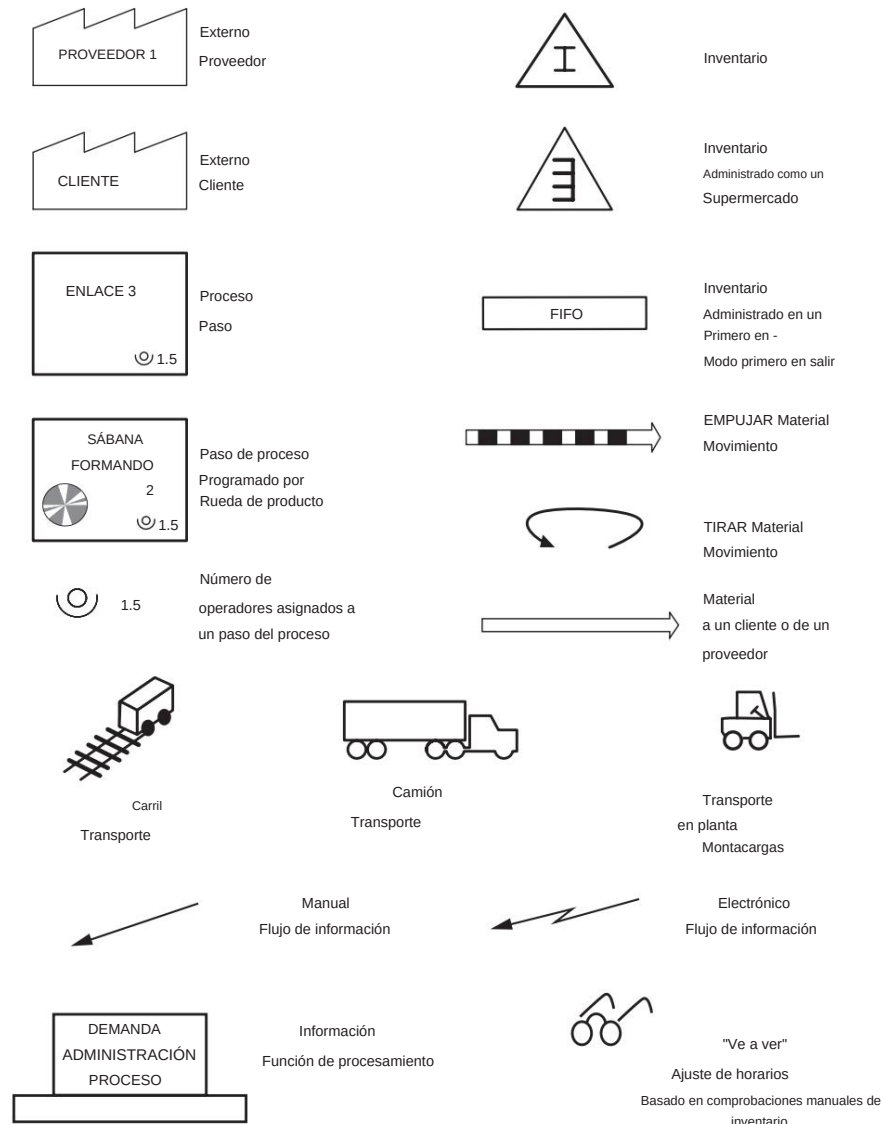
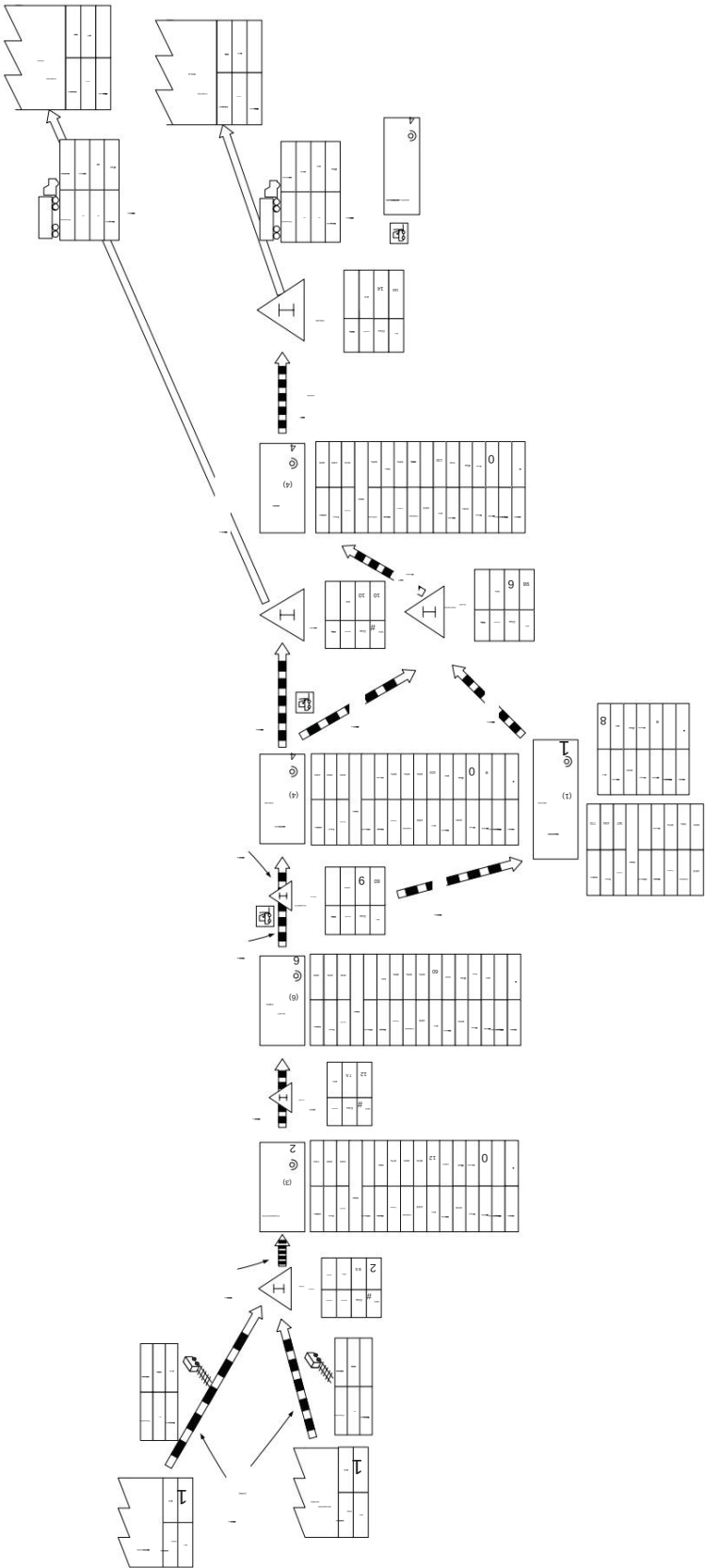


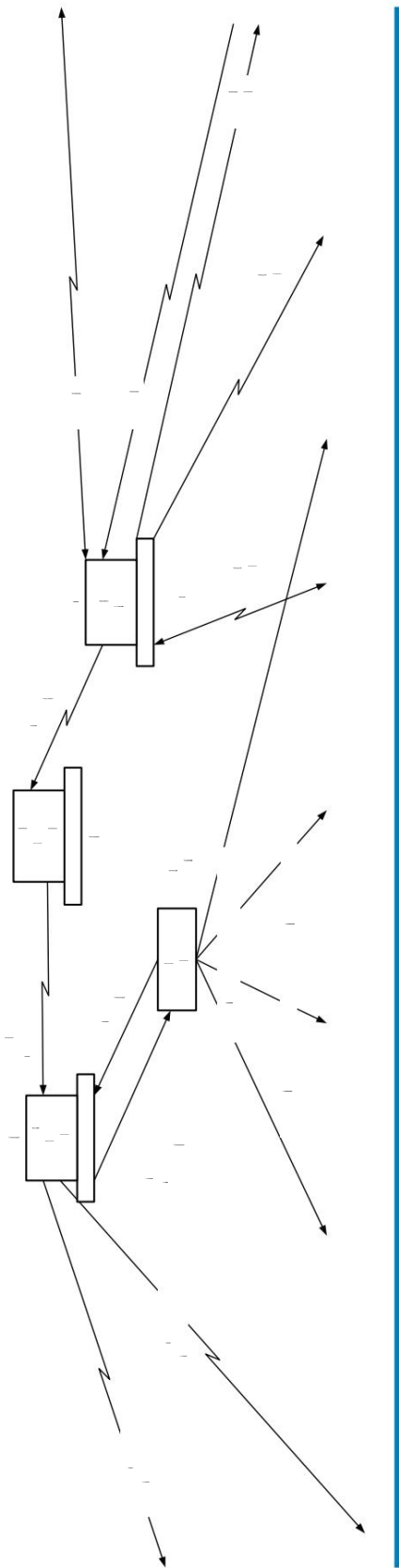
Figura 2.7 Iconos típicos de VSM.

como fallas en la comunicación donde las personas con un papel en la planificación o programación de procesos no reciben la información necesaria de manera oportuna.

La creación de la parte del flujo de información del VSM (Figura 2.9) debe comenzar mostrando el flujo de todos los datos de clientes entrantes, incluidos los pedidos reales y los programas de demanda futura. El flujo de esta información entrante luego se rastrea a través de todos los procesos transaccionales involucrados en la creación de programas de producción diarios y de largo plazo. Debe tenerse en cuenta cualquier procesamiento por lotes de información entrante o retrasos en el procesamiento. En los procesos de pedidos electrónicos (Electronic Data Interchange—EDI), la información a menudo se procesa en tiempo real, pero algunas veces los sistemas involucrados se actualizan solo una vez cada 24 horas. En procesos más manuales, los pedidos a veces se acumulan en lotes semanales antes de procesarlos.

16 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos





18 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

Además, el propio procesamiento de la información puede consumir un tiempo valioso. Cualquier retraso de este tipo consume parte del tiempo de entrega disponible para el cliente y, por lo tanto, permite menos tiempo para el cumplimiento del pedido por parte del proceso de fabricación. En situaciones de fabricación contra stock, estos retrasos requerirán más inventario, y en procesos en los que sería ventajoso fabricar sobre pedido (MTO) o terminar sobre pedido (FTO), pueden incluso eliminar el potencial de MTO o FTO. .

La parte del flujo de información del VSM debe mostrar cada paso significativo del procesamiento de la información como un recuadro, indicando qué grupo realiza ese paso, las aplicaciones informáticas como Planificación de requisitos de materiales (MRP), que pueden estar involucradas, y si es en tiempo real, proceso diario o semanal. Estos cuadros de información están conectados por flechas: el estándar habitual es que las flechas en zigzag representan el flujo de información electrónica y las flechas rectas representan el flujo por papel, teléfono o fax. Cada flecha debe estar etiquetada con una descripción breve (de 2 a 4 palabras) del contenido del flujo de información.

El flujo representado por estas flechas debe comenzar con la entrada del cliente, moverse a través de los diversos procesos de manejo de información, y termina con flechas a los diversos procesos de flujo de materiales que están programados (Figura 2.10). Las flechas de información también deben fluir hacia los proveedores, reflejando cómo se crean y comunican las órdenes de reabastecimiento de materia prima.

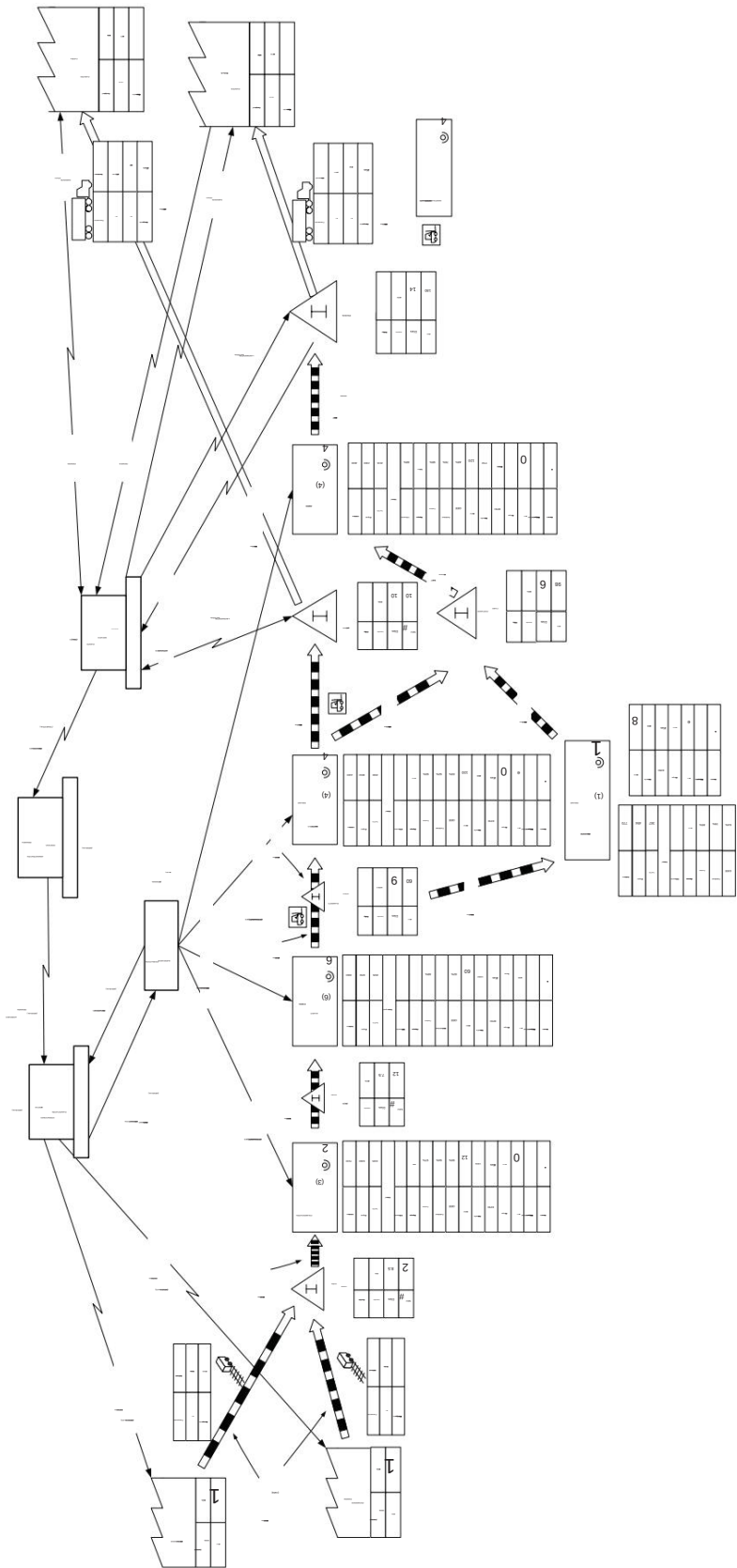
El tercer componente de VSM: la línea de tiempo

La línea de tiempo (Figura 2.11) aparece como una onda cuadrada en la parte inferior de un VSM y pretende contrastar el tiempo sin valor agregado (NVA) y el tiempo con valor agregado (VA).

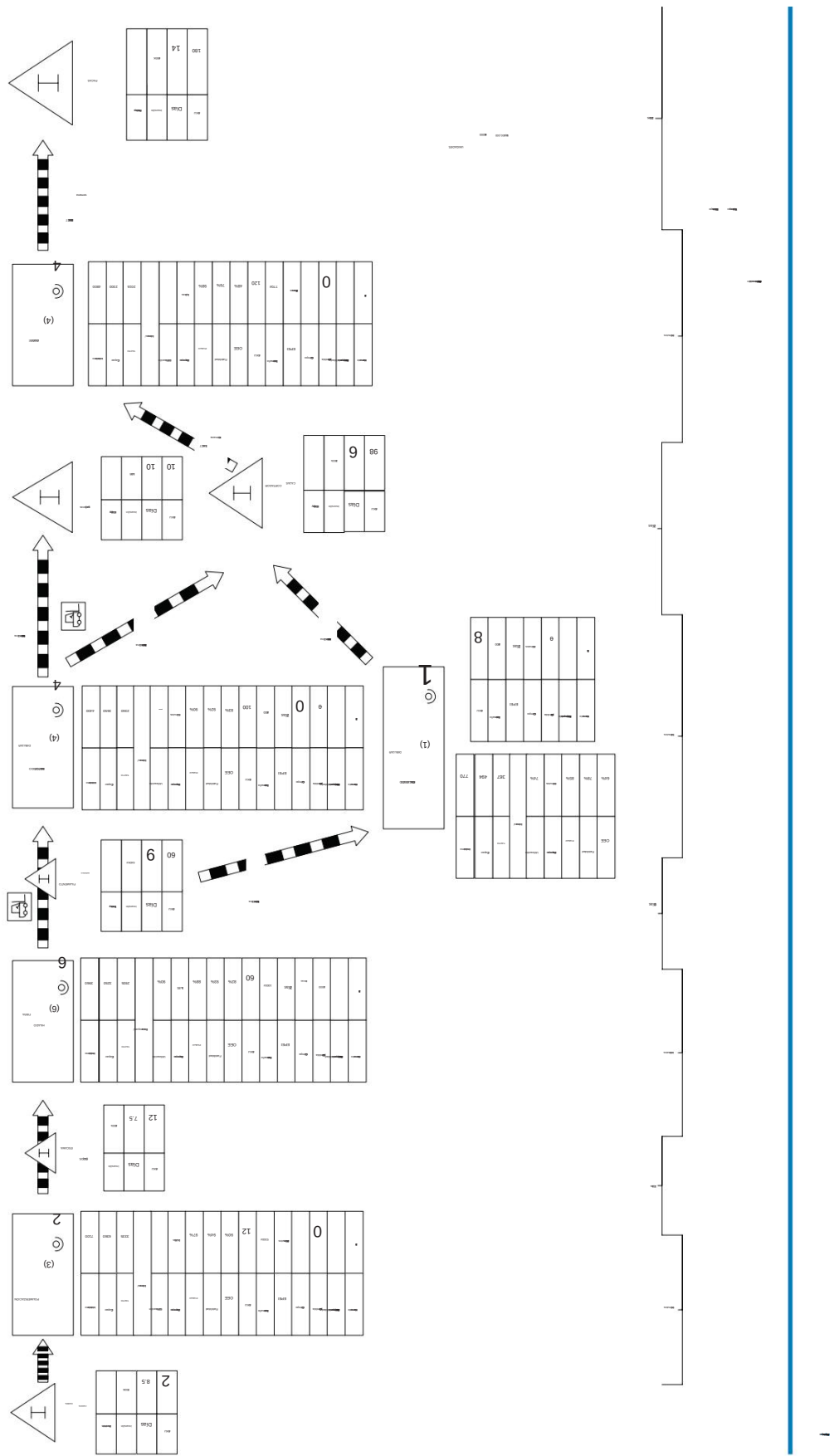
En muchos procesos de ensamblaje, el tiempo NVA ocupa el 90% del tiempo total que el material está en la planta. En las industrias de proceso, esta proporción suele alcanzar el 98 % e incluso puede superar el 99 %. No es inusual que una unidad específica de material esté en una planta como materia prima, luego WIP y luego como producto terminado durante 50 a 60 días, mientras que el tiempo que se procesa de manera beneficiosa es solo unas pocas horas. El propósito de la línea de tiempo es resaltar las áreas donde los desechos se suman al tiempo de entrega general de la planta. Muchas de las formas de desperdicio agregan tiempo, por lo que la línea de tiempo es un indicador de la presencia de la mayoría de los desperdicios. La eficiencia del ciclo de fabricación (MCE), el tiempo VA dividido por el tiempo total del ciclo, a menudo se usa para dramatizar esta pérdida de tiempo.

La convención normal es que el tiempo NVA es la parte positiva, la parte superior de la onda cuadrada, mientras que el tiempo VA es la parte negativa o inferior de la onda, aunque esto no está completamente estandarizado en la comunidad Lean; la línea de tiempo se muestra ocasionalmente con el tiempo NVA como la parte inferior de la ola.

Es importante tener en cuenta que el motivo de la línea de tiempo es para indicar grandes espacios de tiempo y, por tanto, de desperdicio. No se necesita una precisión extrema, por lo que no debería perder mucho tiempo tratando de refinar los datos para la línea de tiempo. Si la parte del flujo de materiales del mapa se ha representado correctamente, todos los datos necesarios para dibujar la línea de tiempo ya están incluidos en los cuadros de datos.



20 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos



Cuando los equipos o sistemas de proceso paralelos tienen diferentes tiempos de entrega, tiempos VA o tiempos NVA, la línea de tiempo debe basarse en un promedio ponderado del tiempo VA y un promedio ponderado del tiempo NVA, con los factores de ponderación basados en la proporción del volumen de flujo total a través de cada equipo.

Equipo Paralelo

Cuando un paso del proceso tiene dos o más equipos (máquinas, tanques, reactores) o sistemas (sistemas de teñido, sistemas de extrusión) en paralelo, la práctica recomendada es mostrar un solo cuadro de proceso y un solo cuadro de datos para ese paso. , con una indicación del número de unidades paralelas. En ese caso, el cuadro de datos debe mostrar la capacidad máxima total, la capacidad efectiva, Takt, utilización y número de SKU para la combinación de todas esas piezas.

Si los equipos paralelos o los sistemas de procesamiento tienen características diferentes que influyen en el enrutamiento o el procesamiento del material de alguna manera, las unidades paralelas deben mostrarse como cuadros de proceso separados, con cuadros de datos separados.

Esto se trata con más detalle en el Capítulo 4.

Nivel de detalle

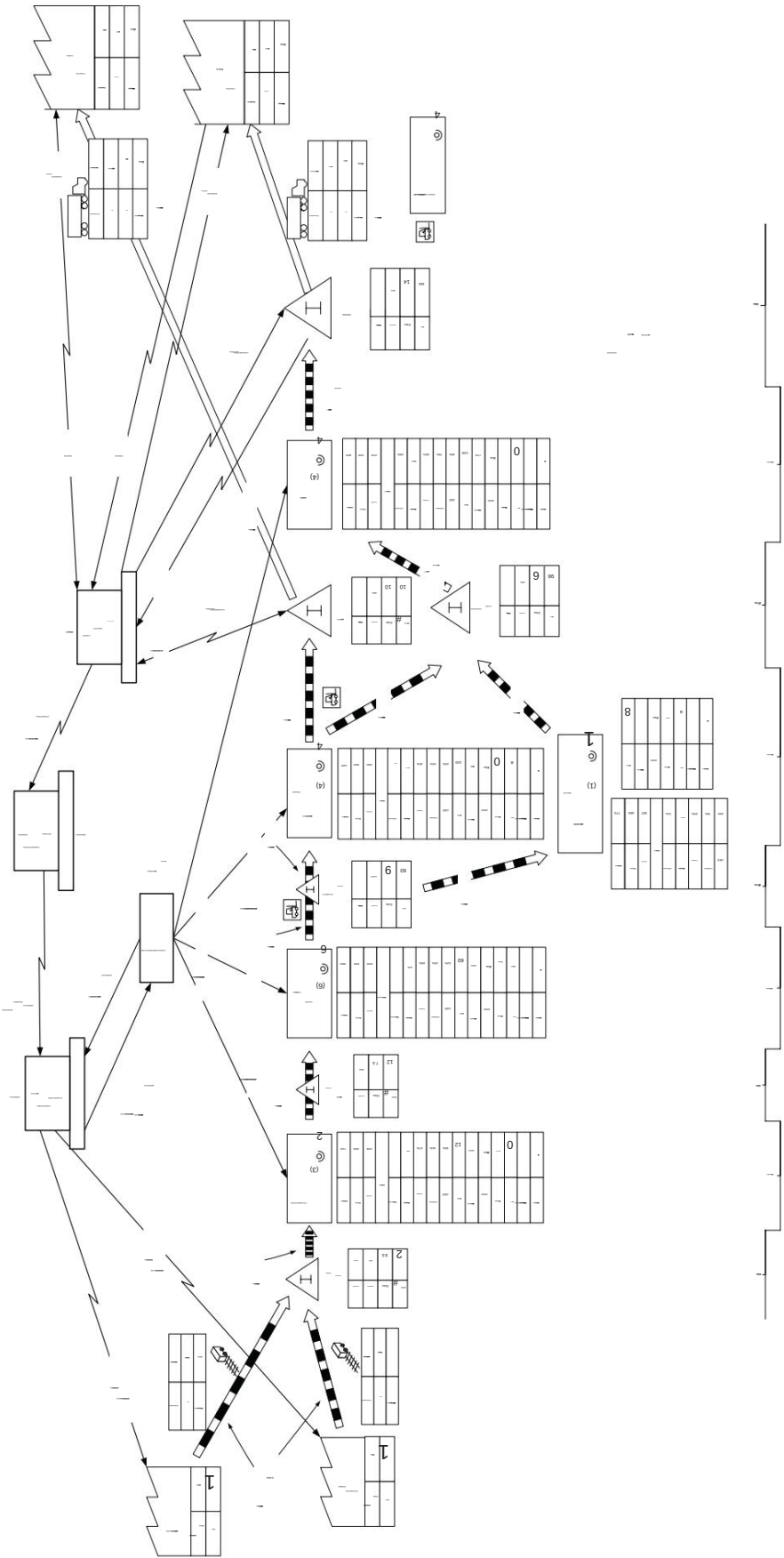
Tenga en cuenta que un VSM debe ser una vista de alto nivel de un proceso de fabricación. Debe hacerse con suficiente detalle para que se pueda ver el flujo y que sean evidentes las barreras para un flujo uniforme y los cuellos de botella del proceso. También debe tener suficientes detalles para que se puedan diagnosticar las causas raíz clave del flujo deficiente y el desperdicio. Sin embargo, no debe ser tan detallado que no se pueda ver ni comprender el flujo general. Si consideramos un mapa de carreteras interestatales como una analogía, mostrar muchas de las calles locales puede hacer que sea mucho más difícil seguir el flujo de las principales carreteras.

Cuando se necesiten detalles adicionales, se pueden mostrar en un mapa de proceso más específico para cada uno de los pasos de proceso más complejos. Estos luego admiten el VSM de nivel superior.

Resumen

La Figura 2.12 muestra un VSM completo, con la línea de tiempo, el flujo de información y el flujo de materiales. El flujo de materiales nos ayuda a comprender todos los pasos de transformación de materiales, cómo se interconectan y cómo creamos valor para el cliente. El flujo de información ilustra cómo los pedidos de los clientes, los pronósticos y otros datos a nuestra disposición nos permiten administrar y programar el procesamiento de materiales, y la línea de tiempo brinda una descripción general de cómo se gasta el tiempo de entrega de fabricación y cuánto de él estamos desperdiciando. en no agregar valor

22 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos



ocupaciones. Con esta información, podemos comenzar a investigar cómo podemos mejorar el proceso para mejorar el flujo y reducir las actividades inútiles. Todo eso se cubrirá en capítulos posteriores, pero primero, ahora que comprendemos la estructura y los componentes de los VSM tradicionales, cambiaremos nuestro enfoque a los ajustes que deben hacerse para las operaciones de proceso.

Capítulo 3

Mejoras de VSM para operaciones de proceso

Características distintivas de las operaciones de proceso que requieren un enfoque VSM diferente

Hay una serie de características de las operaciones de proceso que las distinguen de las operaciones de ensamblaje de piezas discretas, características que requieren un enfoque un tanto diferente a las aplicaciones de los principios Lean, como se describe en Lean para las industrias de procesos: lidiar con la complejidad. En este capítulo, nos centraremos en aquellos que tienen un impacto significativo sobre cómo se debe dibujar un VSM. El Apéndice A destaca algunos de los otros.

Intensivo en capital vs. Intensivo en mano de obra

Una de las diferencias más obvias es que las operaciones de proceso tienden a ser muy intensivas en capital, mientras que los procesos de ensamblaje tienden a ser muy intensivos en mano de obra. Las plantas de proceso a menudo tienen equipos muy grandes y muy costosos, como grandes tanques de mezcla y recipientes de reacción con miles de pies de tubería de proceso, o maquinaria grande capaz de moldear láminas de plástico o papel muy anchas o extruir gránulos de plástico. Los tanques y las tuberías se pueden revestir con medios de calentamiento como vapor o Dowtherm, lo que aumenta el tamaño, el peso y la inversión. Por el contrario, gran parte de la maquinaria que se encuentra en las plantas de piezas discretas es relativamente pequeña con conexiones eléctricas y de aire comprimido sencillas. Si bien es mucho menos intensivo en capital, una planta de fabricación de piezas generalmente requiere mucha más mano de obra. Es probable que una planta de partes discretas tenga una fuerza laboral muy alta, mientras que una planta química o de alimentos muy grande puede tener menos de 100 operadores para trabajar las 24 horas del día.

26 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

Esto es relevante porque Lean tradicional se enfoca en eliminar el desperdicio de mano de obra y mejorar la productividad laboral, por lo que un VSM mostrará la cantidad de operadores asignados a cada paso de la operación y tareas auxiliares como conducir montacargas. La productividad laboral también es un factor importante en las industrias de procesos, pero la productividad de los activos suele ser mucho más importante, por lo que un VSM de proceso debe resaltar los factores de rendimiento de los activos y los desperdicios asociados. El tiempo desperdiciado en el equipo de producción generalmente tiene un impacto mucho más negativo que la mano de obra desperdiciada.

Una consecuencia de la intensidad de los activos es que el rendimiento está limitado por el equipo más que por la mano de obra. En muchos procesos de ensamblaje, se pueden eliminar los cuellos de botella y aumentar el rendimiento agregando personas. Este es raramente el caso en las industrias de proceso. Aplicar más mano de obra a una máquina formadora de hojas de papel o un recipiente de mezcla de pintura por lotes no aumentará el rendimiento ni un ápice. Además, debido a que muchas plantas de proceso funcionan las 24 horas del día, los siete días de la semana, agregar turnos adicionales para eliminar los cuellos de botella no es una opción. Por lo tanto, la comprensión de las causas fundamentales del desperdicio y los cambios necesarios para reducirlo deben centrarse mucho más en el equipo de proceso que en cómo se aplica la mano de obra.

Un VSM tradicional generalmente carece del desglose de los factores que restan valor a la productividad de los activos, como la Efectividad general del equipo (OEE) y sus componentes: rendimiento, tasa de operación y confiabilidad del equipo. Estos son fundamentales para comprender los desechos y sus causas fundamentales en las operaciones de proceso. Otro parámetro que normalmente no se muestra en un VSM tradicional es la utilización del equipo, la demanda dividida por la capacidad, una clave para comprender los cuellos de botella y las limitaciones de flujo.

Por lo tanto, un VSM de una planta de proceso debe incluir toda esta información en el equipo. desempeño del proceso para permitir una comprensión completa de los desechos que afectan el rendimiento y comprender qué se debe hacer para eliminarlos.

Patrones de flujo de materiales: abanico de SKU

Quizás la diferencia más dramática entre las plantas de ensamblaje y las plantas de la industria de procesos es que los patrones de flujo y la dinámica del flujo son bastante diferentes; de hecho, son opuestos entre sí. Como lo describen Umble y Srikanth en *Synchronous Manufacturing* (1990), la característica de flujo predominante en una planta de ensamblaje es la convergencia de los tipos de piezas, mientras que las plantas de proceso se caracterizan por la divergencia del tipo de producto. Esta diferencia se muestra esquemáticamente en las Figuras 3.1 y 3.2. La figura 3.1 representa una planta de ensamblaje típica, con flujo de material de abajo hacia arriba. Al principio, puede haber cientos, miles o decenas de miles de tornillos, tuercas, pernos, resortes, láminas de plástico y láminas de metal individuales, etc. A medida que estas piezas se procesan y ensamblan en subconjuntos, luego los subsistemas, luego sistemas completos y, finalmente, hasta el producto terminado, el número de diferentes tipos de piezas se reduce drásticamente. Hay una convergencia significativa de partes a medida que avanzamos hacia el producto final. Considerando la fabricación de un Toyota Camry, por ejemplo, puede haber decenas de miles

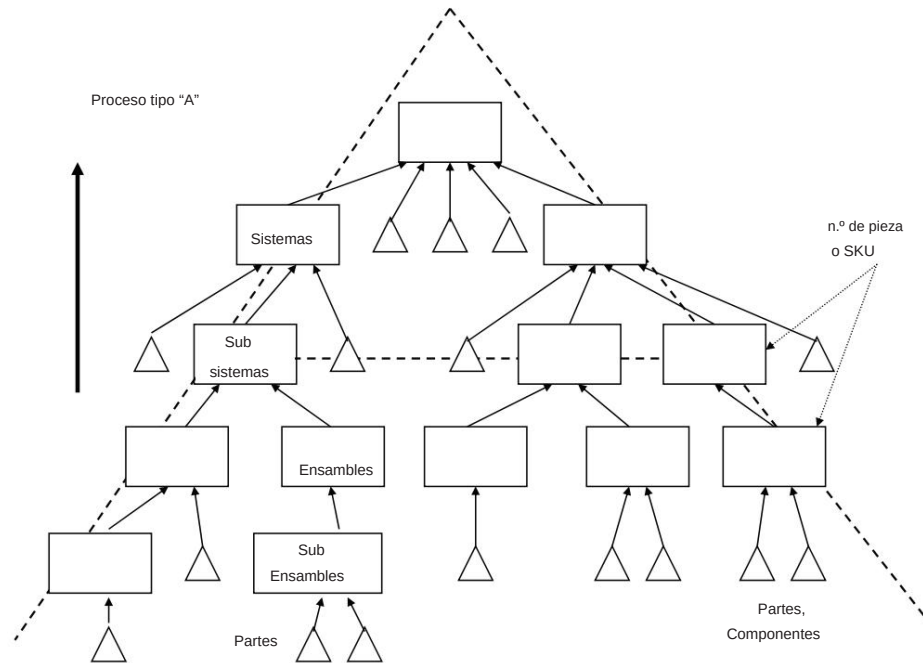


Figura 3.1 Diagrama esquemático de un proceso tipo "A".

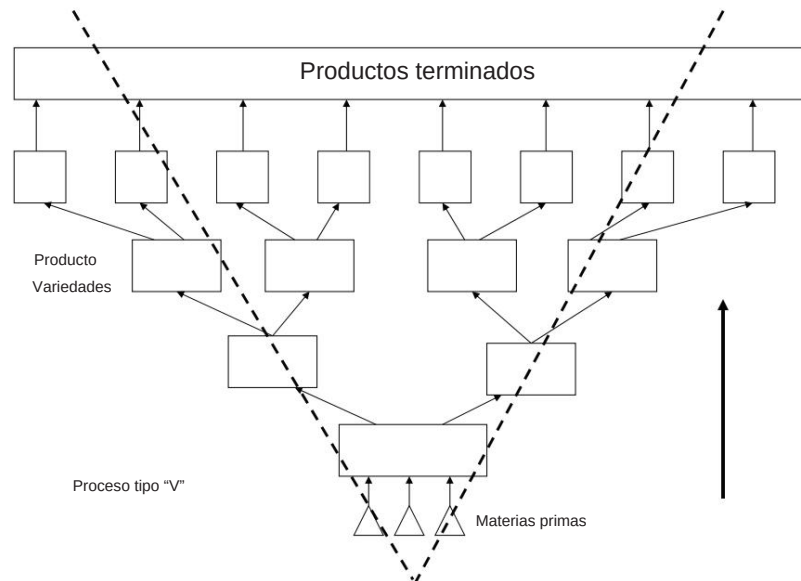


Figura 3.2 Diagrama esquemático de un proceso tipo "V".

de tipos de piezas al principio, mientras que el producto final consta de dos líneas de corte, en varios colores, para una variedad total de artículos finales de quizás una docena más o menos. Este patrón de flujo se ha denominado proceso de tipo "A", porque se asemeja a la letra A cuando se diagrama como en la figura 3.1.

Las operaciones de la industria de procesos generalmente siguen el patrón de flujo que se muestra en la Figura 3.2. El proceso comienza con muy pocas materias primas, que se pueden mezclar, hacer reaccionar, luego moldear o extruir como fibras, láminas o gránulos, y luego seguir

28 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

procesados para crear una enorme variedad de productos finales. En la fabricación de hilos de nylon para prendas de vestir o para cinturones de seguridad, el proceso comienza con muy pocas materias primas: ácido adípico, diamina, TiO_2 y agua desmineralizada. Estos se mezclan, polimerizan para crear un plástico fundido altamente viscoso y luego se extruyen como grupos de fibras muy finas. Luego se pueden estirar en diferentes proporciones para construir un nivel de tenacidad deseado, recocerse para establecer permanentemente las propiedades, teñirse para adaptarse al uso final particular y enrollarse en uno de una amplia variedad de rollos o carretes. Lo que comenzó como cuatro ingredientes principales termina en cientos o miles de SKU de artículos finales. El patrón de flujo predominante es uno de divergencia. Este patrón de flujo a veces se denomina proceso de tipo "V", lo que refleja la forma en que está diagramado en la Figura 3.2.

Como ejemplo específico de un proceso de tipo "V", el tipo de producto se despliega para la planta de hilado, estirado, corte y empackado de fibra a la que nos referiremos a lo largo de este libro se muestra en la figura 3.3. Dos materias primas, ácido adípico y hexametildiamina, se almacenan en tanques de entrada. Luego se mezclan con agua desionizada y se hacen reaccionar a varias temperaturas y presiones para formar 12 tipos de polímeros fundidos, que se extruyen y se cortan en gránulos llamados hojuelas y se almacenan en grandes silos. Posteriormente, la escama se transporta neumáticamente a una máquina de hilado de fibras, que funde la escama y la extruye en forma de fibras muy finas; un haz de fibras puede estar compuesto por docenas o cientos de filamentos extremadamente finos. Una serie de variables de proceso en la hilatura pueden generar 60 tipos de fibra. Los filamentos hilados se almacenan en grandes tinas de acero inoxidable y luego se envían a máquinas que estiran ("estiran") y calientan ("recocer") las fibras. Varias combinaciones de condiciones de estirado y recocado pueden crear 108 tipos de fibra. De esos 108 tipos, 10 se venden tal cual, y 98 se cortan en longitudes muy cortas y

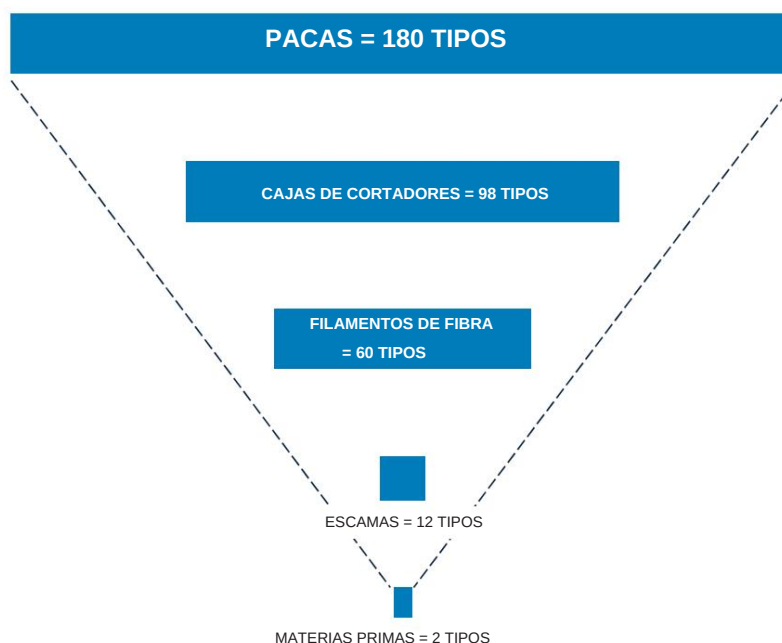


Figura 3.3 Ejemplo de un proceso tipo "V"—fabricación de fibras cortadas.

empacado, en un proceso similar a la forma en que se empacan las fibras de algodón. Varias configuraciones de corte y empacado pueden crear 180 tipos de fibra empacada.

Entonces, en este flujo de proceso, tenemos una diferenciación significativa del producto en cada paso principal: en la polimerización (2 y 12), en el hilado de fibras (12 y 60), en el estirado-recocido (60 y 108) y en el corte-pacado (98 y 180). Hemos transformado dos tipos de materias primas en 190 productos finales (10 vendidos como fibra sin cortar y 180 cortados y embalados).

Este alto nivel de divergencia, de diferenciación de productos, es muy típico de los procesos en "V" que se encuentran en las plantas de proceso.

El mismo abanico general de productos se encuentra en la fabricación de bebidas, donde el azúcar, el agua y algunos saborizantes pueden dar como resultado cientos de productos de cola, con regular y dietético, con cafeína y sin cafeína, y diversas variedades con sabor a frutas, que se venden en todas las combinaciones de estos y en muchos tamaños diferentes de latas y botellas.

La presencia de una serie de puntos de diferenciación de productos, donde un solo material puede transformarse en una de varias variedades, es el núcleo de la diferencia en los procesos de tipo A y tipo V. La programación es crítica en cada punto de diferenciación; si se toman decisiones de diferenciación incorrectas, puede tener un impacto profundo en el rendimiento del sistema de fabricación. Si las decisiones de diferenciación se toman incorrectamente, si se produce una variedad innecesaria, fluye al inventario de productos terminados, llenando el almacén con productos que actualmente no se necesitan. También ha consumido una valiosa capacidad de producción, que luego no está disponible para fabricar los productos necesarios. Por lo tanto, el inventario de productos terminados puede ser muy grande, pero con un servicio al cliente deficiente. Con el ejemplo de fibra anterior, si el producto se corta a longitudes que actualmente no se necesitan, el inventario de productos terminados de esas longitudes cortadas aumentará, mientras que puede ocurrir escasez de otros.

Este patrón de flujo divergente tiene dos implicaciones para un VSM de proceso:

1. La parte del flujo de información del VSM debe indicar si estas decisiones de diferenciación se están tomando de manera oportuna, según el inventario actual y el estado de la demanda.
2. Debido a que este tipo de producto tiene tanta influencia en la dinámica del flujo, mostrar la cantidad de tipos de productos, o SKU, creados en cada paso es esencial para un VSM de proceso.

Los problemas de cambio de producto son complejos

En la fabricación de piezas discretas, los cambios de productos a menudo implican cambiar las herramientas y luego ajustar o calibrar la máquina con las nuevas herramientas. Los principales desperdicios son el tiempo y el trabajo. En las industrias de proceso, puede haber cambios en las máquinas, pero a menudo son un pequeño componente del desperdicio total.

Además de la pérdida de productividad y mano de obra desperdiciada, puede haber pérdida de materiales de proceso y líquidos y solventes de limpieza, y requisitos de tiempo de laboratorio de prueba adicional para garantizar que el nuevo tipo de producto esté dentro de las especificaciones.

Por ejemplo, en la industria alimentaria, las familias de productos suelen tener productos que

30 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

contienen alérgenos como cacahuetes o ingredientes lácteos, y los que no.

Cuando el volumen lo justifica, las líneas dedicadas suelen ser la respuesta, pero en muchos casos, esto no se justifica económicamente. En consecuencia, se deben realizar limpiezas muy extensas después de ejecutar los productos a base de alérgenos, con procesos de descontaminación complejos y pruebas para garantizar un entorno libre de contaminación posterior. En la industria del caucho sintético, la capacidad del proceso a veces es lo suficientemente pobre como para requerir un tiempo de producción significativo para que propiedades como la viscosidad vuelvan a estar dentro de las especificaciones después de un cambio, lo que genera cantidades sustanciales de material desperdiciado. Nuevamente, se pueden requerir instalaciones y tiempo de laboratorio de prueba significativos para determinar cuándo las propiedades finalmente están en el objetivo.

Estos factores impulsan a los programadores de producción hacia campañas más largas.

En la industria química, donde muchos procesos funcionan a alta temperatura y presión, se puede perder mucho tiempo esperando que el equipo de proceso alcance una nueva temperatura, presión y otros ajustes de parámetros después de completar los cambios mecánicos. Esto también tiende a alentar la ejecución de una campaña muy grande sobre el material actual antes de cambiar al siguiente. Esto, por supuesto, es sobreproducción y da como resultado un alto inventario de productos terminados, así como una restricción del flujo de otros productos.

Debido a que los tiempos de cambio y las pérdidas de material pueden tener una gran influencia en la duración de las campañas y, por lo tanto, en el desperdicio de inventario, ambos deben mostrarse en los cuadros de datos del proceso VSM. También es necesario incluir el tiempo total del ciclo de la campaña, el EPEI (Every Part Every Interval) en términos Lean, para ver la influencia negativa de los cambios largos o costosos en la duración de la campaña y el inventario.

Familias de productos: selección de un producto o familia de destino

La selección de un subconjunto de la gama completa de productos como base para el VSM puede simplificar tanto el mapeo de flujo como el esfuerzo de recopilación de datos y, a menudo, las guías de VSM lo recomiendan. Sin embargo, centrarse en una sola familia de productos puede ser engañoso y subestimar el flujo de materiales en una planta de la industria de procesos. En muchos casos, todas las familias de productos fluyen a través de los mismos activos, por lo que incluir solo un subconjunto del flujo completo puede crear una visión engañosa de qué tan completamente se utiliza cada activo y ocultar cuellos de botella. Entonces, cuando los activos se comparten entre todos los productos, el VSM debe basarse en el flujo completo, no en una sola familia. Es cierto que esto puede hacer que el VSM sea más complejo, pero este grado de complejidad es necesario para obtener una visión clara y holística del flujo.

Takt Rate frente a Takt Time

En el último capítulo, mencionamos que en Lean tradicional, Takt es un parámetro basado en tiempo, mientras que encontramos que es más claro y más útil como parámetro basado en tasa en la mayoría de las operaciones de proceso.

Como ejemplo de su uso en Lean tradicional, un productor de cortadoras de césped tiene una demanda de 2000 cortadoras por semana y opera la planta en dos turnos de 8 horas durante cinco días a la semana. El tiempo disponible es de 80 horas por semana, por lo que Takt es 80 horas divididas por 2000 cortacéspedes, o 2,4 minutos. Es decir, la planta debe producir un cortacésped cada 2,4 minutos para satisfacer la demanda del cliente. Si el fabricante puede sincronizar todas las operaciones con el Takt de 2,4 minutos, se puede satisfacer toda la demanda del cliente sin sobreproducción. Además, si cada cortacésped tiene 4 ruedas, el Takt para la producción de ruedas es de 0,6 minutos, es decir, se debe producir una rueda cada 0,6 minutos para satisfacer la demanda del cliente.

Esa es una forma razonable de ver las necesidades de producción en una operación de fabricación de piezas, pero mucho menos en una operación de proceso. Un buen ejemplo es una línea de aderezos para ensaladas, con una llenadora de botellas rotatoria capaz de 300 BPM (botellas por minuto) y una tasa Takt de 270 BPM. Esos números tienen relevancia para las personas que manejan la línea, y pueden ver fácilmente que el llenador debe funcionar el 90 % del tiempo para satisfacer la demanda del cliente. Pero esos mismos números dan un Takt time de 0,22 segundos por botella y un tiempo de ciclo (el análogo basado en el tiempo de la capacidad efectiva) de 0,2 segundos, que tienen mucho menos significado para quienes administran y operan la línea. Si el crecimiento de las ventas eleva Takt a 310 BPM y se vuelve necesario aumentar la capacidad efectiva a 340 BPM, los mecánicos e ingenieros pueden juzgar la practicidad de hacerlo. Sin embargo, si se les dice que el tiempo del ciclo debe reducirse de 0,2 segundos por botella a 0,176 segundos, los números no tienen tanta relevancia.

Debido a que uno de los propósitos clave de un VSM es presentar una clara comprensión imagen del flujo y los factores que influyen, el principio rector debe ser presentar la información de la manera más relevante. Por estas razones, Takt y la capacidad deben expresarse como parámetros de tiempo o como parámetros de velocidad en función de lo que el personal de operaciones conoce y puede comprender fácilmente. Los dos son matemáticamente equivalentes, siendo los valores de tasa simplemente el recíproco de los parámetros de tiempo. Cualquiera que sea la elección, debe seguirse consistentemente a lo largo del mapa.

Unidades de Producción

Una de las decisiones más importantes que debe tomar al iniciar la parte del flujo de materiales del mapa es qué unidades de producción usar para cada paso del proceso.

En una planta de proceso, las unidades que usamos para medir el rendimiento pueden ser muy diferentes de un paso a otro, y la elección de las unidades debe hacerse cuidadosamente.

En una planta embotelladora de ketchup, por ejemplo, las materias primas incluyen azúcar, comprado por libra, puré de tomate, comprado por libra o tal vez por caja, vinagre por galón y sal y especias por libra. La salsa de tomate que viene de la cocina se medirá en galones. La producción de la embotelladora se medirá en botellas, la encajonadora en cajas y la paletizadora en cajas o palets. La relación numérica entre estos parámetros

32 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

cambiar con el tipo de producto: la cantidad de botellas por caja será mayor con botellas de tamaño pequeño y la cantidad de onzas por botella variará con el tamaño de la botella. Esto contrasta bastante con una fábrica de cortacéspedes, por ejemplo, donde el número de ruedas por cortacésped es siempre cuatro, independientemente de la cuchilla o el tamaño del motor. Además, siempre habrá un carburador por cortacésped, totalmente independiente de la potencia del motor o de cualquier otro factor.

A veces existe el deseo de usar las mismas unidades en todo el mapa, ya que esto puede parecer que simplifica las cosas. Por el contrario, esto suele conducir a confusiones y errores. En la planta de ketchup, si tuviéramos que usar botellas como parámetro de rendimiento para todo el VSM, entonces el rendimiento de la cocina no podría determinarse porque depende de la combinación de tamaños de botellas del producto. Del mismo modo, no podíamos usar onzas o galones porque el rendimiento de la llenadora de botellas depende del tamaño de la botella que se está llenando. Por lo tanto, las unidades utilizadas para Takt y para capacidad deben ser diferentes en diferentes pasos del proceso, y la elección, si bien es muy importante, no siempre es obvia.

La mejor respuesta a esta pregunta es utilizar unidades relacionadas con el parámetro determinante de la velocidad del equipo en cada paso. En una planta que fabrica papel para impresoras informáticas, libros y revistas, el parámetro determinante de la velocidad para el sistema de formación de hojas puede ser la velocidad lineal del aparato que enrolla los rollos formados; el sistema puede ser capaz de producir tantos rollos de 12 pies de ancho como rollos de 10 pies de ancho, aunque la superficie cuadrada sea un 20% mayor. Por lo tanto, para el sistema de perfilado, los pies lineales pueden ser la unidad más adecuada; si todos los rollos maestros tuvieran la misma longitud, los rollos también serían una unidad adecuada. Entonces, en ese caso, la capacidad efectiva podría establecerse en términos de rollos maestros por hora, que serían constantes independientemente del producto específico que se forme. Si los rollos maestros tienen diferentes longitudes según el tipo de producto, entonces los pies lineales serían el parámetro más apropiado.

Takt y la capacidad se pueden definir en cantidades de entrada o salida para cualquier paso del proceso, lo que esté más directamente relacionado con la capacidad de rendimiento. En la planta de fabricación de papel, en el paso que corta los rollos maestros anchos en rollos angostos, el rendimiento está relacionado con el número de rollos entrantes que se van a cortar, no con los rollos cortados creados por ese paso. Se necesita el mismo tiempo para cortar un rollo entrante de un tamaño dado en dos rollos cortados que para cortarlo en seis rollos cortados. Por lo tanto, si Takt y la capacidad se expresan en unidades de rollos maestros entrantes, esos valores serán constantes independientemente del tipo de producto y, por lo tanto, del número de cortes. Así, en esa situación, el material de entrada es el parámetro determinante de la velocidad. Una operación de empaque de cartón, en la que se empaquetan varias botellas en cada caja, puede tener su rendimiento más gobernado por la cantidad de cajas completas que por la cantidad de artículos en cada caja, por lo que en ese caso usaríamos el parámetro de salida. La velocidad de una línea de llenado de contenedores de pintura puede estar más relacionada con la capacidad del sistema de bombeo que con la cantidad de contenedores (cubos, tambores, etc.) que se llenan. Un tanque de 1000 galones por lo general tarda aproximadamente la misma cantidad de tiempo en vaciarse, independientemente de si se bombea a tambores de 55 galones

o cubos de 5 galones, por lo que el Takt para una estación de llenado se basaría en la capacidad inherente del sistema, en lugar de la cantidad de tambores o cubos de salida.

El principio rector debe ser definir Takt y la capacidad en cualquier unidad que refleje la capacidad de rendimiento del equipo que es más consistente en todos los productos. Por supuesto, para cualquier paso del proceso, se deben usar las mismas unidades para Takt y para la capacidad efectiva en ese paso específico.

Generación del mapa

En Learning to See, Rother y Shook recomiendan que el VSM se cree recorriendo la línea y dibujándola en un bloc sobre la marcha. Esto suele ser difícil en una planta de proceso porque la disposición del equipo físico no refleja el patrón de flujo lógico. El equipo puede estar algo disperso en grandes áreas del piso de la planta o en varios edificios, por lo que puede resultar difícil seguir el flujo del proceso sin tener una comprensión clara del flujo de antemano. A veces también es cierto que ninguna persona comprende el flujo de procesos en detalle, por lo que el conocimiento necesario para crear el VSM requiere la formación de un equipo.

¡Esto no pretende disminuir el valor de recorrer el proceso! Por el contrario, hay un valor significativo en observar el proceso e interactuar con las personas en el piso, lo cual no debe subestimarse. Ir al Gemba, al lugar donde ocurre la actividad, es un principio Lean clave que es tan vital para las operaciones de proceso como para la fabricación de ensamblaje. Como dijo tan elocuentemente Yogi Berra, "Puedes observar mucho simplemente mirando". Sin embargo, se debe reconocer que para muchas líneas de la industria de procesos, no es suficiente "ver" el proceso.

En algunos casos, es mejor crear el esqueleto de la porción de flujo de material del mapa antes de realizar un recorrido completo del proceso, de modo que tenga algo de contexto para lo que está viendo.

Nuestra práctica típica es formar un equipo de operadores, mecánicos, ingenieros de procesos y quizás operadores de laboratorio de control de calidad y empleados de envío, y reunirse en una sala de conferencias. Luego creamos un borrador de la parte del flujo de materiales del mapa y lo imprimimos en un tamaño que sea conveniente para sacarlo en el piso de la planta y marcarlo. Entonces tenemos una comprensión del flujo general del proceso y podemos comenzar a recorrer el proceso con una mejor idea de lo que estamos viendo y cómo encaja todo, y registrar más detalles de lo que vemos.

A menudo se sugiere que el VSM se dibuje a mano antes de capturarlo electrónicamente. Hemos descubierto que crearlo electrónicamente al principio puede ser muy efectivo. Tendremos una computadora con una aplicación de mapas/gráficos como Microsoft Visio o iGrafx Professional, con el mapa proyectado en la pared de la sala de conferencias, para que todos puedan ver las adiciones y correcciones a medida que se realizan. Mientras que los gráficos dibujados a mano pueden volverse muy descuidados y difíciles de leer si se realizan muchos cambios, la imagen generada por computadora siempre está limpia. Estas herramientas hacen que sea muy fácil abrir espacio si se debe agregar un paso adicional y reorganizar los cuadros de proceso para mantener una vista fluida del flujo.

34 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

La experiencia nos ha enseñado que debido a que el mapa es fácil de modificar y al mismo tiempo se mantiene legible, los participantes son menos reticentes a corregir errores o hacer las adiciones necesarias. La versión electrónica se convierte en el registro permanente (permanente, es decir, hasta que se realice el próximo cambio) del mapa y facilita la impresión de copias para distribuirlas a otros para comentarios y actualizaciones.

Algunos equipos de planta prefieren el enfoque de "papel en la pared" dibujado a mano y eso también funciona muy bien. Tiene la ventaja de que hace que los participantes se involucren más físicamente en el proceso de mapeo. Debe dejarse en manos del equipo de mapeo hacer la elección en un teclado de computadora o bolígrafos Sharpie en función de lo que les resulte más cómodo.

Unidades de tiempo

Algunos libros de VSM recomiendan que los segundos se utilicen como unidad de tiempo. En las operaciones de proceso, los minutos son generalmente más significativos y, en algunos casos, las horas son la unidad más práctica.

Dónde empezar

Varias guías de VSM recomiendan comenzar en el muelle de envío y trabajar hacia atrás a través del proceso para desarrollar el mapa, para enfatizar que todas las actividades de producción deben comenzar con el cliente y lo que él o ella necesita.

Para los procesos de fabricación convergentes (procesos tipo "A") esto tiene sentido, es efectivo y tiene el beneficio de colocar el enfoque inicial en el cliente.

Sin embargo, en procesos divergentes (tipo "V"), con un nivel muy alto de diferenciación y, por lo tanto, una gran cantidad de productos finales, a veces puede resultar confuso comenzar con los productos finales. En esos casos, es más fácil ver el flujo, describirlo y discutirlo, comenzando por la etapa inicial menos compleja, donde se introducen pocas materias primas. A menudo es más fácil rastrear el flujo siguiendo las rutas divergentes del material a medida que fluye a través del proceso hacia el cliente, por lo que generalmente es la práctica para los VSM de proceso. Depende del equipo de mapeo decidir qué tiene más sentido en su situación específica y es su responsabilidad asegurarse de que cada paso se describa teniendo en cuenta al cliente final.

Resumen

La forma de hacer aderezos para ensaladas, pintura para el hogar, champú y anticongelante para automóviles es radicalmente diferente de la forma en que se fabrican cortadoras de césped o teléfonos móviles. Por lo tanto, el VSM que describe esas operaciones también debe ser diferente. Si bien la estructura básica del mapa es la misma que la utilizada para los VSM tradicionales

como se describe en el Capítulo 2, se deben incluir datos adicionales para caracterizar completamente las operaciones del proceso, y algunos de ellos se deben presentar de una manera más relevante.

El hecho de que el equipo sea con mayor frecuencia el factor limitante de la velocidad significa que el VSM debe incluir más detalles sobre el rendimiento del equipo y los factores OEE.

Para comprender completamente el grado de divergencia del tipo de material, se debe mostrar el recuento de SKU al final de cada paso del proceso, con el flujo de información realizado con suficiente detalle para comprender qué factores se incluyen en la toma de decisiones de diferenciación. Debido a que los cambios pueden desperdiciar mucho más que tiempo, las pérdidas de material deben incluirse en los cuadros de datos.

En lugar de basar el mapa en una familia de productos piloto, todos los productos deben ser incluido para evitar subestimar la utilización y el potencial de cuellos de botella.

Además, mostrar Takt y capacidad como valores de tasa en lugar de valores de tiempo generalmente hace que los números sean más relevantes y más útiles para quienes están familiarizados con el proceso.

En capítulos posteriores, veremos cómo se aplican estos factores cuando dibujamos un VSM para una operación de proceso real, pero primero revisaremos algunas mejores prácticas adicionales que se aplican a cualquier VSM, ya sea para una operación de proceso o para la fabricación de ensamblaje de piezas.

Capítulo 4

Bien adicional Prácticas de mapeo

Buenas Prácticas VSM

Ahora que hemos cubierto las características únicas que deben incluirse en un VSM para describir completamente la operación de un proceso, se describirán algunas prácticas generales que se aplican a cualquier tipo de VSM.

Diseño del mapa—Dirección del flujo

Los VSM siempre deben representar el flujo de izquierda a derecha en una línea relativamente recta. Debido a la complejidad de algunos procesos, puede haber una tendencia a ubicar los pasos del proceso en el mapa de modo que las líneas de flujo suban, bajen o de derecha a izquierda en un intento de encajar todo y mantener el mapa general dentro de dimensiones razonables. Esto generalmente oscurece una visión clara del flujo. Cuando esto ocurre, generalmente se debe a que se incluyen demasiados detalles, es decir, el proceso se divide en demasiados pasos. Cuando eso suceda, debe dar un paso atrás y decidir si algunos pasos del proceso deben agruparse en un solo paso combinado.

Si es necesario mostrar esos procesos como pasos separados para representar claramente el flujo, entonces es aceptable tener un mapa más amplio y lo correcto. Es mucho más importante que el VSM cree una imagen clara y precisa del flujo y sus barreras y desechos que que se ajuste a un tamaño determinado.

El punto es que si se requiere un alto nivel de detalle, debe evitar la tentación de usar el espacio vertical en el mapa para mantenerlo lo suficientemente estrecho como para ajustarse a algún objetivo dimensional general.

Nivel de detalle

Eso nos lleva al siguiente punto: debe decidir con mucho cuidado cuántos detalles se necesitan para satisfacer los objetivos para los que se crea el VSM.

Con demasiados detalles, la dinámica general del flujo puede quedar oculta en los detalles importantes pero no críticos.

En una planta de fabricación de alfombras, el paso de teñido consiste en una serie compleja de tanques de mezcla, calentadores, un canal llamado baño de tinte a través del cual se mueve la alfombra y luego un paso de secado. Para proporcionar el equilibrio adecuado entre complejidad y visibilidad del flujo, todo esto podría mostrarse como un paso llamado "teñido". La mayoría de los parámetros en el cuadro de datos, especialmente Takt, capacidad efectiva, rendimiento, tiempo de cambio y pérdida de cambio, son mucho más relevantes para el proceso general de teñido que para sus componentes individuales.

Si se necesitan detalles adicionales para comprender mejor los desechos específicos involucrados en el teñido y sus causas principales, se pueden mostrar en otro mapa específico para el paso de teñido. Suele ocurrir que se necesitan mapas de nivel inferior para mostrar detalles no incluidos en el VSM de nivel superior. En algunos casos, estos mapas de nivel inferior pueden seguir el formato VSM, mientras que en otros casos es apropiado un mapeo de procesos más tradicional.

Esta es una especie de enfoque de "divide y vencerás" para comprender el flujo general y sus detractores, y también comprender lo suficiente los detalles de esos detractores para saber qué se debe hacer para resolverlos.

Nivel de Precisión

No debe gastar mucha energía tratando de refinar la precisión de los datos en el mapa. Los números están en el mapa para dar pistas sobre dónde están los desechos y dónde el flujo no está sincronizado con Takt. Las aproximaciones cercanas son lo suficientemente buenas para satisfacer este propósito. Puede notar que se hace algo de redondeo en los cálculos del cuadro de datos en los Capítulos 7, 8 y 9, y eso es perfectamente aceptable. En algunos casos, los números de origen utilizados para calcular los parámetros del mapa no son perfectos; por lo tanto, se requiere buen juicio para determinar si son lo suficientemente buenos.

Equipo Paralelo

En el flujo a través de muchas plantas de proceso hay varias máquinas o recipientes en paralelo en un paso, cada uno de los cuales puede realizar esencialmente la misma operación de proceso. Esto generalmente se debe a que los requisitos de flujo total exceden la capacidad de una sola pieza de equipo, o porque diferentes productos tienen diferentes requisitos que requieren equipo especializado. Si el equipo paralelo es idéntico, o al menos similar en todas las capacidades relevantes, debe mostrarse en el VSM como un cuadro de proceso, con una anotación de que hay N unidades en paralelo. En ese caso,

el cuadro de datos debe mostrar la capacidad máxima total, la capacidad efectiva, Takt, utilización y recuento de SKU para la combinación de todas esas piezas. Si la confiabilidad, el rendimiento o el tiempo de cambio difieren levemente, se debe mostrar el promedio ponderado. Si difieren significativamente, probablemente deberían mostrarse como cuadros de proceso separados con cuadros de datos separados. Además, si los equipos paralelos o los sistemas de procesamiento tienen otras características diferentes que influyen en el enrutamiento o el procesamiento del material de alguna manera, las unidades paralelas deben mostrarse como casillas de proceso separadas, con casillas de datos separadas.

En algunas situaciones, el equipo paralelo está diseñado para una capacidad de producción muy diferente, donde el equipo de mayor velocidad se reserva para productos de gran volumen y el equipo más lento para los productos con menor demanda de mercado. Diferentes piezas de equipos paralelos pueden tener diferente historial de confiabilidad, diferentes rendimientos, o incluso tener personal en diferentes horarios (el equipo muy especializado que se necesita solo para una pequeña parte del flujo general puede necesitar personal solo ocho horas por día, por ejemplo). Los cuadros de datos deben reflejar todas estas diferencias.

En el proceso de hilado y corte de fibra que describiremos en detalle en el próximo capítulo, cinco máquinas realizan los procesos de estiramiento ("estirado") y termofijado ("recocido"). Una de ellas es una máquina muy antigua que utiliza rodillos calientes para realizar el recocido después del paso de estirado. Cuatro son máquinas relativamente modernas que usan vapor para calentar la fibra para el recocido. La máquina más antigua tiene características operativas significativamente diferentes: menor confiabilidad, menor rendimiento y cambios más prolongados.

Por lo tanto, se muestra como un cuadro de proceso y un cuadro de datos separados, como se muestra en la Figura 4.1.

Otra consideración es que hay algunos productos que deben ejecutarse en el antiguo recocido de rodillos en caliente. Es probable que puedan ejecutarse en las máquinas de recocido al vapor, pero no se han determinado las condiciones específicas del proceso y no se han realizado las pruebas de calificación del uso final del producto. Por lo tanto, por ahora, deben ejecutarse en la máquina de laminación en caliente, y esa es otra razón para mostrar esto como un cuadro de proceso separado, para reflejar el Takt de esos productos frente al Takt de los productos que se ejecutan en los recocidos al vapor.

El paso del proceso que sigue al paso de estirado-recocido es el corte del largo cuerda de fibra en longitudes muy cortas (1/2 pulg. a 1½ pulg.) y luego empacarlas usando el mismo tipo de maquinaria que se usa para empacar algodón. Hay cuatro cortadoras-empacadoras en paralelo, y aunque hay algunas diferencias de rendimiento entre ellas, ninguna es lo suficientemente significativa como para cambiar los datos que se colocarán en los cuadros de datos. Por ejemplo, los factores de confiabilidad de las cuatro máquinas varían del 73 % al 78 %, pero mostrar el promedio del 76 % es lo suficientemente preciso para un VSM en este nivel, por lo que las cuatro se muestran como un cuadro de proceso, como se muestra en la Figura 4.2. .

Flujo lógico frente a disposición geográfica

Para que un VSM proporcione la información adecuada sobre el flujo de materiales y sobre cualquier detractor del flujo sincronizado y uniforme, es vital que el flujo se muestre sobre una base lógica en lugar de geográficamente correcta.

40 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

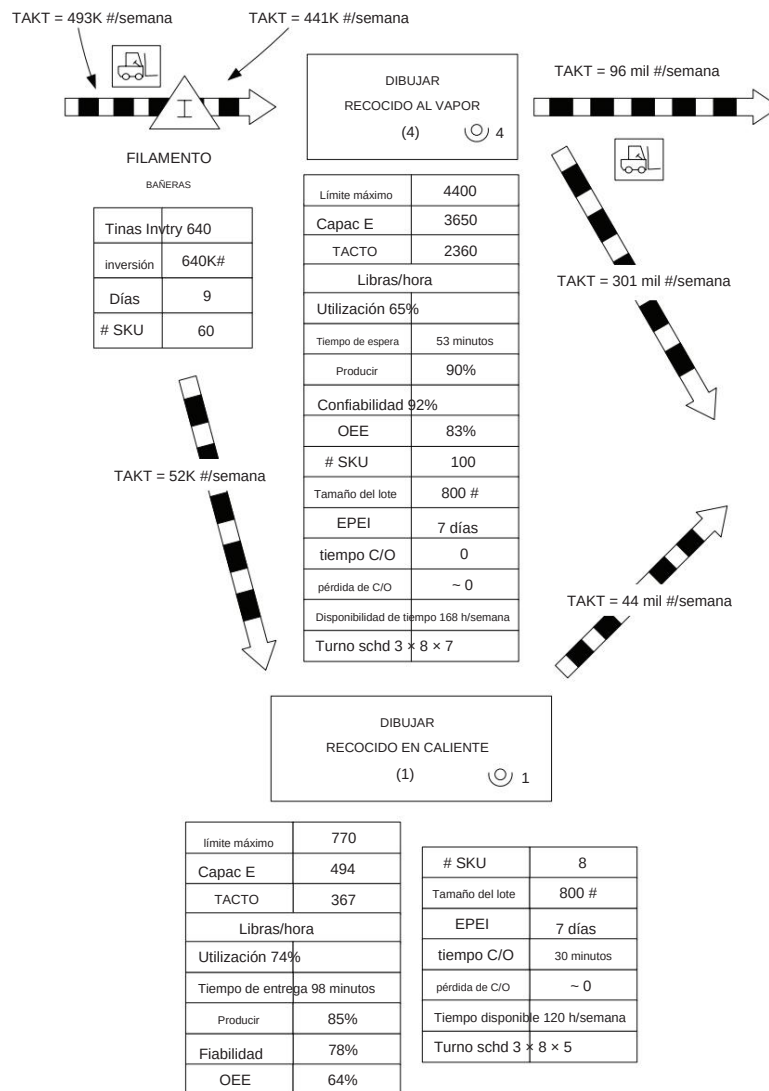


Figura 4.1 Equipos en paralelo con diferente capacidad.

A veces hay una tendencia a colocar las cajas de proceso en el VSM aproximadamente en la misma relación que su disposición física en el piso de la planta. Esto puede tener un propósito útil para resaltar los desechos del transporte y su influencia en el tamaño del lote de transporte y, por lo tanto, en el tamaño del lote de producción.

También puede tener un beneficio en la comprensión de las oportunidades para reubicar equipos para reducir los desechos del transporte, aunque la reubicación de equipos suele ser económicamente poco práctica en las industrias de procesos debido al tamaño y las conexiones de los equipos.

Sin embargo, cualquier beneficio obtenido al representar un diseño geográficamente preciso es menor en comparación con la pérdida de una visión clara del flujo lógico, que es vital para nuestra comprensión de las transformaciones que se realizan en el material para cumplir con los requisitos del cliente, y las cosas que se desperdician. el camino.

Como ejemplo, considere un proceso de fabricación de papel para impresoras de computadora. El proceso consiste en un paso de fundición de láminas, un termofijado o recocado

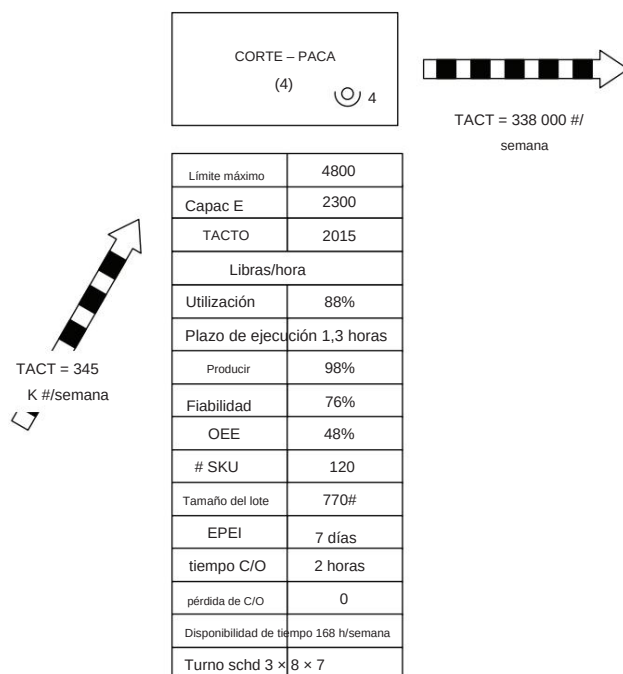


Figura 4.2 Equipo en paralelo con capacidad similar.

paso, un paso de corte que corta los rollos fundidos muy anchos en anchos más estrechos requeridos por los usos finales, y un paso de corte que corta el rollo para formar láminas individuales. Hay un trabajo significativo en proceso entre varios de estos pasos, que se almacena en un Sistema de almacenamiento y recuperación automático (ASRS) ubicado en el centro, un sistema de estantes de gran altura que utiliza grúas guiadas automáticamente para transportar un rollo a la ranura designada. Un VSM basado en el arreglo geográfico se vería como el que se muestra en la Figura 4.3.

Aunque geográficamente precisa, esta vista no proporciona ningún sentido de material flujo o la secuencia en la que se realizan operaciones específicas.

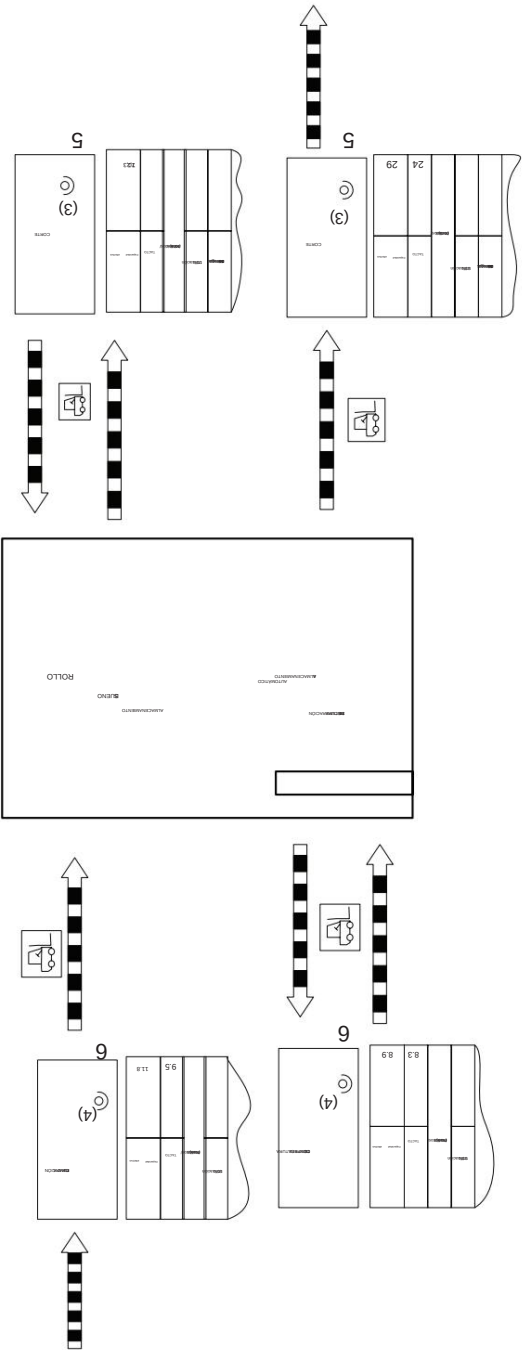
La figura 4.4 muestra una visión mucho mejor de esta situación. Los tres inventarios que se muestran están en realidad en el mismo lugar, pero tienen diferentes funciones y almacenan material en diferentes formas en diferentes puntos del flujo del proceso, lo cual se muestra claramente en esta representación.

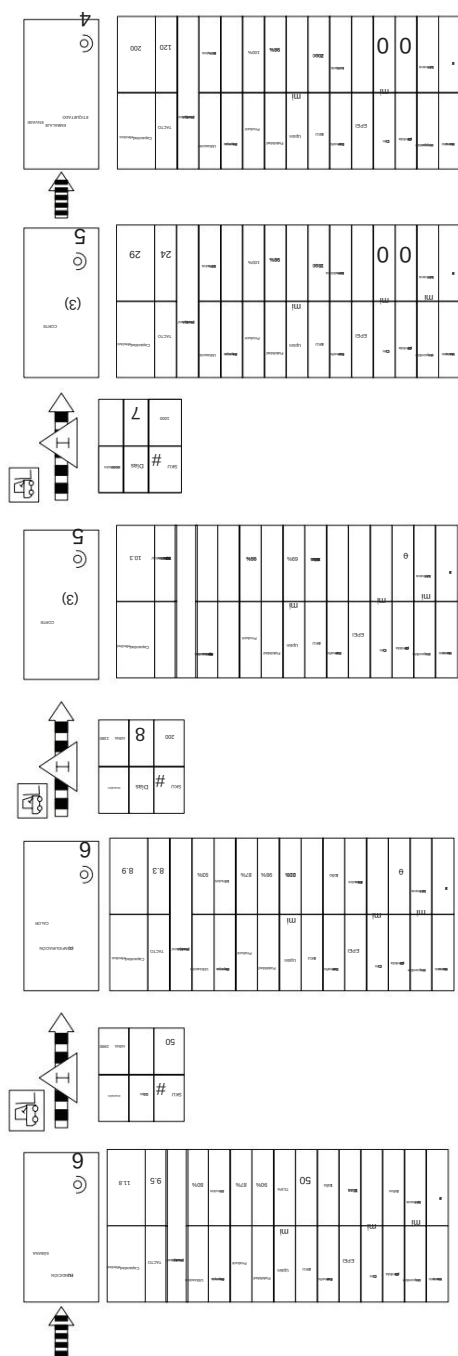
El principio fundamental es que el VSM debe estar dispuesto de modo que se pueda ver el verdadero flujo. Si las áreas de almacenamiento y los laboratorios de prueba deben mostrarse varias veces en el mapa para lograr esto, debe hacerse. A menudo existe la necesidad de ver el flujo sobre una base geográfica, especialmente donde puede ser posible la reubicación de algunos equipos, y eso debe representarse en un diseño de planta o plano de planta separado.

Procesos de soporte

A menudo se plantea la pregunta de si las instalaciones de apoyo, como los laboratorios de pruebas de calidad, deben mostrarse en el VSM. La respuesta general es que esto no se suele hacer.

42 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos





44 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

Sin embargo, si la instalación de apoyo introduce retrasos en el flujo de material primario o lo afecta de alguna manera, entonces es un candidato para ser mostrado. Por ejemplo, en algunos procesos, el material debe someterse a pruebas de parámetros de calidad antes de que pueda enviarse al siguiente paso del proceso, y el tiempo de prueba inserta un retraso en el proceso. En esa situación, es muy apropiado mostrar el paso de prueba en el mapa, especialmente porque afecta la línea de tiempo de VSM. El paso de prueba debe incluir un cuadro de datos que tenga suficiente información para mostrar claramente el impacto que tiene en el flujo.

De manera similar, si el suministro limitado de servicios como vapor o aire comprimido puede limitar el flujo del proceso, debe reflejarse en el mapa, ya sea como un cuadro de proceso separado o como una nota debajo del cuadro de datos para los pasos afectados.

Herramientas informáticas frente a papel marrón

Existe un debate en curso sobre si es mejor crear la primera versión del VSM en una hoja grande de papel de construcción marrón, utilizando notas Post-it® para los pasos del proceso y los cuadros de datos, o ingresarlo directamente en una herramienta informática como Microsoft Visio. Los tradicionalistas favorecen el enfoque del papel marrón, y tiene ventajas. Hace que el equipo se involucre más físicamente en la actividad de dibujo del mapa y crea un aura más de "esto es real", donde un mapa en la pantalla de una computadora puede parecer más abstracto.

He encontrado que el uso de una computadora puede ser muy efectivo. A menudo creo la primera versión del VSM usando Visio o iGrafx, y la imagen se muestra en una pantalla grande para que la vea todo el equipo. Aunque el equipo está sentado, no de pie, y por lo tanto menos involucrado físicamente, ciertamente están tan comprometidos emocional e intelectualmente y generalmente muestran un alto nivel de participación y entusiasmo por el esfuerzo. Una ventaja clave de este enfoque es que es mucho más fácil corregir errores y aún así mantener limpio el mapa. Si el equipo decide agregar un paso entre dos pasos que se muestran actualmente, es muy fácil abrir el espacio para hacerlo en lugar de tener que amontonarlo. Además, debido a que es tan simple de hacer, hay menos renuencia a hacerlo. hacer cambios por miedo a estropear las cosas. Otra ventaja es que la versión actual del mapa se puede imprimir y entregar a los miembros del equipo para que lo saquen en el piso para validar las rutas o los datos que se muestran. Y se puede enviar por correo electrónico a otros para obtener su opinión.

Al final, la elección debe basarse en aquello con lo que el equipo se sienta más cómodo. Pero el enfoque informático no debe descartarse simplemente por una adherencia a la tradición. Mi preferencia personal es usar papel marrón cuando estoy enseñando clases de VSM, ya que eso me pone al frente de la clase y los tiene enfocados en mí y en lo que estoy diciendo, así como en el mapa. Sin embargo, generalmente prefiero el método electrónico cuando trabajo con un equipo en una aplicación real, pero estoy feliz de usar el enfoque de papel marrón si eso es lo que prefiere el equipo.

Si se va a utilizar una computadora, ya sea para el primer borrador o para la versión final, hay varias herramientas disponibles: Visio, iGrafx Process, eVSM, LeanView, MiniTab y otras. Algunos de estos van mucho más allá de la capacidad básica de creación de gráficos,

y puede realizar cálculos sobre los datos en los cuadros de datos. Sin embargo, a partir de ahora, están diseñados en torno a los VSM Lean tradicionales, para flujo y ensamblaje de piezas discretas, y tienen fuertes limitaciones en lo que respecta a las funciones de VSM específicas del proceso que analizamos en el último capítulo. Sin embargo, este es un campo en constante evolución, por lo que merece una mirada de cerca a las ofertas y capacidades actuales cuando comience su actividad de VSM.

Orientación y Coaching Cualificados

El equipo que crea el VSM debe incluir representantes de todos los grupos o funciones que participan en la ejecución del proceso, incluidos operadores, mecánicos, técnicos de laboratorio, asociados de calidad, ingenieros de procesos, planificadores y programadores. Será difícil crear un mapa completo sin su aporte, o avanzar hacia un estado futuro mejorado sin su participación en el diseño.

También es fundamental que el equipo tenga a alguien con gran experiencia en Lean:

- y Proporcionar orientación en la creación del VSM
- fi Para garantizar que el equipo comprenda todo el potencial de las herramientas Lean como SMED, flujo celular, 5S, gestión visual y reabastecimiento de extracción
- y Para garantizar que todas las mejoras se alcancen en función de un sólido Lean principios
- fi Proporcionar cualquier enseñanza y entrenamiento que pueda ser necesario.

Una gran cantidad de Lean, e incluso Value Stream Mapping, pueden parecer engañosamente simples, lo suficiente como para que a veces lo intenten novatos muy inteligentes y bien intencionados. Esto generalmente conduce a resultados menos que satisfactorios. Como señala Jeffrey Liker (The Toyota Way Fieldbook, 2006), "El mapeo hace que las personas sientan que están haciendo Lean, pero son simplemente dibujos... si les entrego un plano, no significa que puedan construir una casa." La guía de un entrenador Lean experimentado mejorará sustancialmente la probabilidad de construir un mapa que ilustre claramente los desperdicios y de visualizar un estado futuro donde se hayan utilizado los procesos Lean apropiados para reducir o eliminar esos desperdicios.

Resumen

El objetivo principal de un VSM es representar el flujo a través del proceso de la manera más clara y lúcida posible, de modo que quede claro cómo estamos agregando valor al producto para satisfacer las necesidades del cliente, así como lo que estamos haciendo que consume tiempo o recursos y no agrega valor al cliente. Se debe hacer cualquier cosa que se pueda hacer para mejorar la claridad y visibilidad del mapa para que los mensajes sean más obvios. Hemos mencionado algunos de ellos: mostrar siempre el flujo en línea recta de izquierda a derecha, basar el mapa en

46 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

flujo lógico en lugar de tratar de ser geográficamente preciso y no saturar el mapa con detalles innecesarios.

Verá ejemplos concretos de esos principios en acción a medida que dibujamos un proceso real VSM, por lo que es hora de presentar el proceso que proporcionará nuestro problema de enfoque.

Capítulo 5

Nuestro problema de enfoque— Un proceso de fibra sintética

Vista general del proceso

Para comenzar a dibujar un VSM real, examinaremos un proceso de fabricación de fibra sintética en Riverside, Carolina del Norte, propiedad de Carolina Fibre Company. Este proceso produce fibras en dos formas: filamentos muy cortos (de 1/2 a 2 pulgadas, a veces llamados fibras cortas) que se venden a clientes que fabrican alfombras de alta gama, prendas militares y ropa deportiva de alta gama, y como cuerdas gruesas (miles de pies de largo, a menudo denominado estopa) que se vende a clientes que hacen su propio procesamiento antes de mezclar y tejer. El producto de filamento corto, el básico, se vende en fardos grandes, similares a los fardos de algodón, y comprende alrededor del 80% del volumen total de ventas.

El producto de cuerda larga, el remolque, se vende en grandes cajas de cartón llamadas Gaylords y representa alrededor del 20% de las ventas.

La demanda anual de los clientes para el alimento básico embalado es de 17,600,000 lb. La demanda de remolque es de 5,000,000 lb por año.

El proceso se ejecuta las 24 horas del día, los 7 días de la semana, incluidos los días festivos.

Hay cuatro pasos principales en el proceso.

1. Polimerización (un proceso químico)
2. Extrusión de fibra, llamada hilado (un proceso mecánico)
3. Embutición (estiramiento) y recocado (fijación térmica) (procesos mecánicos)
4. Corte y empaquetado de fibra (un proceso mecánico)

La demanda de productos es ligeramente variable, sin tendencias estacionales reconocibles.

La demanda de fibras utilizadas en uniformes militares sube y baja con el nivel de conflicto internacional.

48 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

Materias primas

Hay dos materias primas principales compradas, ácido adípico y hexametildiamina, entregadas en vagones de 100 000 lb cada uno. El agua desionizada se produce en la planta y siempre está disponible en cualquier cantidad razonable.

Las materias primas se almacenan en la planta en los vagones. Normalmente hay de 3 a 4 automotores de cada material en el sitio en cualquier momento.

El tiempo de entrega del suministro es de 7 días, desde la colocación del pedido o la liberación del material hasta la recepción de automotores. Cada proveedor tarda alrededor de 1 día en procesar el pedido y llenar el vagón del inventario existente, y el tiempo de transporte es de 6 días. El proveedor es muy confiable. La desviación estándar del tiempo de entrega es inferior a 1 día.

Al comienzo de cada mes, a cada proveedor se le da un cronograma de fechas para liberar los pedidos de vagones, con base en el cronograma de producción del mes.

Paso 1: Polimerización

Tres materias primas (ácido adípico, diamina y agua desionizada) se mezclan y calientan bajo presión para formar un plástico muy viscoso, llamado polímero.

Esta polimerización ocurre en grandes reactores encamisados. Hay tres sistemas de reacción independientes.

Un lote típico es de 760 galones; la densidad es de 7 libras por galón.

La carga de materias primas en el reactor tarda 15 minutos, la polimerización tarda 90 minutos, la descarga y la extrusión tardan 30 minutos.

Se producen doce materiales diferentes con diferentes viscosidades. Cada una de las 12 materiales se produce una vez cada 8 días, en uno de los tres reactores.

No hay limpieza entre lotes del mismo material. Se requiere un enjuague de 20 minutos entre lotes de diferentes materiales.

Cada reactor se desconecta una vez al año para un desmontaje y limpieza de paredes de 48 horas.

El polímero se extruye como un grupo de cintas, que luego se cortan en pequeños gránulos, se enfrían y se almacenan en grandes silos. Estos gránulos a menudo se denominan Flake. Hay 12 silos, uno para cada tipo de polímero, con una capacidad de 200,000 libras cada uno. El contenido de cada silo sube y baja durante el ciclo de producción, pero el total promedio de los 12 silos es relativamente constante en 600 000 lb.

El proceso es muy estable y predecible, con un rendimiento del 97%. La confiabilidad del sistema de reacción, incluido el reactor y todas las tuberías, bombas, sensores y controles, es del 94 %.

Dos operadores de la sala de control manejan los tres reactores en cada turno. No se necesita ayuda para el almuerzo.

Paso 2: Hilado de fibra

Los gránulos de plástico se transportan neumáticamente desde uno de los silos hasta una máquina de hilar, que funde los gránulos y los extruye como hilos continuos.

(filamentos) de fibra. A medida que se extruyen los filamentos, se sopla aire frío sobre ellos para enfriarlos y solidificarlos. Un cabezal de extrusión ("spinnerette") tiene 120 orificios, por lo que extruye 120 filamentos en paralelo, que se juntan en un paquete. Una máquina de hilar tiene de 96 a 144 hileras, cada una de las cuales hace girar un haz de 120 filamentos. La salida de todas estas hileras se recopila

juntos para formar un haz de filamentos muy grueso similar a una cuerda. Por tanto, la cuerda consta de unos 15.000 (11.520 a 17.280) de estos finísimos filamentos. La fibra se extruye a una velocidad de 1000 yardas/min.

El cable de fibra se guía continuamente hacia un gran (5' × 5' × 5') de acero inoxidable tina. Cada tina puede contener aproximadamente 1000 lb de fibra. A medida que una tina se llena, la fibra se corta automáticamente y se guía a la siguiente tina en una línea. Las tinajas llenas se llevan a un área de almacenamiento, donde se preparan para el siguiente paso del proceso, estirado-recocido.

El área de almacenamiento tiene capacidad para 800 tinajas. Por lo general, está lleno al 80%.

Hay seis máquinas de hilar idénticas en paralelo. Cada máquina es capaz de producir 660 lb de fibra por hora si funciona perfectamente.

Se elaboran sesenta productos diferentes, con diferentes espesores de fibra, capacidad de teñido y módulo; cada producto se elabora una vez cada 7 días. Se necesitan 2 horas para reconfigurar una máquina de hilar para producir el siguiente producto. Mientras esto sucede, el polímero fundido se desperdicia. Sin embargo, la tasa se puede reducir ligeramente para que la pérdida de material en un cambio sea solo de aproximadamente 1000 lb.

El rendimiento de hilatura es del 88 %, lo que refleja principalmente el material desperdiciado en el producto cambios. La fiabilidad electromecánica es del 93 %

Hay un solo operador para cada máquina de hilar; los operadores se ayudan mutuamente en tareas que requieren dos personas.

Paso 3: estirar-recocer

Las tinajas de fibra hilada se trasladan desde el área de almacenamiento de tinajas a una de las cinco máquinas de extracción. El cable de fibra se extrae de la cuba y se alimenta a través de varios conjuntos de rodillos de presión que funcionan a velocidades cada vez más rápidas, estirando así el haz de fibras.

Este estiramiento ("dibujar") hace que las moléculas de cadena larga se orienten y alineen, y aumenta la tenacidad y otras propiedades.

Después del estirado, la cuerda continúa a través de una cámara de vapor, donde las propiedades se termofijan ("recocen") para estabilizarlas. (Cuatro de las cinco máquinas usan vapor para recocer la fibra; una usa rollos calientes, que se describen a continuación).

Luego, el paquete en forma de cuerda se introduce en grandes contenedores llamados cajas de corte, o en grandes cajas de cartón ("Gaylords"). Cada caja de corte o Gaylord contiene aproximadamente 800 lb de fibra. Los productos vendidos como cuerda (10 SKU) se introducen en los Gaylords, mientras que los productos para cortar y empacar (98 SKU) se colocan en las cajas de corte. Las cajas de corte se trasladan a un área de almacenamiento de retraso, esperando el corte/empacado. El área normalmente tiene almacenadas 375 cajas de corte. Los Gaylords se trasladan al almacenamiento de productos terminados, que normalmente tiene aproximadamente 172 Gaylords almacenados como producto terminado.

Cada máquina de recocido al vapor puede procesar 1100 lb por hora en un día perfecto. El rendimiento es del 90% y la fiabilidad es del 92%. Los cambios de producto se pueden hacer casi instantáneamente.

50 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

La única máquina que utiliza rodillos calentados en lugar de vapor para lograr el recocido es una máquina más antigua, con menor confiabilidad (78 %), menor rendimiento (85 %) y menor rendimiento máximo (770 lb por hora). Por lo general, la temperatura del rodillo caliente debe cambiarse en los cambios de producto, lo que demora aproximadamente 30 minutos en estabilizarse a la nueva temperatura.

Todas las máquinas de estirado y recocido ejecutan un ciclo de campaña de una semana, o EPEI.

Ocho SKU, que comprenden aproximadamente el 10% del volumen total de salida de recocido, se deben ejecutar en la máquina de recocido de laminación en caliente. Es probable que estos productos funcionen aceptablemente bien en las máquinas de recocido al vapor, pero será necesario realizar un desarrollo significativo del proceso y una prueba y calificación del producto. Todos los productos que requieren recocido en caliente se venden cortados y embalados, ninguno como cuerda

Debido a la menor demanda de productos laminados en caliente, esa máquina funciona las 24 horas. por día, pero sólo 5 días a la semana.

Cada sistema de estirado-recocido tiene un solo operador asignado por turno. Hay tareas que requieren dos operadores, por lo que se ayudan mutuamente en esas tareas.

Paso 4: Cortar—Empacar

Las cajas de corte de fibra trefilada se transportan desde el área de almacenamiento de residuos hasta el extremo de entrada de una de las cuatro cortadoras/empacadoras. Se colocan ocho cajas de corte para alimentar la cortadora/empacadora en paralelo a través de un conjunto de guías de hilo llamado fileta. La fibra se extrae simultáneamente de todas las cajas de la fileta y se introduce en la cortadora/empacadora.

El haz de cuerdas se corta en fibras muy cortas (1/2 pulg. a 2 pulg.) con un cortador giratorio mecanismo con cuchillas de afeitar colocadas cada media pulgada (o más) alrededor de la circunferencia. Las fibras cortadas caen en una cámara. Cuando la cámara está llena, las paredes se mueven hacia adentro para comprimir la masa de fibra en forma de ladrillo. El ladrillo se expulsa a una sección de envoltura, donde el material se envuelve con Typar bajo presión. Se aplican flejes de plástico a la paca envuelta para ayudar a contenerla. Los fardos terminados se expulsan a una cinta transportadora, desde donde se transportan a un área de almacenamiento de productos terminados. El almacenamiento normalmente contiene 900 pacas.

Cuando funciona de manera ideal, una empacadora puede procesar 1200 lb por hora. Cada fardo pesa 770 lb.

Debido a la compleja estructura mecánica y los enlaces, las altas presiones utilizadas y la tendencia a que el polvo de fibra y los finos entren en los cojinetes y enlaces, la confiabilidad es deficiente. Varía ligeramente de empacadora a empacadora, y tiene un promedio de 76%. El rendimiento de la empacadora es del 98 %.

Hay 180 productos embalados, pero algunos son de muy bajo volumen y se venden con muy poca frecuencia. Solo alrededor de 120 se fabrican de forma regular. Las empacadoras tienen una campaña de 7 días.

Los cambios de producto requieren alrededor de 2 horas. Se debe limpiar toda la fibra de la corrida anterior para que no haya contaminación del producto. Obtener 1 pulg. fibra en un 2-in. bale no es un gran problema, pero lo contrario es. Del mismo modo, adelgazar

filamentos en un fardo de fibras más gruesas no es un gran problema, pero lo contrario es. No obstante, la contaminación al mezclar el grosor de los filamentos no es tan grave como al mezclar las longitudes cortadas.

A cada empacadora se le asigna un operador por turno, para almacenar las filetas y monitorear rendimiento de la empacadora.

Almacenamiento y envío del producto terminado

Bales y Gaylords se almacenan en espera de los pedidos de los clientes. Cada uno se vende en cantidades de camiones. Cuando se recibe un pedido, los fardos o Gaylords se cargan en el remolque mediante carretillas elevadoras o carretillas con pinzas. Un remolque completo tiene capacidad para 40 pacas o 40 Gaylords. Se tarda entre 90 minutos y 4 horas en cargar un remolque, incluida la preparación y verificación del manifiesto de envío, según la cantidad de manipuladores de materiales disponibles.

El requisito de tiempo de entrega del cliente varía según el cliente y el tipo de producto, pero en la mayoría de los casos es de 4 días. El tiempo promedio de envío desde la planta de Riverside hasta los clientes es de 2 días. Por lo tanto, el camión debe abandonar el sitio dentro de las 48 horas posteriores a la recepción del pedido, por lo que el objetivo es tener suficiente material en el inventario de productos terminados para satisfacer todos los pedidos. Eso requiere que nuestra producción siga una estrategia de fabricación contra stock.

Hay cuatro manipuladores de materiales por turno para mover tinajas, cajas de corte, fardos y Gaylords, y para cargar camiones de envío.

Procesamiento de pedidos y programación de producción

Los clientes llaman a los representantes de servicio al cliente (CSR) para realizar pedidos. Los CSR verifican el inventario actual para ver si el material está disponible. Si es así, el CSR libera el material para envío y confirma el envío con el cliente.

Con base en los aportes de los clientes y las tendencias históricas, los CSR preparan pronósticos de ventas para el próximo trimestre. Todas las previsiones de RSE entran en un proceso de gestión de la demanda para todo el negocio. Con base en esta entrada, otras entradas y tendencias históricas, se prepara un pronóstico para el próximo mes. Este pronóstico se ingresa en el proceso mensual de Planificación de ventas y operaciones (S&OP).

El Supervisor de Producción de la planta prepara un Pronóstico de Capacidad para los próximos meses, incorporando las paradas planificadas, limpiezas y pruebas de producción. El proceso de S&OP concilia el pronóstico de demanda con la capacidad disponible y genera un programa de producción para el próximo mes.

El programa de producción se utiliza para calcular las necesidades de materia prima para el mes. Esto desencadena pedidos a los proveedores para cubrir el próximo mes.

Con base en el programa de producción, el supervisor de producción emite un plan de producción diario para los próximos siete días de cada semana. El plan de producción diario puede actualizarse cada día según sea necesario para reflejar el rendimiento del día anterior.

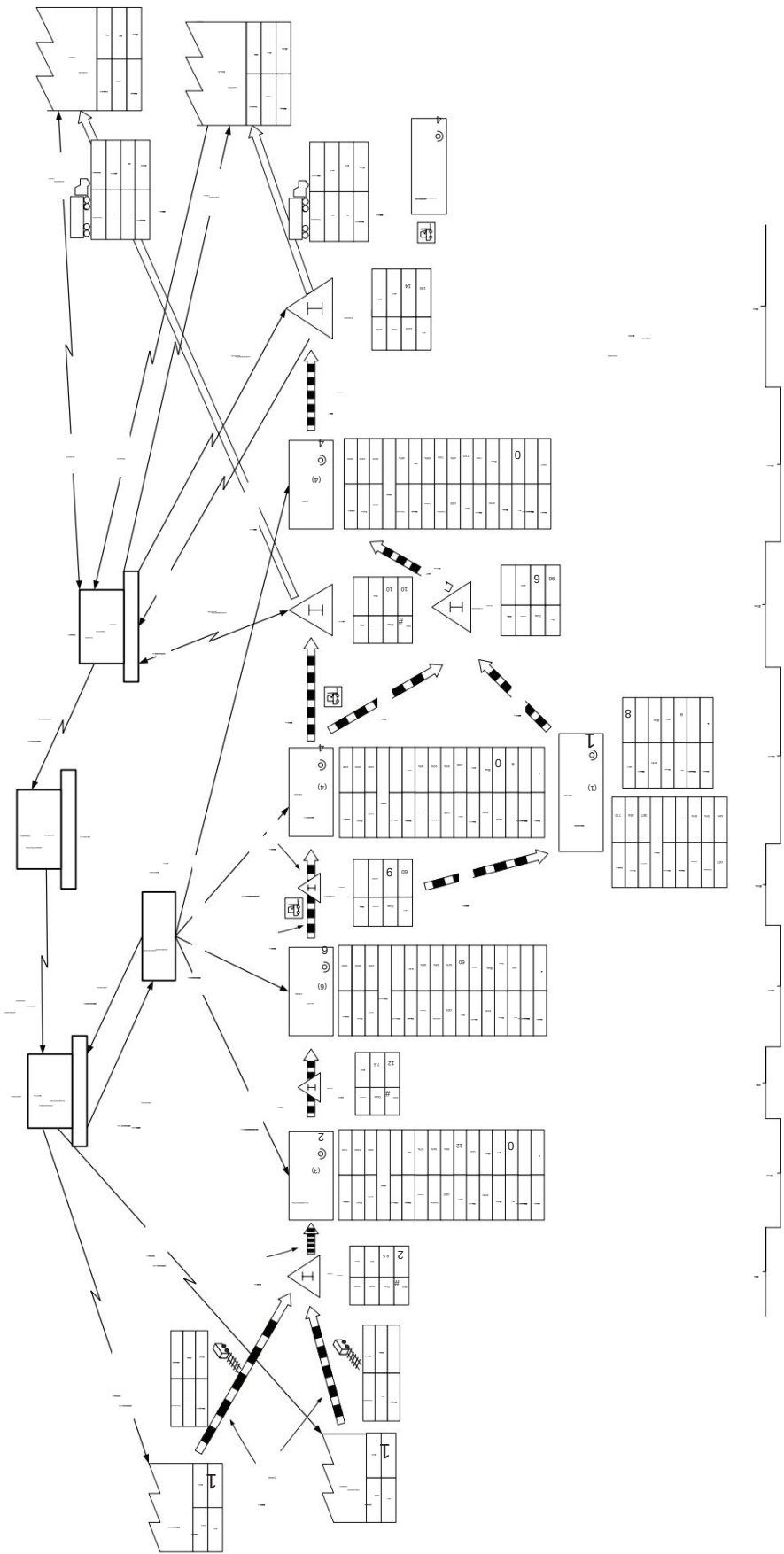
El VSM de fabricación de fibra sintética

La planta de Riverside enfrenta una presión competitiva intensa y cada vez mayor, muy típica de la industria nacional de fibras desde la llegada de la competencia asiática, por lo que debe hacer que sus operaciones sean lo más efectivas posible y eliminar todo desperdicio.

Esta es la misma presión que impulsó a Toyota a comenzar a desarrollar Lean hace 60 años, pero en ese caso la presión se sintió en Asia proveniente de Occidente, donde ahora proviene de la dirección opuesta.

Para hacer frente a estas presiones, Riverside ha decidido emprender una transformación Lean completa y ha elegido sabiamente el mapeo de flujo de valor como uno de los primeros pasos.

El VSM completo de su proceso se muestra en la Figura 5.1. En los próximos capítulos, vamos a ver cómo creó este mapa, paso a paso del proceso descrito anteriormente.



Capítulo 6

Desarrollo del flujo de material

El flujo de material es en realidad una de las partes más fáciles de desarrollar del VSM. Si tiene una comprensión precisa del proceso (como lo proporcionamos en el capítulo anterior), capturar el flujo de material en papel o electrónicamente es razonablemente sencillo.

Como señalamos en el Capítulo 3, puede comenzar con la entrada de materia prima y avanzar a través del flujo del proceso, o comenzar con los pedidos de los clientes y trabajar hacia atrás desde el muelle de envío. Este último está en consonancia con la orientación Lean tradicional, ya que comienza con un enfoque en el cliente. Sin embargo, el primero parece más intuitivo para los equipos de mapeo, particularmente cuando se mapean líneas de proceso, así que ese es el enfoque que seguiremos aquí. Más tarde, cuando lleguemos a los cálculos de Takt, comenzaremos con el cliente y volveremos a trabajar.

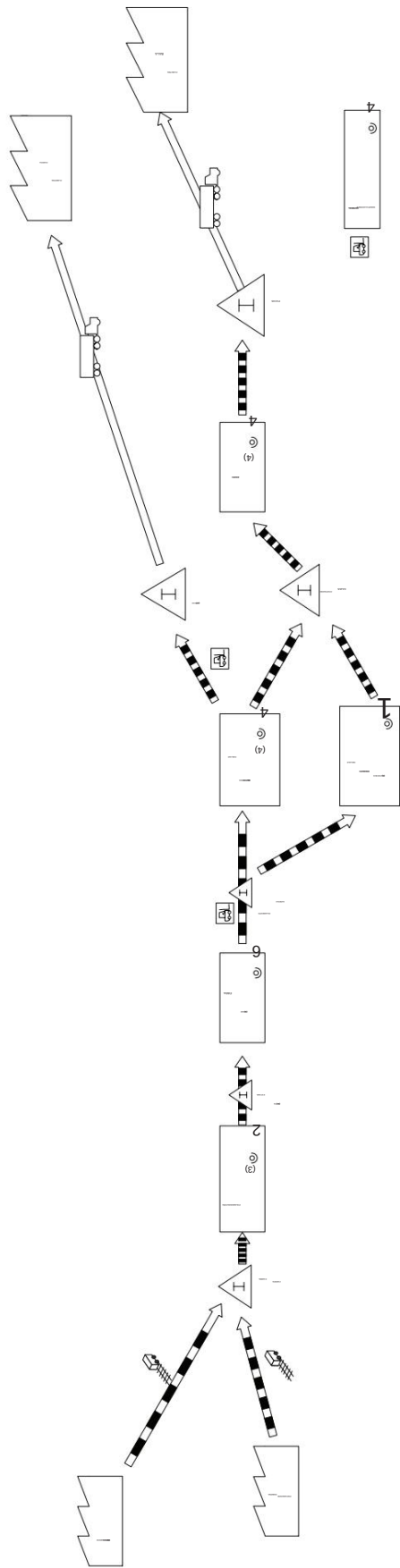
La Figura 6.1 muestra la parte completa del flujo de material del VSM.

Comenzaremos con el suministro de materia prima. Hay un solo proveedor para cada uno de los dos ingredientes principales en nuestro proceso, por lo que se muestran como dos cuadros de proveedores. Podríamos haber mostrado una caja de proveedor, con una cantidad de dos, y eso hubiera sido igual de apropiado. Los dos materiales se suministran en cantidades aproximadamente iguales, con tiempos de entrega y tiempos de entrega iguales, por lo que no hay nada que requiera diferenciarlos en el mapa. Pensamos que agregaría información útil al mapa al mostrar dos cuadros. Esta es una de esas situaciones en las que hay más de una forma correcta de representar algo en el mapa, por lo que la elección depende del criterio del equipo de mapeo.

El inventario de materia prima en los vagones de la planta se muestra mediante el típico icono de inventario, un triángulo con la letra "I" mayúscula dentro.

Hay tres reactores de polimerización, y no hay nada que sugiera que son diferentes de manera significativa, por lo que se muestra un cuadro de proceso con una cantidad de 3.

Se muestra otro triángulo de inventario para representar el almacenamiento de hojuelas en silos, con una notación de que hay 12 silos. La cantidad típicamente almacenada se cubrirá más adelante cuando se agreguen los cuadros de datos.



El hilado de fibra es el siguiente, y sin nada que diferencie a las seis máquinas de hilar, se muestran como una sola caja de proceso.

Después del almacenamiento de la fibra en tinas de filamentos, llegamos al paso de estirado y recocado, donde encontramos el primer paso del proceso con tipos significativamente diferentes de equipos en paralelo. Como se discutió en el Capítulo 5, el recocado de rodillos calientes es lo suficientemente diferente de los recocidos de vapor, tanto en las características operativas como en los requisitos del producto, como para requerir mostrarlo como un proceso separado en paralelo.

Tenga en cuenta que el recocado estirado-vapor es en realidad dos pasos de proceso, dos transformaciones físicas separadas realizadas en secuencia. Sin embargo, debido a que hay un flujo continuo desde Draw hasta Anneal, y los parámetros como el rendimiento solo se conocen para los pasos combinados, los mostramos como un solo paso. De manera similar, el recocado estirado-laminado en caliente son en realidad dos procesos secuenciales que se muestran como uno. Si un material que sale del estirado-recocado no tiene las propiedades especificadas, no siempre está claro si se debe a unas condiciones de estirado inadecuadas o a un fraguado térmico incompleto. Por lo tanto, desde el punto de vista del flujo, no hay ningún beneficio en diferenciarlos. A los efectos de comprender los residuos y sus causas, puede haberlos. Sin embargo, podemos explorar eso con un mapa de proceso más detallado de esos pasos específicos.

Tenemos dos tipos de inventario para mostrar que salen del paso de estirado-recocado. El producto que se venderá como remolque, es decir, cuerda, se almacena en Gaylords, que es el medio de transporte utilizado para enviarlo a los clientes. Sabemos por la descripción del proceso que los tipos de productos vendidos como dos son todos recocidos en las máquinas de recocado al vapor. Otros productos del recocado al vapor van a las cajas de corte, al igual que todos los tipos de productos del recocado de laminación en caliente.

Cut-bale es el siguiente. Las cuatro máquinas tienen ligeras diferencias, pero ninguna lo suficientemente significativa como para que se muestren por separado. Por lo tanto, se muestran como un cuadro de proceso con una indicación de que hay cuatro máquinas en paralelo. El inventario de producto terminado de fardo se muestra con el triángulo convencional con una "I" adentro.

Los clientes de balas y los clientes de cuerdas podrían mostrarse en una caja de cliente, pero debido a que las familias de productos son significativamente diferentes, decidimos mostrarlos como dos cajas de clientes. Si una planta produce un tipo general de producto con una serie de variaciones, generalmente se muestra con un solo cuadro de cliente. Sin embargo, si la planta produce familias de productos que son considerablemente diferentes, se pueden mostrar con diferentes cajas de clientes. Siempre que la información útil, la información que crea una imagen más clara del flujo, se puede mostrar en el mapa sin agregar desorden, se debe hacer.

Todas las flechas que conectan los pasos del proceso y los inventarios se muestran como flechas sombreadas para indicar que el sistema se basa en conceptos de programación "push". El término "empuje" se utiliza para caracterizar una estrategia de reabastecimiento de materiales en la que el material se empuja a través del proceso en función de los pronósticos sin tener en cuenta los inventarios y pedidos actuales. Aprendimos del Capítulo 5 que toda la producción de fibra se basa en el pronóstico mensual, sin tener en cuenta el inventario actual, por lo que este es claramente un sistema de empuje. Esto contrasta con la "extracción", donde el material se repone solo para reemplazar el material que los clientes (o el siguiente paso en el proceso) han extraído del inventario. Reposición en un sistema pull

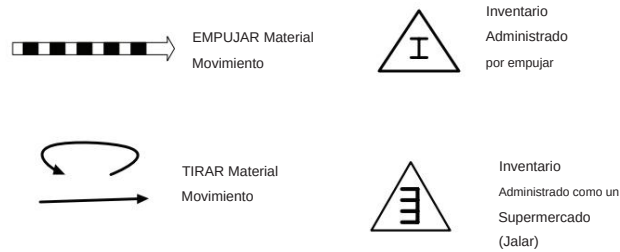


Figura 6.2 Iconos de empujar y tirar.

se basa en condiciones en tiempo real en la planta, y la producción se permite solo cuando existe la necesidad de reabastecer el inventario o satisfacer los pedidos actuales de los clientes. Pull se considera una estrategia de reabastecimiento superior porque evita la sobreproducción, es decir, producir más de lo que se necesita actualmente, y administra el inventario a niveles razonables y predecibles. La convención de VSM es mostrar el flujo de empuje con una flecha rayada y la atracción con una flecha de línea angosta, como se muestra en la Figura 6.2 (se pueden encontrar más detalles sobre los conceptos y beneficios de la atracción en el Apéndice D).

Por la misma razón, todos los inventarios se muestran con un triángulo con la letra "I" mayúscula, que representa un inventario llenado por métodos push. Cuando se rellena un inventario de acuerdo con los principios de extracción, el triángulo tiene un símbolo que se asemeja a un estante de supermercado. El origen de esto es que los conceptos de extracción de fabricación se inspiraron en los métodos utilizados para rellenar los estantes de los supermercados en la década de 1950.

Con la parte del flujo de materiales del mapa ahora completa, es hora de convertir nuestra Atención a las casillas de datos.

Capítulo 7

Cálculo de datos Parámetros de caja

Cuadros de datos de pasos de proceso

La mayoría de los parámetros del cuadro de datos, como la Efectividad general del equipo (OEE), se pueden calcular simplemente a partir de lo que sabe sobre ese paso de proceso en particular. Sin embargo, los parámetros basados en Takt, como la utilización y los días de suministro, no se pueden calcular hasta que se haya determinado Takt para cada paso. Como se mencionó en el Capítulo 2, Takt puede ser diferente de un paso a otro para compensar las pérdidas de rendimiento y porque el tiempo disponible puede ser diferente para algunos pasos. Por lo tanto, Takt debe calcularse de forma integrada para todo el proceso, y debemos partir de la demanda del cliente y construirla hacia atrás en el proceso. Este es el único aspecto de un VSM en el que debemos comenzar con los requisitos del cliente y trabajar hacia atrás a través del flujo del proceso.

En este capítulo, calcularemos todos los parámetros del cuadro de datos que son independientes de Takt; Takt y los parámetros que dependen de los valores de Takt se calcularán en los próximos dos capítulos.

Cut-Bale (Figura 7.1) se utilizará como ejemplo para ilustrar los datos del proceso cálculos de caja.

La descripción del proceso nos dijo que cada empacadora puede procesar 1200 lb por hora (pph), por lo que la capacidad máxima es de 4800 pph para el grupo de cuatro empacadoras.

La Capacidad Efectiva depende del OEE, que próximamente se calculará en un 48%, por lo que:

$$\text{Capacidad Efectiva} = \times \text{Capacidad Máxima OEE} = \times 4800 \ 48\% = 2300 \text{ pph}$$

Takt y la Utilización que depende de Takt, se calcularán en los capítulos siguientes.

60 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

CORTE – PACA	
(4)  4	
Límite máximo	4800
Capac E	2300
TACTO	
Libras/hora	
Utilización	
Tiempo de espera	1,3 horas
Producir	98%
Fiabilidad	76%
OEE	48%
# SKU	120
Tamaño del lote	770#
EPEI	7 días
tiempo C/O	2 horas
pérdida de C/O	0
Disponibilidad de tiempo	168 h/semana
Turno schd	3 x 8 x 7

Figura 7.1 Cuadro de datos del paso del proceso Cut-Bale.

Una paca pesa 770 lb y cada empacadora tiene una capacidad efectiva de 575 pph, por lo que el tiempo para producir una paca es:

$$\text{Tiempo de espera} = \frac{\text{Tamaño del lote}}{\text{Capacidad Efectiva}} = \frac{770 \text{ libras}}{575 \text{ HPP}} = 1,3 \text{ horas}$$

De media, cada empacadora expulsa una paca cada 1,3 horas. (Si funciona perfectamente, cada empacadora podría producir una paca cada 39 minutos entre cambios).

Eficacia general del equipo (OEE)

El siguiente es OEE, una de las medidas más extendidas que se utilizan para medir el rendimiento de su equipo. Una de las razones de su popularidad es que captura todos los factores que restan valor al rendimiento óptimo del equipo en una sola métrica.

OEE es el producto de tres factores:

- Disponibilidad
- Rendimiento
- Calidad

La disponibilidad captura todas las pérdidas por tiempo de inactividad, incluido el mantenimiento por avería, las paradas menores, el mantenimiento preventivo y el tiempo dedicado a los cambios. La disponibilidad se calcula como el tiempo operativo real dividido por el tiempo de producción planificado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento real}}{\text{Tiempo de funcionamiento planificado}}$$

El **rendimiento** captura la pérdida de productividad si el equipo debe funcionar a una tasa de rendimiento inferior a la del diseño debido a algún defecto del equipo. Por ejemplo, los lotes de productos químicos pueden tardar más en calentarse o reaccionar si se han acumulado residuos en las paredes del recipiente, lo que impide la transferencia de calor. Es posible que la maquinaria giratoria, el equipo de bobinado de papel o el equipo de procesamiento de películas plásticas deban funcionar a velocidades más lentas si los cojinetes están desgastados. El rendimiento se calcula como el rendimiento real dividido por el rendimiento nominal.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Rendimiento real}}{\text{Rendimiento nominal}}$$

La **calidad** captura la pérdida de productividad del equipo cuando está fuera de especificación se está fabricando el producto, incluido el material que debe volver a trabajarse para que sea aceptable. Las pérdidas de rendimiento durante el reinicio al regresar de un cambio de producto no se incluyen en la calidad porque se han contabilizado en el componente de tiempo total de cambio de disponibilidad.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad de material de primer grado}}{\text{Cantidad total producida}}$$

El OEE se calcula entonces como:

$$\text{OEE} = \text{rendimiento} \times \text{disponibilidad} \times \text{calidad}$$

Cálculo de disponibilidad

La disponibilidad es una función de la confiabilidad (que se basa en la cantidad de tiempo que una máquina se descompone o se somete a mantenimiento) y los cambios. Aplicando esto a las empacadoras, sabemos que la confiabilidad es del 76%. El número de confiabilidad significa que una empacadora está fuera de servicio por mantenimiento el 24% del tiempo que intentamos operarla, y aquí es donde el cálculo de OEE puede complicarse; el factor de confiabilidad se aplica solo cuando estamos tratando de ejecutar, por lo que el tiempo de inactividad del 24% no se calcula en la parte del tiempo dedicado a los cambios.

Sabemos que las empacadoras deben empacar colectivamente 120 productos, por lo que cada empacadora debe procesar alrededor de 30 productos. Dado que un cambio toma 2 horas, una empacadora dedica 60 horas por semana a los cambios. Por lo tanto, una empacadora en realidad opera solo 108 horas (168 – 60) en una semana promedio, y el 24 % del tiempo de inactividad por mantenimiento debe calcularse a partir de ese tiempo. Por lo tanto, el tiempo de inactividad de confiabilidad es del 24 % de 108 horas, o 26 horas. El tiempo total que se restará por Disponibilidad es de 60 horas + 26 horas, y el tiempo operativo real es de 82 horas (168 horas - 86 horas).

62 ¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento real}}{\text{Tiempo de funcionamiento planificado}} = \frac{82 \text{ horas}}{168 \text{ horas}} = \% 48.8$$

(Esto supone que la confiabilidad se mide como el tiempo de inactividad dividido por el tiempo que intentamos ejecutar. Si el factor de confiabilidad se calcula con base en el porcentaje de tiempo disponible, entonces esa porción de tiempo perdido es 24% de 168 horas, y la disponibilidad factor en OEE es 40%).

Cálculo del rendimiento

No hay problemas de equipo que obliguen a cualquier empacadora a funcionar a una velocidad inferior a la de diseño, por lo que el rendimiento = 100 %.

Cálculo de la calidad

El rendimiento es del 98%. Todas estas son pérdidas de las fibras muy finas que se adhieren a las paredes de la maquinaria a medida que el material fluye. Estos se limpian durante un cambio; no hay pérdidas adicionales durante los cambios.

Cálculo de OEE

El factor OEE resultante es:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad} \\ \text{OEE} = 49\% \times 100\% \times 98\%$$

El tiempo de actividad es otra métrica que se usa a menudo para medir el rendimiento del equipo. Mide las mismas pérdidas que OEE, pero realiza los cálculos de forma diferente. Aun así, da el mismo resultado que el cálculo de OEE.

Factores restantes

La cantidad de SKU en balas que se ejecutan de manera rutinaria es 120, y el tamaño del lote es una bala, 770 lb.

Cada uno de los 120 productos que se fabrican de forma rutinaria se elabora cada semana, durante un EPEI (Every Part Every Interval) o ciclo de campaña total de 7 días. Como se señaló anteriormente, el tiempo de cambio tiene un promedio de 2 horas y no se pierden materiales en el cambio.

El horario de turnos es de tres turnos de 8 horas por día, 7 días a la semana, para un tiempo disponible de 168 horas.

FIBRA HILADO (6)  6	
límite máximo	3960
Capac E	3250
TACTO	
Estanques/hora	
Utilización	
Tiempo de espera	1.85 h
Producir	88%
Fiabilidad	93%
OEE	82%
# SKU	60
Tamaño del lote	1000#
EPEI	7 días
tiempo C/O	2 horas
pérdida de C/O	1000 #
Disponibilidad de tiempo	168 h/semana
Turno schd	3 x 8 x 7

Figura 7.2 Cuadro de datos del paso del proceso de hilado de fibra.

Otro ejemplo de OEE

Vale la pena mencionar el cálculo de OEE para Fiber Spinning (Figura 7.2) porque el tiempo de cambio y las pérdidas de rendimiento se superponen. Esencialmente, todo el 12% de pérdida de rendimiento es el material desperdiciado durante los cambios y proviene de la necesidad de mantener el flujo de material durante el cambio. Si se detuviera el flujo de polímero, se congelaría en las tuberías y las bombas, y sería necesario desarmar todo y explotar o quemar. Es típico de los procesos continuos de polímeros que el flujo de material no se pueda interrumpir. En este caso, la tasa se puede reducir durante un cambio, desde el flujo normal de 660 pph a 500 pph, por lo que la pérdida total en cualquier cambio de 2 horas es de 1000 lb en lugar de 1320 lb.

Hay 60 productos que se ejecutan en las seis máquinas de hilar, alrededor de 10 productos cada una. Por lo tanto, hay diez cambios de 2 horas en cada máquina cada semana. Por lo tanto, se pierden 20 horas en los cambios cada 168 horas, y el tiempo realmente dedicado a intentar hilar la fibra es de 148 horas. La aplicación del factor de confiabilidad del 93 % indica que una máquina de hilar generalmente está inactiva por mantenimiento durante 10 horas (7 % × 148 horas).

El tiempo de funcionamiento real es de 138 horas (168 – 20 – 10), por lo que la Disponibilidad es

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento real}}{\text{Tiempo de funcionamiento planificado}} = \frac{138 \text{ horas}}{168 \text{ horas}} = \% 82$$

No hay reducciones de tarifa causadas por el equipo, por lo que el rendimiento es del 100%. Se puede considerar que la calidad es del 100 % para este cálculo porque las únicas pérdidas de calidad se producen en el reinicio de un cambio, que se contabiliza en el tiempo de cambio.

OEE Disponibilidad Desempeño Calidad ×

$$OEE = \times 82\% \times 100\% \times 100\% = 82\%$$

Para enfatizar un punto importante, una máquina de hilar es capaz de hacer un buen producto el 82% del tiempo. Es cierto que hay pérdidas de calidad significativas (que se abordarán más adelante), pero ocurren durante el tiempo perdido en los cambios, por lo que su efecto en el rendimiento se tiene en cuenta en ese factor.

Cuadros de datos del proveedor

Los cuadros de datos del proveedor suelen ser muy simples. En el caso del proveedor de ácido adípico (Figura 7.3), el tiempo de entrega del pedido, el tiempo desde que el proveedor recibe el pedido o la liberación del material hasta que el material sale de su planta, es de 1 día. El tiempo que tarda el vagón en llegar a nuestra planta se contabilizará en el cuadro de datos de transporte.

Compramos solo un grado de ácido, por lo que el recuento de SKU es 1.

Cuadros de datos del cliente

Los cuadros de datos del cliente también son sencillos. Para los clientes de fardos (Figura 7.4), sabemos que el volumen de ventas anual total de los productos en fardos es de 17,600,000 lb por año. De las 168 horas semanales de tiempo disponible y las 52 semanas de funcionamiento al año, el Takt para esta familia de productos es de 2015 pph. Esto también podría haberse enumerado como 2,6 fardos por hora.

PROVEEDOR DE ÁCIDO	
Pedido principal Hora	1 Día
# SKU	1

Figura 7.3 Cuadro de datos del proveedor.

BALA CLIENTES	
Cantidad/tiempo	17,6 M#/año
TACTO	2015 #/h
Exp de tiempo de entrega	4 días

Figura 7.4 Cuadro de datos del cliente.

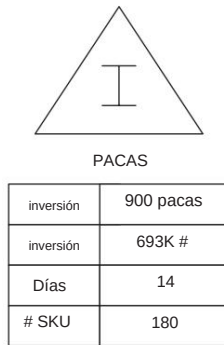


Figura 7.5 Cuadro de datos de inventario.

Si se conocen los requisitos de tiempo de entrega del cliente, deben mostrarse en el cuadro de datos. En este caso, los requisitos de tiempo de entrega varían de un cliente a otro, pero son 4 días para la mayoría de los clientes, así que eso es lo que se indica.

Cuadros de datos de inventario

Los cuadros de datos de inventario son muy importantes porque el inventario suele ser uno de los desperdicios más significativos en cualquier operación de fabricación, y mucho más en una planta de proceso. Por lo tanto, es fundamental que estos residuos se presenten de forma muy visible. Sabemos que el inventario de pacas (Figura 7.5) tiene un promedio de 900 pacas.

Con un peso de 770 lb por fardo, eso equivale a 693 000 lb almacenadas.

El número de días que esto representa se puede calcular usando la Ley de Little:

$$\text{Tiempo de espera} = \frac{\text{Inventario total}}{\text{Tasa de rendimiento}}$$

$$\text{Tiempo de espera} = \frac{693\,000 \text{ libras}}{2015 \text{ pph}} = 344 \text{ horas} = 14 \text{ días}$$

El número de días de suministro es muy útil porque pone la cantidad almacenada en un contexto significativo; es más revelador saber que el inventario de pacas es de 14 días que saber que es de 693 000 lb o que es de 26 vueltas.

El número de tipos de fardos almacenados como producto terminado es de 180, los 120 con volúmenes de venta razonables y los 60 de lento movimiento. (El cuadro de datos Cut-Bale muestra 120 SKU porque ese es el número que se produce de manera rutinaria, pero el cuadro de inventario muestra 180 porque la mayoría de los productos obsoletos y de movimiento lento tienen algo de inventario).

Cuadros de datos de transporte

El transporte de vagones de ácido adípico desde el proveedor de ácido hasta nuestra planta proporciona un buen ejemplo de un cuadro de datos de transporte (Figura 7.6). Sabemos que un vagón

66 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

Frecuencia	
Tamaño del lote	100K libras
tiempo de transporte	6 DÍAS



Figura 7.6 Cuadro de datos de transporte.

contiene 100,000 lb. El tiempo total de entrega del suministro es de 7 días y la parte del transporte es de 6 días.

Todavía no podemos calcular la frecuencia con la que se envían los vagones porque aún no conocemos el Takt, la tasa de flujo requerida, en este punto del proceso de mapeo, por lo que habrá que esperar más adelante.

Resumen

Hemos hecho la mayor parte del trabajo para completar los cuadros de datos, pero tenemos que abordar el componente más importante: Takt. Es el parámetro que une todo y convierte una colección de pasos independientes y discretos en un proceso integrado. Es el parámetro que describe los requisitos de flujo y, a partir de eso, podemos determinar qué tan bien podemos lograr el flujo.

Capítulo 8

Tasas de flujo de material y Takt

Cálculo de Tacto

La mayoría de los datos en los cuadros de datos se pueden calcular de forma individual, paso a paso, como vimos en el último capítulo. El único parámetro que no se puede calcular de forma independiente, lo que lo une todo, es Takt, que debe calcularse y analizarse de forma integrada. Takt define los requisitos de flujo y, por lo tanto, el flujo real, en un proceso bien sincronizado. Un beneficio clave de los VSM es que unen todos los pasos como un todo integrado para determinar los requisitos de flujo y capacidad, y aclarar cómo el rendimiento de un paso influye en los requisitos de otros pasos.

El beneficio de calcular Takt como un parámetro basado en la tasa en lugar de un parámetro basado en el tiempo para la mayoría de las operaciones de proceso se discutió en el Capítulo 3, y así es como lo haremos aquí.

Los valores Takt se pueden calcular en un marco de tiempo de horas, días, semanas o años. Al observar la demanda total de todos los clientes para todos los productos en fardos, es práctico registrarla en términos de millones de libras por año. Al mirar el Takt que debe procesar cualquier equipo específico, como una empacadora, puede ser más apropiado hablar en libras por hora porque esa es la forma en que normalmente pensamos en la capacidad de la empacadora. Al calcular los requisitos de Takt para los flujos a través de todos los pasos del proceso y el equipo del proceso, lo más sensato es observar los incrementos de tiempo semanales. En el proceso de fibra sintética, por ejemplo, los dos tipos de equipos de recocado estirado tienen diferentes horarios de operación y diferentes números de horas por semana. Mirar Takt en libras por semana pone todo en una base común, lo que hace que sea más fácil ver cómo los números de Takt se relacionan entre sí y se suman. (Esta es una preocupación solo cuando diferentes piezas de equipo tienen diferentes tiempos disponibles). Por lo tanto, para el proceso de fibra, usaremos libras por año para la demanda agregada del cliente, libras por semana para rastrear los requisitos de flujo a través del sistema y libras por año. por hora para cada equipo específico o grupo de equipos.

68 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

En lugar de libras, podríamos usar balas y Gaylords como nuestra unidad de producción. cantidad para los pasos finales del proceso. Sin embargo, una libra es la unidad que normalmente se usa para los pedidos de los clientes; aunque los clientes reciben Gaylords o fardos, lo que piden es en términos de libras. Además, una libra nos da una unidad que es consistente a lo largo del proceso, así que eso es lo que usaremos.

Para hacer todos los cálculos de Takt, comenzaremos con la demanda del cliente y rastreamos el flujo hacia atrás a través de cada paso en el proceso.

Fardos

Las ventas agregadas de todos los productos en pacas a todos los clientes de pacas son de 17 600 000 lb/año. Eso significa que las empacadoras deben producir colectivamente 338 000 lb/semana, y con 168 horas de tiempo disponible cada semana, las cuatro máquinas deben cortar y empacar 2015 pph.

El rendimiento de la empacadora del 98 % que se muestra en el cuadro de datos de la Figura 8.1 significa que el 2 % de la entrada de la empacadora se desperdicia, por lo que el Takt de fibra extraída proveniente del inventario de la caja de corte es de 345 000 lb/semana.

Cuerda Takt en Gaylords

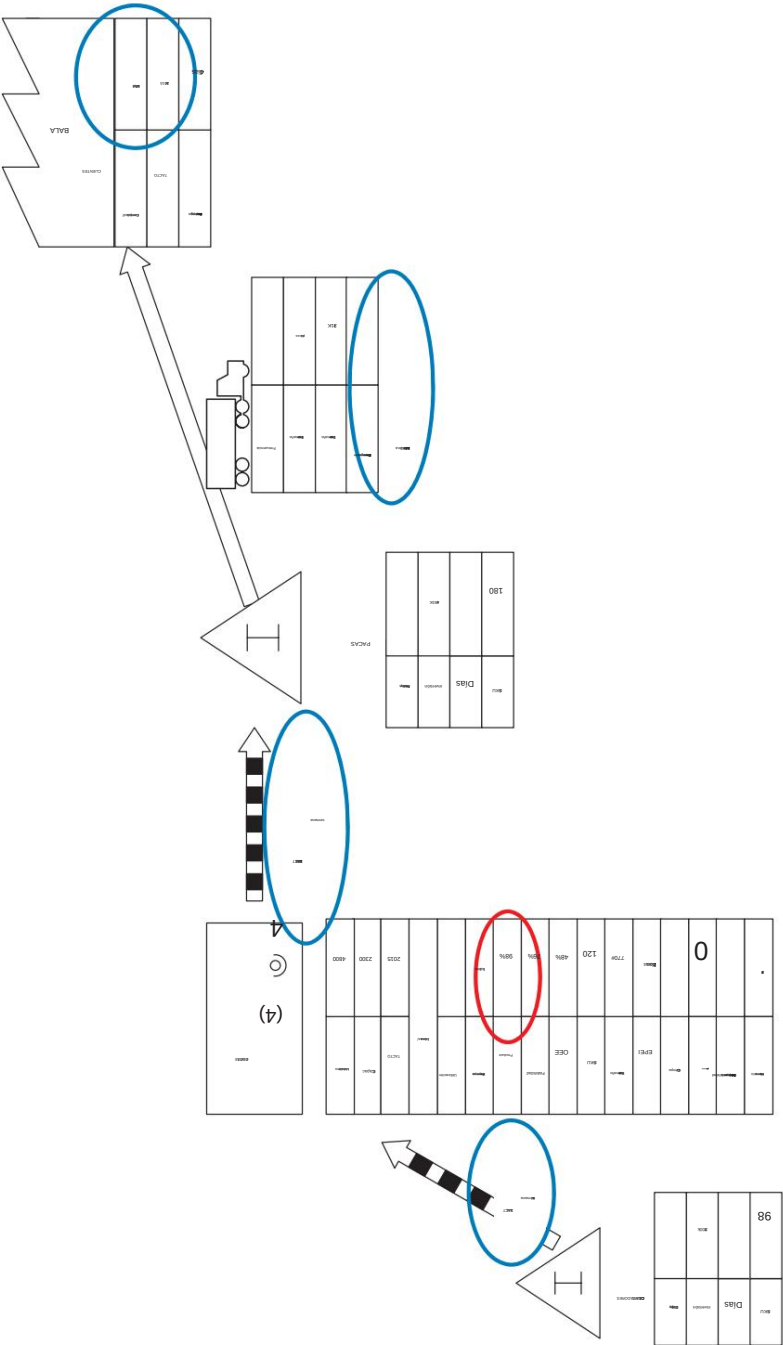
Las ventas agregadas de todos los productos de cuerdas a todos los clientes son de 5 000 000 lb/año. Como se muestra en la Figura 8.2, esto da un Takt de 96 000 lb/semana y 572 pph para los productos terminados de cuerda empacados en Gaylords.

Takt del producto recocado

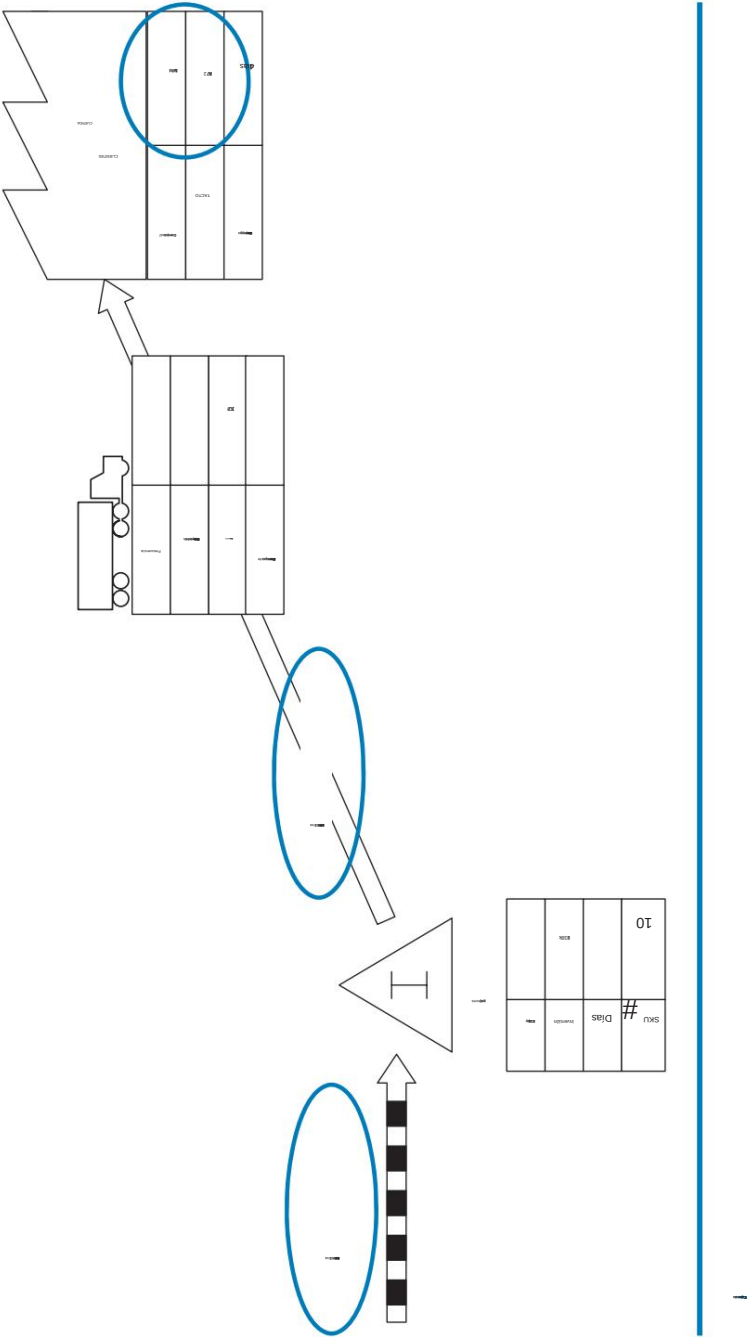
La Figura 8.3 muestra los flujos a tener en cuenta para calcular Takt a través de las máquinas de estirado-recocido. Las cinco máquinas combinadas deben producir 96 000 lb/semana en Gaylords y 345 000 lb/semana en cajas cortadoras, para un total de 441 000 lb/semana. Sabemos que el 10 % de eso debe recocerse en la máquina de estirado y recocido de rodillos en caliente, o aproximadamente 44 000 lb/semana. Eso deja 301 000 lb/semana para recocer en las máquinas de recocido al vapor para entrar en cajas de corte y 96 000 lb/semana para entrar en Gaylords. Así, estas máquinas deben producir 397.000 lb/semana y con un tiempo disponible de 168 h/semana, el Takt de recocido al vapor es de 2360 pph.

El recocido de rodillos en caliente funciona solo 5 días a la semana, por lo que su tiempo disponible es 120 h/semana y su Takt es de 367 pph.

Si hubiéramos usado libras por hora (pph) en base a una semana de 168 horas en lugar de libras por semana como la unidad común para rastrear Takt a lo largo del proceso, la máquina de recocido de laminación en caliente tendría un Takt aparente de 262 pph. Habríamos tenido que ajustar eso por un factor de 168/120 para dar cuenta de que la máquina tenía solo 120 horas de tiempo disponible por semana para llegar al verdadero Takt de 367 pph.



70 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos



Es por eso que es más sencillo usar libras por semana como el parámetro Takt para cualquier proceso que tenga equipos con diferentes tiempos disponibles.

Tacto de filamento

La Figura 8.3 también ilustra los factores que intervienen en la determinación del Takt del filamento. Los cuatro recocidos al vapor tienen un Takt combinado de 397 000 lb/semana, por lo que deben alimentarse con 441 000 lb/semana para compensar la pérdida de rendimiento del 10 %. La máquina de recocido de rodillos en caliente debe generar 44 000 lb/semana y, por lo tanto, debe consumir 52 000 lb/semana para compensar la pérdida de rendimiento del 15 % en esa máquina. Así, el Takt total de producto de filamento procedente de las máquinas de hilar es de 493.000 lb/semana (441.000 + 52.000).

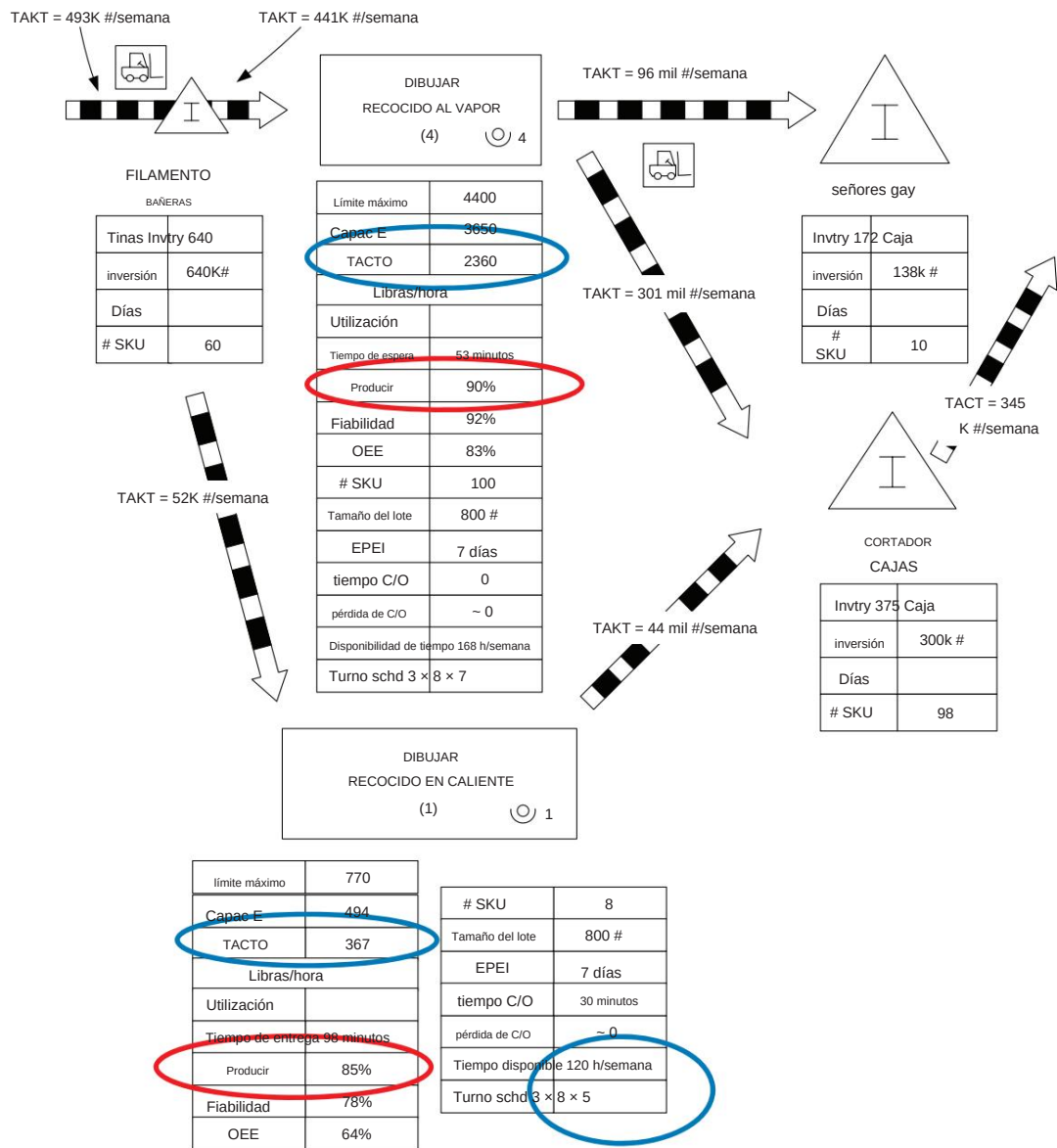


Figura 8.3 Producto recocido Takt.

72 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos



Figura 8.4 Copos, hilatura y polímero Takt.

Flake, Spinning y Polymer Takt

La demanda de 493 000 lb/semana de las máquinas de hilar se traduce en un Takt de hilado de 2935 pph, basado en el tiempo disponible de 168 h/semana. Con un rendimiento de hilatura del 88 %, el Takt de escamas se convierte en 560 000 lb/semana. Por lo tanto, los tres reactores de polimerización deben producir ese Takt, o 3335 pph, como se ilustra en la Figura 8.4.

Toma de materia prima

Hay una pérdida de rendimiento del 3 % en la polimerización, por lo que el Takt combinado de todas las materias primas es de 578 000 lb/semana. El ácido adípico y la diamina constituyen casi todo el volumen requerido para la polimerización y se consumen en cantidades aproximadamente iguales, por lo que el Takt de cada uno es de 289 000 lb/semana, como se ilustra en la Figura 8.5.

Resumen

Ahora que se conocen los valores de Takt a lo largo de todo el proceso de fabricación de fibra, podemos completar todos los cuadros de datos calculando los parámetros que dependen de Takt: utilidades para todos los pasos del proceso, días de suministro para cada inventario y frecuencia para cada paso de transporte. y eso completará la porción de flujo de material del VSM de fibra.

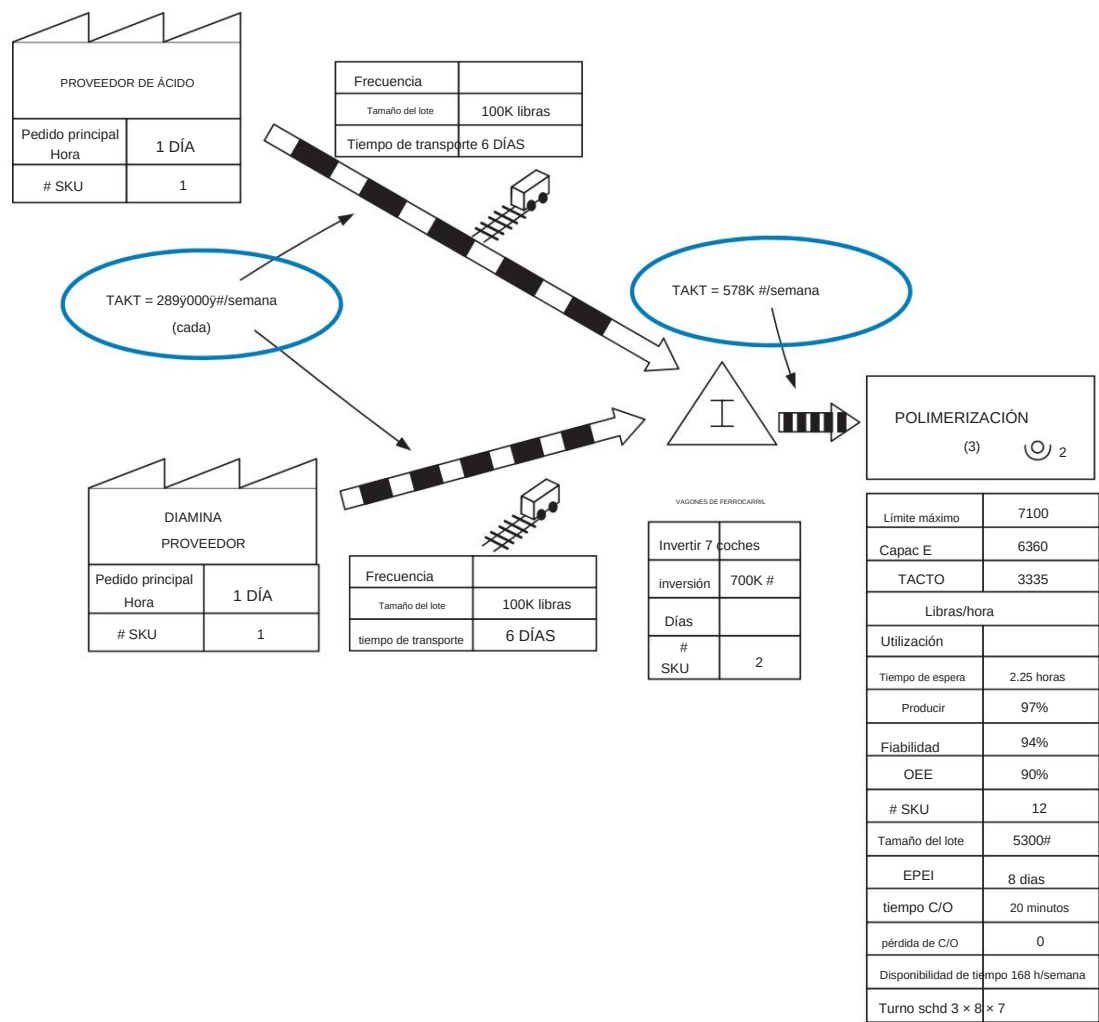


Figura 8.5 Materia prima Takt.

Capítulo 9

Completar los cuadros de datos

Utilización, frecuencia de entrega y días de suministro

En el último capítulo, calculamos Takt durante todo el proceso. Ahora se pueden calcular todos los parámetros que dependen de Takt, específicamente, la utilización en los pasos del proceso, las frecuencias de entrega en el transporte y los días de suministro para los inventarios.

Utilización

La utilización es un parámetro VSM importante y puede resaltar posibles barreras de flujo, así como el desperdicio de capacidad de activos. Un paso del proceso con una alta utilización puede ser un cuello de botella potencial, y cuanto mayor sea la utilización, más probable es que se convierta en un cuello de botella. Un cuello de botella es cualquier paso de un proceso con una capacidad efectiva menor que Takt, es decir, un paso del proceso que no tiene la capacidad de satisfacer la demanda del cliente. En teoría, un paso con una utilización inferior al 100 % no es un cuello de botella, pero puede serlo durante períodos en los que la confiabilidad o el rendimiento se encuentran en el extremo inferior de su perfil de variabilidad. Una máquina con un 90 % de confiabilidad podría tener un día perfecto seguido de un día en el que esté inactiva el 20 % del tiempo. Entonces, aunque la utilización, que se basa en los valores OEE promedio, puede ser inferior al 100 %, puede superar el 100 % durante períodos de tiempo. Por lo tanto, es deseable cierto grado de margen en la utilización.

Asimismo, la demanda puede variar de un día a otro, y los valores Takt se basan en promedios. Pero esto es una preocupación menor porque los métodos de programación de la producción que adoptaremos en el estado futuro ofrecen beneficios de nivelación de la producción.

Los gerentes de producción a menudo preguntan qué nivel de utilización es razonable, qué valor de utilización es "seguro". Las utilidades del 85% al 90% son razonablemente cómodas porque ya se han tenido en cuenta los problemas de confiabilidad y las pérdidas de rendimiento.

76 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

en Capacidad Efectiva. Sin embargo, 95% a 100% no es práctico porque esos factores OEE tienen variabilidad.

Si bien las altas utilidades pueden ser una señal de problemas potenciales, las bajas utilidades pueden ser una señal de oportunidades; las bajas utilidades en equipos paralelos apuntan a equipos que posiblemente podrían suspenderse para ahorrar costos de operación y mantenimiento. Pero esto debe ser analizado con cuidado. No querrá sacrificar la flexibilidad y las oportunidades de Group Technology sin una evaluación cuidadosa. Group Technology es el nombre que a veces se le da a la práctica de dedicar familias de productos a piezas específicas de equipos paralelos para reducir el tiempo y el costo del cambio. La tecnología de grupo y Cellular Flow se explican en el Apéndice C.

Si bien la Utilización es un indicador muy útil de problemas potenciales y mejoras potenciales, ¡no es un KPI (Indicador clave de rendimiento) que deba maximizarse!

Algunos gerentes de producción tienen una métrica llamada utilización que se basa en la producción real en lugar de Takt, y tratan de maximizar esta supuesta utilización para poder informar un número más alto. Esto puede verse como una mejora, pero conduce a una sobreproducción y a más inventario del que necesita.

Una métrica mucho mejor es "Rendimiento según el plan", que mide qué tan bien está produciendo lo que exige el plan, idealmente Takt, y penaliza la sobreproducción y la subproducción.

Volviendo a la Figura 9.1, podemos calcular las utilidades para todos los cuadros de datos de proceso en el proceso de fibra. Cut-Bale tiene cuatro máquinas con una capacidad efectiva combinada de 2300 pph y un Takt de 2015 pph, por lo que su utilización es del 88 %.

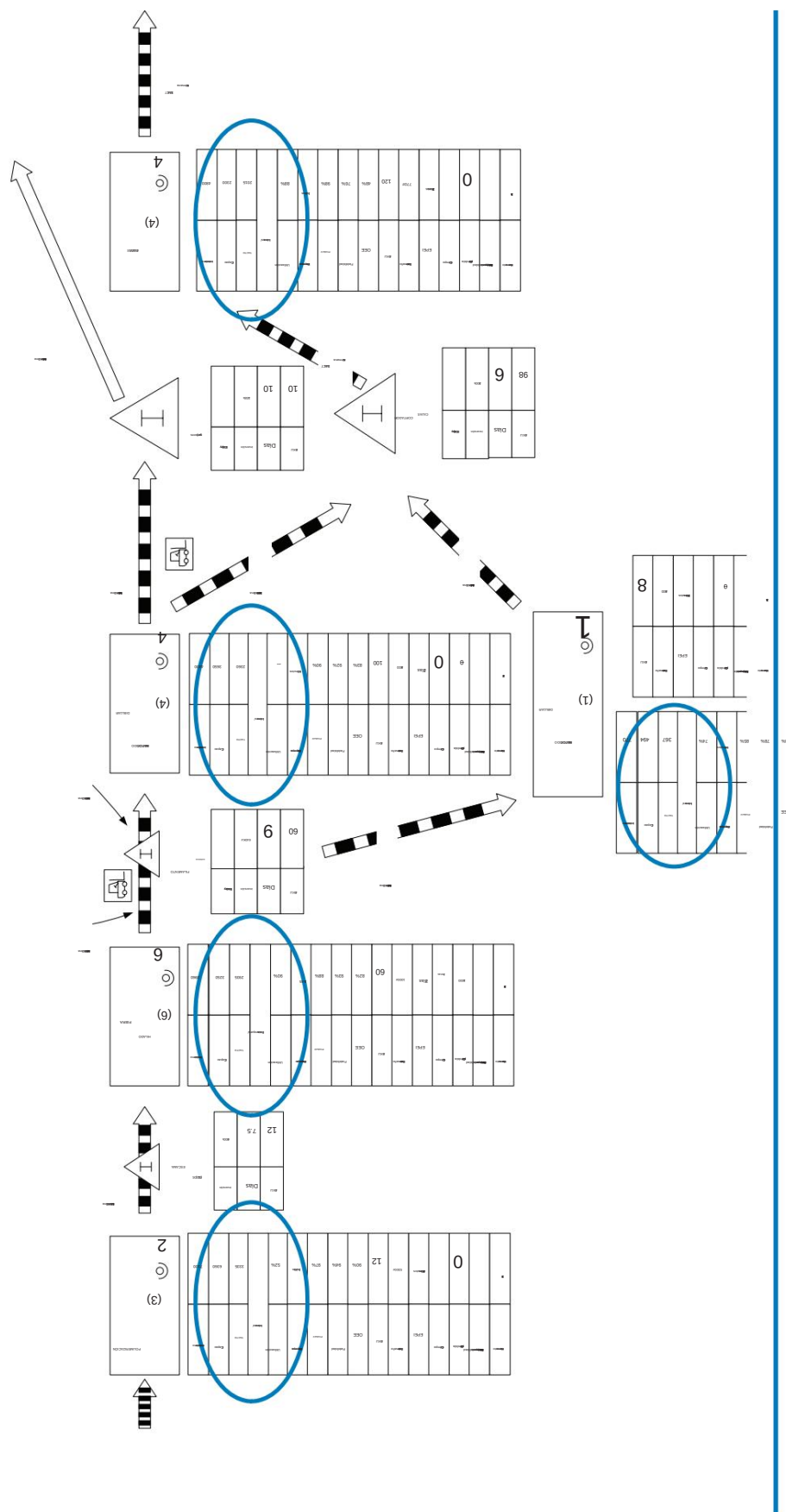
Esto significa que cada empacadora debe funcionar aproximadamente el 88 % del tiempo restante después de deducir los tiempos de cambio, los tiempos de inactividad y el tiempo efectivo perdido en la fabricación de productos fuera de las especificaciones. Este es un valor razonable, ni demasiado alto ni demasiado bajo. Si queremos reducirlo para dar más espacio operativo, entonces la poca confiabilidad sería el lugar probable para comenzar.

Las cuatro máquinas de recocido estirado-vapor tienen una utilización del 65%, con base en un Takt de 2360 pph y una capacidad efectiva de 3650 pph. Esta utilización relativamente baja puede brindar la oportunidad de trasladar los productos recocidos con laminación en caliente a las máquinas de recocido con vapor de modo que se pueda eliminar la máquina con laminación en caliente.

La máquina de rolado en caliente, con un Takt de 367 pph y una capacidad efectiva de 494 pph, tiene una utilización del 74%. Si decidimos mantenerlo en funcionamiento, este bajo número de utilización indica que podríamos considerar operarlo incluso menos turnos cada semana.

La hilatura de fibra tiene una utilización del 90%, que es alta, pero no lo suficientemente alta como para ser una preocupación importante. La mayor preocupación en el hilado es el cambio de 2 horas con el tiempo y la pérdida resultante de grandes cantidades de materiales valiosos. Esto debe abordarse y, si se mejora, reducirá la utilización como beneficio colateral.

Esto nos lleva a los tres reactores de polimerización. La utilización aquí es muy baja, 52%, y sugiere fuertemente que dos reactores pueden manejar la carga. Los ahorros de energía resultantes de desconectar un gran recipiente químico calentado son muy sustanciales, y ciertamente no son los únicos ahorros posibles, por lo que esto debe evaluarse minuciosamente. Esto se hará cuando lleguemos al análisis VSM en el Capítulo 12.



Frecuencia de transporte

La frecuencia de transporte es otro parámetro basado en Takt que ahora se puede calcular. La frecuencia de entrega puede ser una buena indicación de oportunidad: si la frecuencia es bajo, es posible que se entreguen tamaños de lote más pequeños. Los tamaños de lote más pequeños y más frecuentes reducirán el inventario en la entrada de materia prima: las cantidades de entrega más pequeñas reducirán el stock del ciclo de materia prima, y las entregas que son más frecuentes reducirán el tiempo en riesgo y, por lo tanto, el stock de seguridad. Las entregas más frecuentes de cantidades más pequeñas a sus clientes les ofrecerán beneficios de inventario similares y pueden mejorar las relaciones con los clientes. También es posible que los lotes más pequeños suavicen la variabilidad en la demanda de los clientes.

La Figura 9.2 muestra la porción de entrega al cliente del flujo de material de VSM.

En cuanto a los envíos de pacas, el envío típico es una carga de camión, con un peso de 31 000 lb. Con un Takt de 338 000 lb/semana, enviamos alrededor de 11 camiones por semana, o 1,6 camiones por día. De manera similar, las entregas a los clientes de cuerdas son de 32 000 lb por carga de camión, por lo que un Takt de 96 000 lb/semana requiere tres entregas de camiones por semana. Debido a que los clientes de ambos tipos de productos siempre piden cantidades de camiones completos, ya se está siguiendo el escenario más económico.

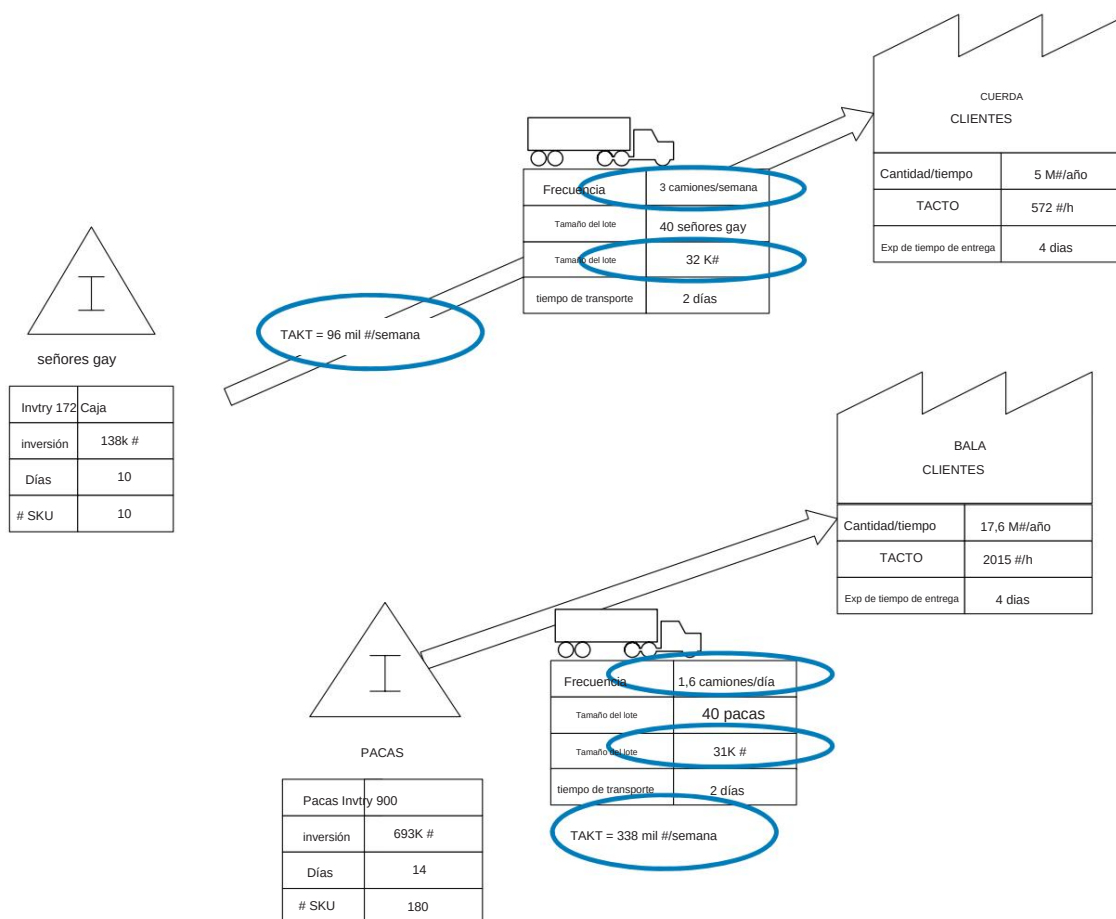


Figura 9.2 Frecuencia de entrega de producto terminado.

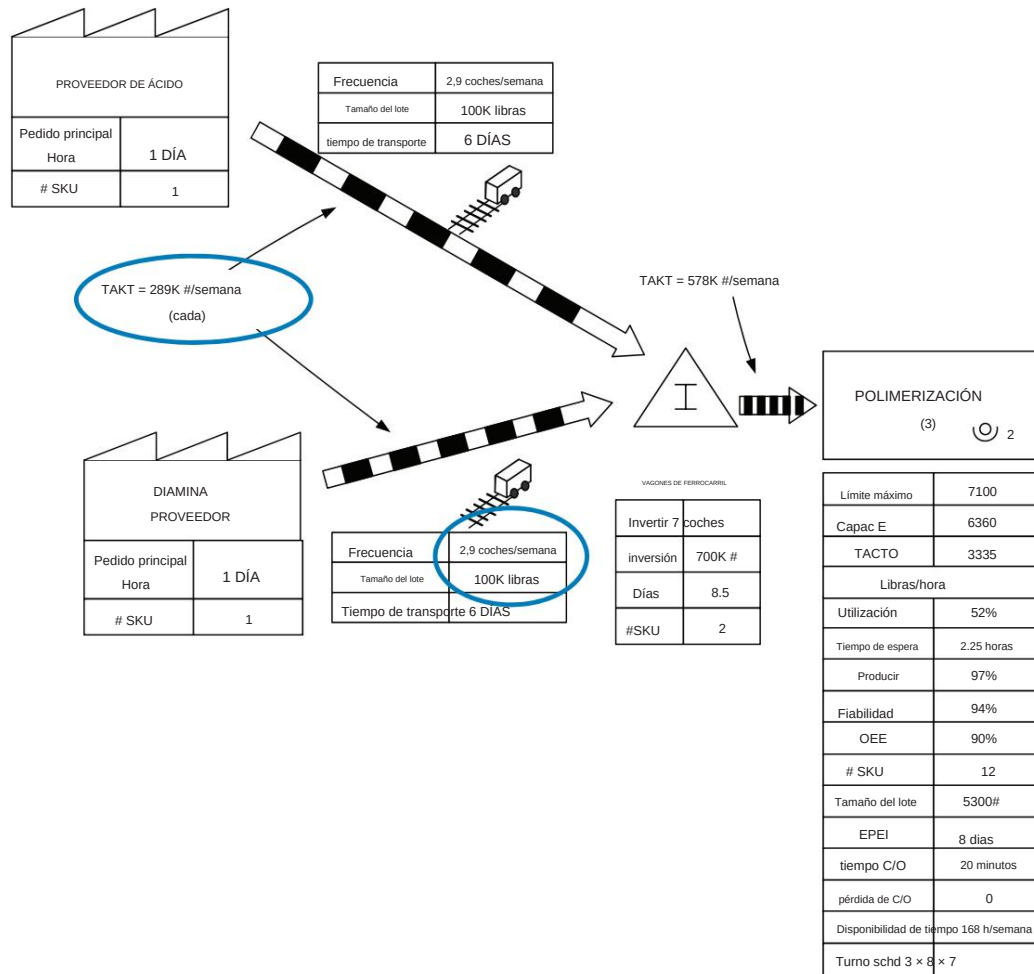


Figura 9.3 Frecuencia de envío de materia prima.

La figura 9.3 muestra una situación similar; siempre obtenemos diamina y ácido adípico en vagones completos, por lo que es poco probable que los tamaños de lote más pequeños sean económicamente viables.

En cada caso, el vagón tiene capacidad para 100 000 lb y con un Takt de 289 000 lb/semana, necesitamos 2,9 vagones de cada material cada semana.

Días de inventario de suministro

Días de suministro es un parámetro de cuadro de datos muy útil; le permite decidir si los inventarios tienen el tamaño adecuado para satisfacer la razón por la que hay inventario en ese punto del proceso. Comprender dónde los inventarios no están en los niveles adecuados es fundamental porque el exceso de inventario suele ser el mayor desperdicio en el proceso.

Los días de suministro se pueden calcular para la cantidad almacenada y el Takt usando la Ley de Little:

$$\text{Días de suministro} = \text{Inventario} / \text{Rendimiento}$$

80 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

En un proceso bien sincronizado, el rendimiento es igual a Takt, por lo que la Ley de Little se convierte en:

$$\text{Días de suministro} = \text{Inventario/Takt}$$

Por lo tanto, para el inventario de fardos que se muestra en la figura 9.2, con un inventario de 693 000 lb y un Takt de 338 000 lb/semana, el inventario abastecerá a los clientes durante 2 semanas o 14 días.

¿Son 14 días razonables para el inventario de balas? Existen técnicas matemáticas para determinar los requisitos de inventario en función del tamaño de los lotes, los plazos de entrega y las variaciones, que se explican en el Apéndice E, y deben usarse para analizar cada inventario. Sin embargo, también existe una regla general, una aproximación muy aproximada, que se puede usar rápidamente para decidir si una cantidad de inventario está en el estadio de béisbol correcto. El principio es que el inventario debe ser del orden del 70% al 100% del ciclo de producción (EPEI) del proceso que lo alimenta, con base en la siguiente lógica. Los 120 productos empacados en las cuatro empacadoras se empacan cada uno una vez cada 7 días, por lo que para cada producto, el ciclo de existencias comenzará a los 7 días y se reducirá a cero cuando llegue su turno nuevamente, por lo que su inventario promedio sería el 50% de eso—3½ días. Pero generalmente se necesita algo de stock de seguridad, lo que generalmente aumentará el inventario de 70% a 100%. En cualquier momento, todos los productos se encuentran en diferentes lugares de su ciclo de inventario, por lo que el inventario total de todos los productos será razonablemente consistente entre el 70 % y el 100 % del tiempo del ciclo de la campaña. Eso dice que el inventario embalado debe ser de 5 a 7 días, por lo que 14 días parece excesivo.

El inventario de Gaylord es de 138 000 lb y con un Takt de 96 000 lb/semana, la Ley de Little nos da 1,44 semanas, o alrededor de 10 días. Esto también parece ser excesivo, basado en el ciclo de producción de 7 días de las máquinas de recocido al vapor.

Volviendo al proceso hasta el inventario de la caja de corte, vemos un inventario de 300 000 lb para suministrar un Takt de 345 000 lb/semana, durante aproximadamente 6 días de suministro, y eso parece ser apropiado, al menos en este nivel de análisis.

El inventario de la cubeta de filamentos (Figura 9.1) es de 640 000 lb, lo que da 9 días a un Takt de 493 000 lb/semana. Eso parece estar en el lado alto basado en el ciclo de hilado de fibra de 7 días. El inventario de escamas en los silos, por otro lado, parece apropiado a los 7,5 días frente a un ciclo de polímero de 8 días.

El inventario in situ de ácido adípico y diamina es de 7 vagones, 700 000 lb y 8,5 días con un consumo de 578 000 lb/semana. La frecuencia de entrega de 2,9 vagones por semana significa que un vagón de cada uno llega aproximadamente cada 2,4 días.

Con un proveedor muy confiable y poca variabilidad en el tiempo de transporte, 8,5 días de inventario parece muy alto.

Revisaremos estos inventarios y realizaremos los cálculos más precisos cuando analicemos el mapa en busca de oportunidades para eliminar los desechos y mejorar el flujo en el Capítulo 12.

Resumen

Ahora hemos desarrollado completamente la porción de flujo de material del VSM como se muestra anteriormente en la Figura 2.8. La parte del flujo de información es igualmente importante, así que la abordaremos a continuación.

Capítulo 10

Mapeo del flujo de información

¿Por qué Mapear el flujo de información?

El propósito del flujo de información en el VSM es ilustrar el impacto que tiene el procesamiento de la información en el procesamiento de materiales físicos y mostrar cómo se administra y transforma la información para crear programas para la planta de fabricación. El flujo de información está ahí para explicar cómo sabemos qué necesitan los clientes y luego cómo controlamos nuestras operaciones para satisfacer esas necesidades.

La parte del flujo de información del VSM debe mostrar toda la información recibida de los clientes, incluidos pedidos y pronósticos específicos, información de la gestión de fabricación sobre la capacidad y cualquier otro plan para esa capacidad, e información sobre los inventarios y su estado actual, para que podamos ver qué información está disponible en la que basar las decisiones de producción. Debe mostrar el resultado de esas decisiones y cómo afectan la programación de la producción y el pedido de materias primas.

Incluir esto en el VSM es fundamental porque el flujo de material cuenta solo la mitad de la historia. El flujo de materiales muestra los pasos del proceso físico y destaca los desperdicios, las barreras y los problemas, pero necesitamos el flujo de información para ver las causas de algunos de esos problemas y desperdicios. El flujo de materiales y el flujo de información son procesos integrados y entrelazados, incluso si la gente no piensa en ellos de esa manera.

Flujo de información de fabricación de fibra

El flujo de información comienza con el cliente. Los clientes de fibra llaman a Riverside Representante de servicio al cliente de planta (CSR) asignado a su cuenta para realizar un pedido. El CSR verifica el inventario actual para ver si el material está disponible.

84 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

Si es así, el CSR libera el material para envío y confirma el envío con el cliente. Todas estas comunicaciones se muestran en el flujo de información.

(Figura 10.1).

La Figura 10.2 muestra los siguientes pasos en el procesamiento de la información. Con base en los aportes de los clientes y las tendencias históricas, los CSR preparan pronósticos de ventas para el próximo trimestre. Todas las previsiones de RSE entran en un proceso de gestión de la demanda para todo el negocio. Con base en esta entrada, otras entradas y tendencias históricas, se prepara un pronóstico para el próximo mes. Este pronóstico se ingresa en el proceso mensual de Planificación de ventas y operaciones (S&OP).

El Supervisor de Producción de la planta prepara un Pronóstico de Capacidad para los próximos meses, incorporando las paradas planificadas, limpiezas y pruebas de producción. El proceso de S&OP concilia el pronóstico de demanda con la capacidad disponible y genera un programa de producción para el próximo mes.

Con base en el programa de producción, el supervisor de producción emite un plan de producción diario para los próximos siete días de cada semana. El plan de producción diario puede actualizarse cada día según sea necesario para reflejar el rendimiento del día anterior.

Ya se puede ver un problema muy importante en esta parte del VSM combinado. Los cronogramas de producción se crean a partir de pronósticos, tendencias estacionales y de mercado, y la capacidad de planta disponible, pero sin información sobre el estado actual del inventario. Esta es una gran brecha en el proceso de planificación; si los pronósticos son altos durante varios meses, el inventario crecerá porque no hay retroalimentación ni ajuste. Esto resalta el problema con un sistema de reabastecimiento automático, que ciertamente lo es.

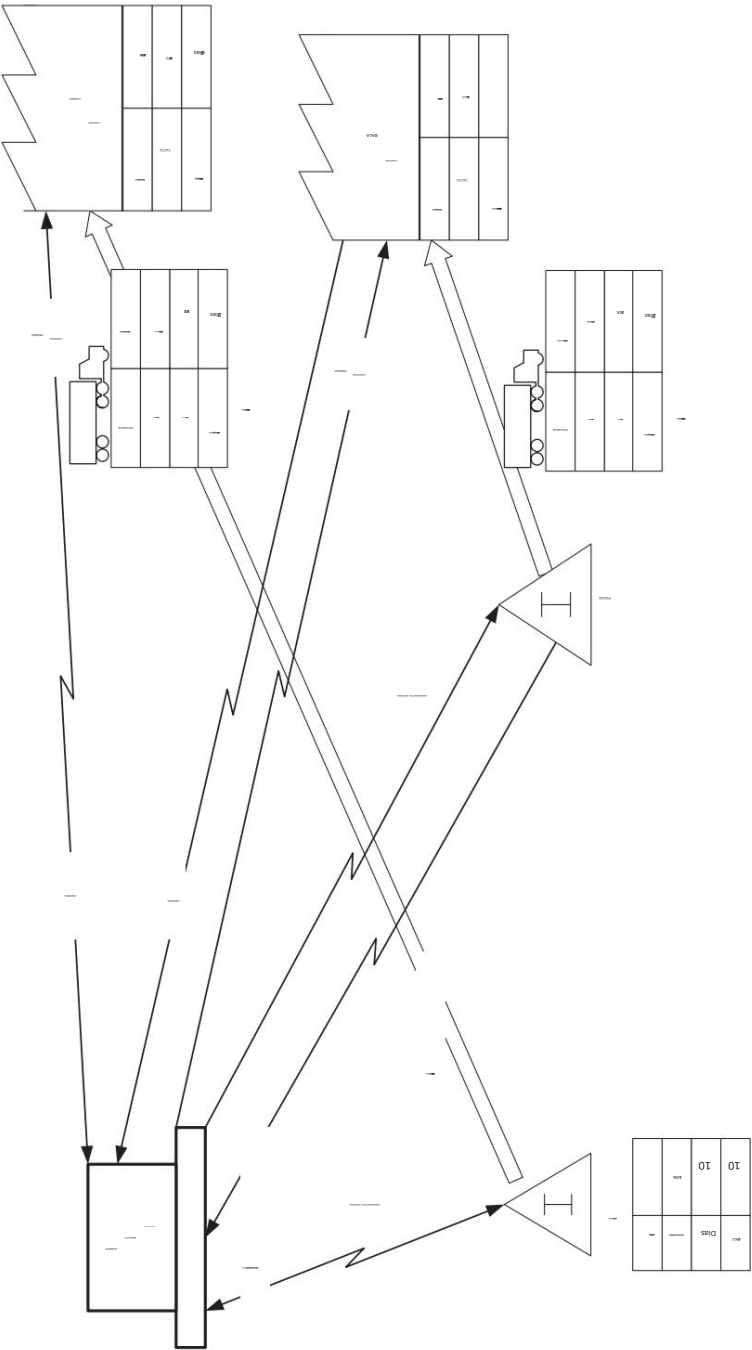
Puede haber un proceso de ajuste de programación informal no documentado, que se ejecuta cuando alguien nota un inventario alto, pero no se muestra en el mapa de flujo de información inicial porque no está incluido en ningún documento oficial de descripción del proceso de programación. Si este proceso informal existe y se puede verificar, se mostrará en versiones posteriores del flujo de información de VSM.

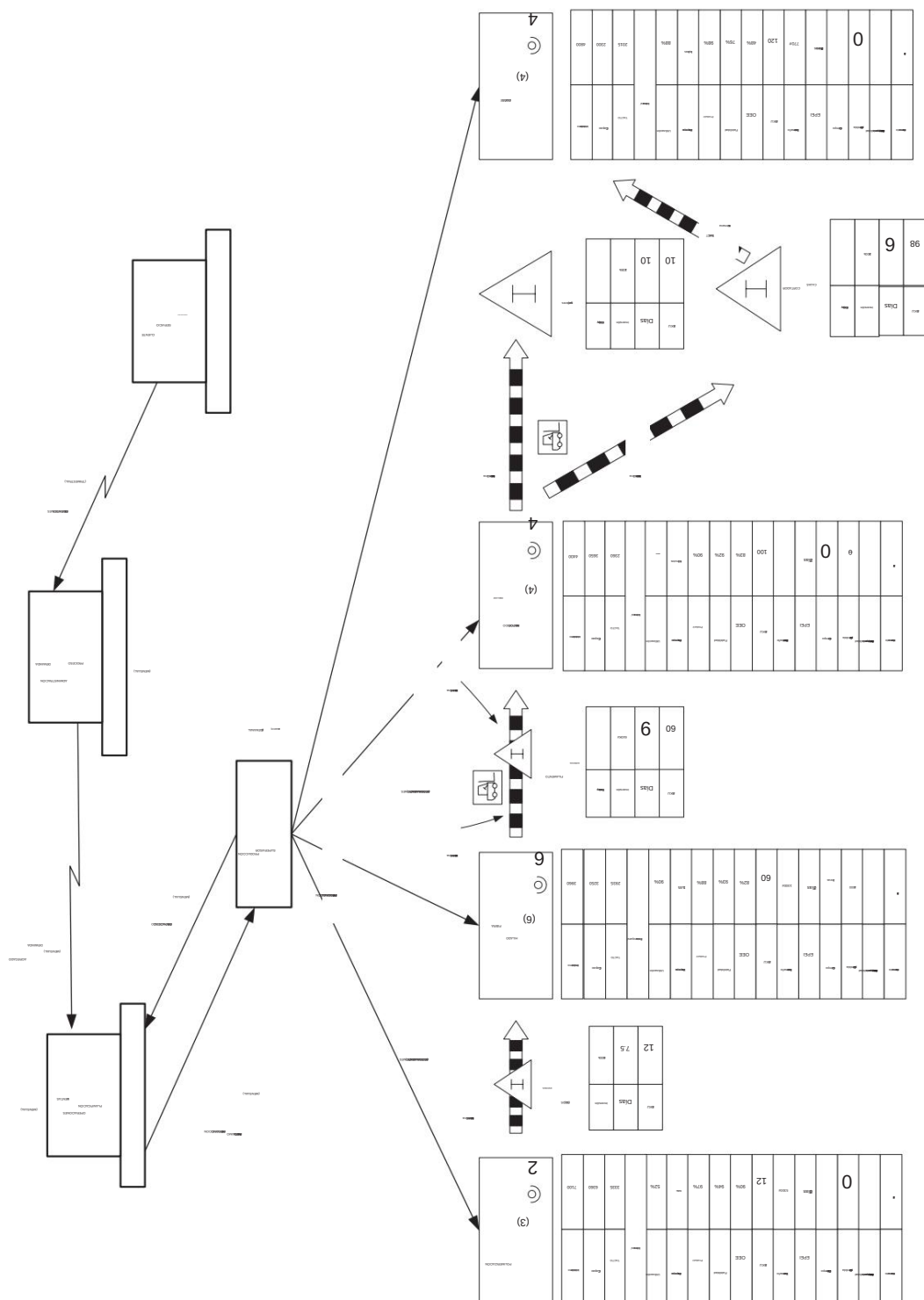
Si, por el contrario, las previsiones son bajas, se hará evidente porque de los desabastecimientos resultantes.

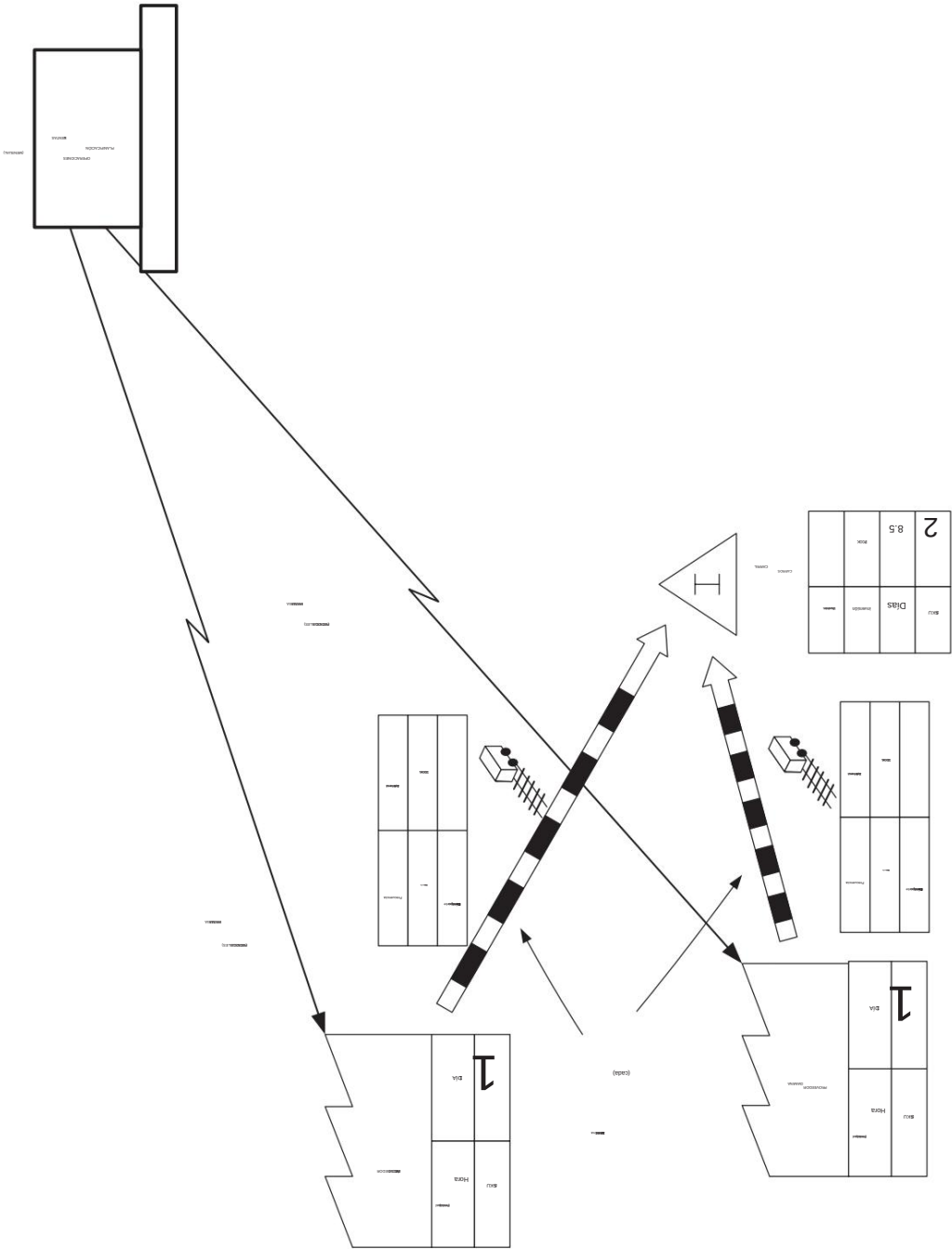
La figura 10.3 muestra que los pedidos de materia prima se crean con anticipación para un mes completo y se comunican a los proveedores. Esto hace que los vagones se liberen según el cronograma mensual; si el pronóstico de producción es alto, provocará que se almacene una cantidad excesiva de vagones en el sitio. Es muy probable que esta sea la razón por la que tenemos un promedio de 8,5 días de materias primas, donde 3 o 4 días probablemente serían suficientes.

Recursos de restricción de capacidad

A veces vemos recursos de restricción de capacidad (CCR) en un proceso. Estos son recursos de fabricación que no pueden manejar la demanda que se les impone, es decir, no pueden hacer Takt, no por las limitaciones físicas inherentes al equipo, sino por la forma en que están programados. Si el flujo a través de cerca







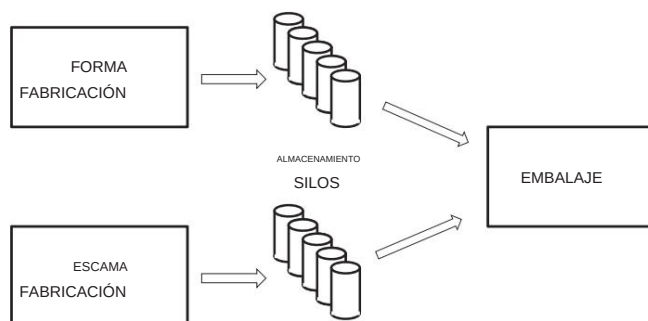


Figura 10.4 Vista de alto nivel de una planta de cereales.

activos acoplados en una operación de fabricación no está bien coordinada, si el flujo a través de cualquier pieza del equipo no está sincronizado con los pasos del proceso aguas arriba y aguas abajo, pueden producirse discontinuidades en el flujo y pérdida de tiempo de los activos.

Synchronous Manufacturing (Umble y Srikanth, 1990) define los CCR de la siguiente manera:

Recurso de restricción de capacidad—Cualquier recurso que, si no se programa y administra correctamente, es probable que cause que el flujo real de productos a través de la planta se desvíe del flujo de productos planificado.

Como ejemplo de un CCR, considere el caso de una planta de cereales que fabrica dos familias de cereales, una formada en formas gruesas como estrellas y círculos, y otra formada en copos relativamente planos de varias formas. La planta se puede dividir en tres áreas principales (Figura 10.4): fabricación de formas, fabricación de hojuelas y empaque, que incluye embolsado, encajonado, encartonado y paletizado.

De los recuadros de datos contenidos en un mapa más detallado, el empaque tiene una utilización de solo el 75%, a pesar de que toma la producción total de ambas líneas de producción de cereales. Sin embargo, en la vida real, los silos de almacenamiento a menudo se llenaban y forzaban la caída de una línea de producción. El análisis reveló que aunque el área de empaque parecía tener un exceso de capacidad, se estaba programando sin coordinación ni sincronización con ninguna de las áreas de producción, por lo que se convirtió en una limitación.

El punto de todo esto es que la combinación de flujo de información con material. El flujo en el VSM a menudo puede conducir a una comprensión de cualquier CCR que exista en nuestro proceso.

Herramientas de mapeo de información adicional

La parte del flujo de información del mapa a menudo puede resaltar los problemas que las comunicaciones reales causan para el flujo de material, pero no siempre las causas fundamentales. Frecuentemente es necesario profundizar más, y una de las herramientas más efectivas para una inmersión más profunda es la técnica de mapeo de procesos multifuncionales propuesta en Mejorando el Desempeño—Cómo Administrar los Espacios en Blanco en el Organigrama (Rummler y Brache, 1995). Es posible que esté familiarizado con estos mapas por sus características más

nombre común: tablas de carriles de natación. Son una forma poderosa de desglosar todas las interacciones y transferencias que pueden ocurrir con el procesamiento de la información y obtener una comprensión más profunda de las causas fundamentales de los problemas de flujo de materiales.

Resumen

El propósito del flujo de información en el VSM es aclarar cómo nuestro procesamiento de esta información afecta el procesamiento del material físico, cómo se comunican y procesan las necesidades del cliente para administrar nuestras operaciones para satisfacer esas necesidades. Mostrar esto en el VSM es fundamental para que las interacciones entre la transformación de la información y la transformación del material se vuelvan visibles. Solo a través de un análisis integrado de estos dos flujos podemos comprender completamente por qué el proceso está funcionando de la manera en que lo está y cómo mejorarlo.

En los primeros días de nuestra iniciativa de fabricación de flujo continuo en DuPont, nuestro mapeo de análisis de línea no incluía un componente de flujo de información, por lo que lo complementamos con mapas de carriles de natación.

Capítulo 11

Desarrollo de la línea de tiempo

Principios de la línea de tiempo

El tercer componente que se muestra en un VSM, después de trazar el flujo de material y el flujo de información, es la línea de tiempo, una onda cuadrada en la parte inferior del VSM. Su propósito es contrastar el tiempo sin valor agregado con el tiempo de valor agregado y dramatizar que durante la mayor parte del tiempo que el material pasa en una planta, no le sucede nada útil. Debido a que la mayor parte del desperdicio en cualquier proceso agrega tiempo al proceso, la línea de tiempo es excelente para representar el desperdicio. Además, debido a que los largos ciclos de fabricación (el tiempo total que cualquier unidad de material pasa en la planta) provocan una falta de capacidad de respuesta y flexibilidad, la línea de tiempo también destaca esto.

La convención general es que el lado superior de la onda cuadrada es el tiempo sin valor agregado y la parte inferior es el tiempo de valor agregado, aunque esto no está completamente estandarizado; algunos mapeadores hacen lo contrario. Eso realmente no importa mucho siempre que el esquema que se siga sea consistente y se entienda por completo.

La línea de tiempo debe ser muy fácil de crear; toda la información necesaria debe estar en los cuadros de datos de flujo de materiales. Sin embargo, la facilidad de generarlo no debería llevarle a trivializar su valor. Los beneficios de la línea de tiempo incluyen lo siguiente:

- Destaca el tiempo perdido en el proceso.
 - Por lo tanto, destaca otros desperdicios en el proceso, como el inventario.
 - Ilustra la agilidad y la capacidad de respuesta (o la falta de ellas) de este proceso como eslabón en la cadena de suministro.
 - Proporciona un punto de referencia muy visible para medir la mejora.
 - Proporciona una herramienta convincente para comunicarse con gerentes que tienen
- No se tomó el tiempo de analizar el VSM.

Cronología de fibra VSM

Para agregar la línea de tiempo al VSM de fibra sintética en el que hemos estado trabajando, comenzaremos con el almacenamiento de vagones (Figura 11.1). Este almacenamiento tiene un promedio de 8,5 días y no agrega valor, por lo que lo mostramos como la parte superior de la onda cuadrada. Luego tenemos la polimerización, en la que se necesitan 15 minutos para cargar las materias primas en el reactor, 90 minutos para que ocurra la reacción de polimerización y 30 minutos para descargar el material y extruir las escamas. De esto, solo la reacción de 90 minutos agrega valor, por lo que lo mostramos en la parte inferior de la onda cuadrada. Algunos dirían que los 30 minutos de extrusión y corte en escamas están transformando el material en un proceso de valor agregado. Es cierto que estamos transformando el material, pero eso no lo convierte en valor agregado; esto podría verse como un “empaquet” del material para que sea más fácil almacenarlo en los silos. Si acoplamos directamente un reactor de polímero a una máquina de hilar, no necesitaríamos el paso de extrusión y el cliente nunca notaría la diferencia. Sobre esa base, los 45 minutos dedicados a la carga y descarga no agregan valor y podrían mostrarse como excursiones separadas en la línea de tiempo, o agregarse con los tiempos sin valor agregado de los inventarios aguas arriba y aguas abajo, pero los 15 -La carga de minutos se perdería en el ruido del inventario de 8,5 días, por lo que podemos ignorarlo a efectos de la línea de tiempo. Un principio general de las líneas de tiempo es que no es necesario apuntar a la precisión. Los tiempos sin valor agregado son generalmente

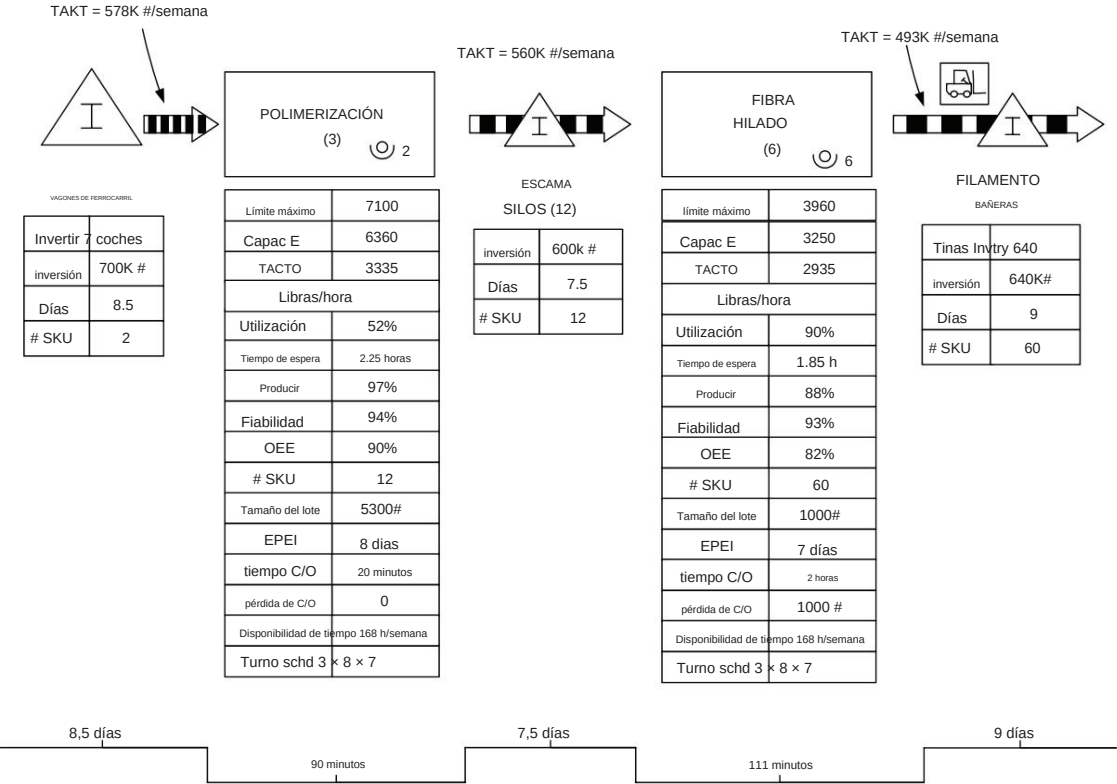


Figura 11.1 Línea de tiempo: pasos iniciales del proceso.

se miden en días, mientras que los tiempos de valor agregado se miden en minutos, por lo que los mensajes importantes serán evidentes incluso sin un alto grado de precisión.

El copo se almacena en un silo durante un promedio de 7,5 días de tiempo sin valor agregado, por lo que se muestra en la parte superior de la ola. Debe enfatizarse que aunque nos referimos a estos inventarios como que no agregan valor, eso no significa que no sean necesarios. Los necesitamos (o una parte de ellos) para garantizar un flujo fluido a través de nuestro proceso. Los destacamos como que no agregan valor para centrar la atención en ellos de modo que podamos (1) asegurarnos de que tengan el tamaño adecuado para compensar el rendimiento actual del proceso y (2) comprender qué cambios en el rendimiento del proceso se pueden hacer para que podamos reducir las cantidades almacenadas.

Girar es lo siguiente. Se necesitan 111 minutos para girar las 1000 libras de fibra para llenar una tina, todo tiempo de valor agregado, así que eso es lo que mostraremos. Algunos practicantes argumentarían que no deberíamos considerar una tina llena como la unidad de producción, sino algo mucho más pequeño, digamos, una pieza de hojuela. Debido a que un elemento de hojuelas solo tarda uno o dos minutos en atravesar el proceso de centrifugado y entrar en la tina, lo que se debe mostrar es un minuto. No vale la pena dedicar mucho tiempo a discutir estas cuestiones filosóficas a menos que las respuestas tengan un impacto en el mensaje que se transmite y, en este caso, no tanto. Entonces, nos quedaremos con los 111 minutos.

Los tubos de filamento permanecen en el inventario durante 9 días, claramente sin valor agregado, por lo tanto se muestra en la parte superior de la onda cuadrada.

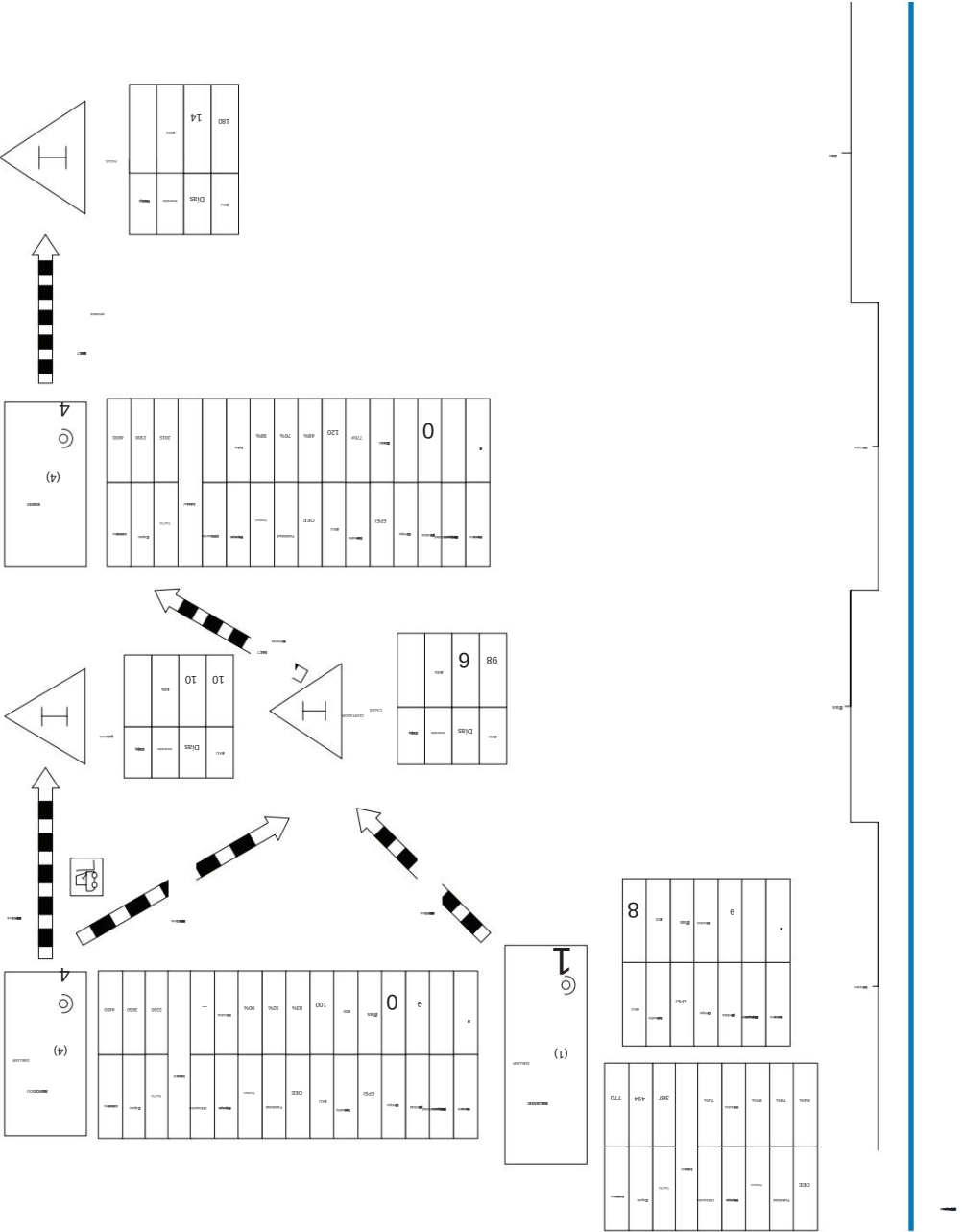
La figura 11.2 muestra el resto de la línea de tiempo, moviéndose hacia el cliente. Las máquinas de estiramiento y recocido son las siguientes. Las máquinas de recocido al vapor tienen un tiempo de valor agregado de 53 minutos, mientras que la máquina de rollo caliente tiene 98 minutos. Algunos recomiendan usar el tiempo más largo en estas situaciones, mientras que creo que es más apropiado usar un promedio ponderado. Sabemos que el 10% del flujo total pasa por la máquina de laminación en caliente y el 90% por el recocido al vapor. Entonces, el tiempo de entrega promedio ponderado es:

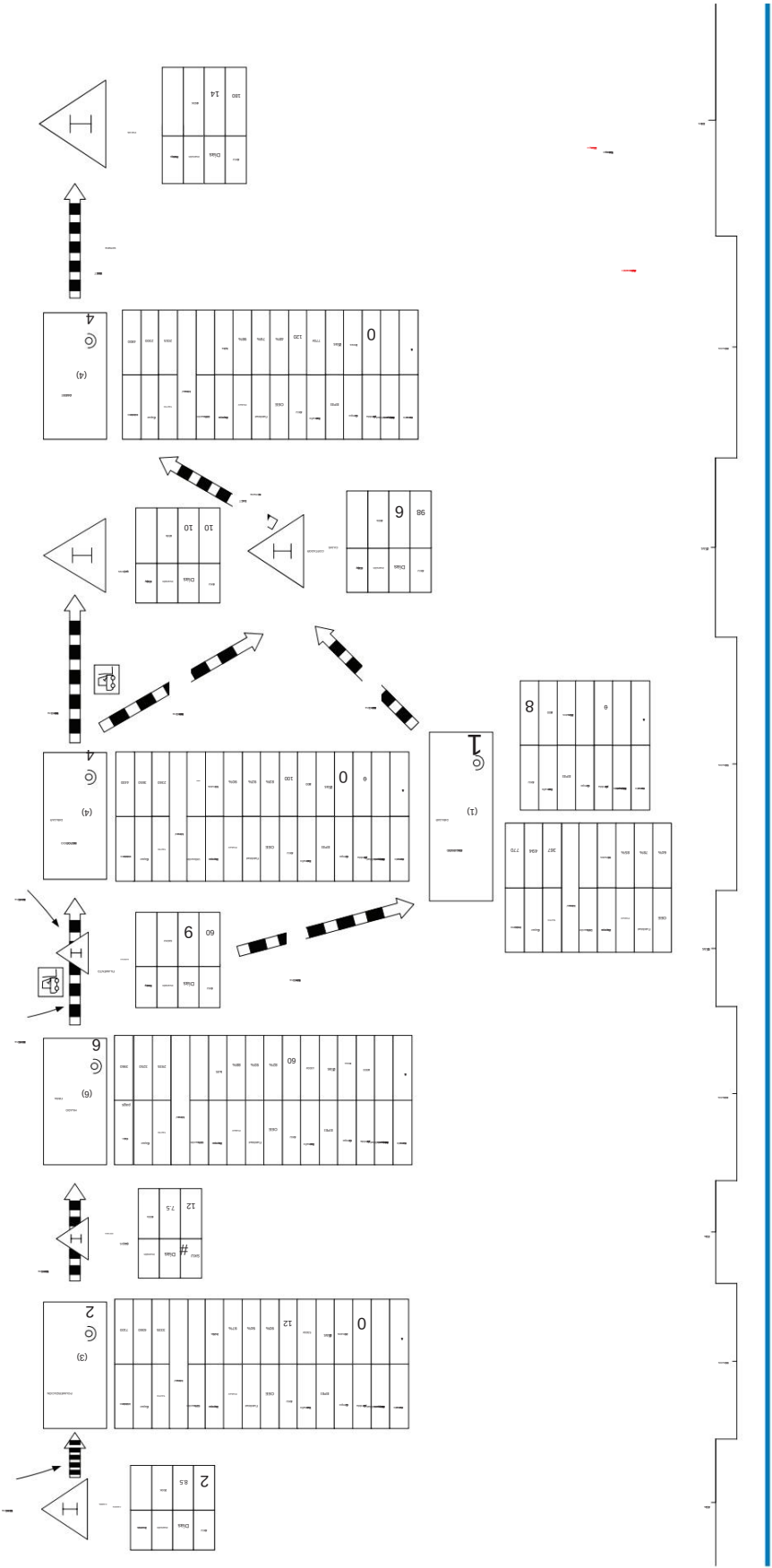
$$\text{Tiempo de entrega} = 10 \% \times 98 \text{ min} + 90 \% \times 53 \text{ min} = 58 \text{ min}$$

Por las mismas razones, utilizaremos un promedio ponderado para el inventario en Gaylords, 10 días, y en cajas cortadoras, 6 días.

La figura 11.3 muestra todo el proceso y el cronograma completo. La parte inferior de la ola, el tiempo de valor agregado, suma 339 minutos o 5,6 horas. El tiempo sin valor agregado, la parte superior de la ola, totaliza 46 días. La eficiencia del ciclo de fabricación (MCE) es una métrica que toma el tiempo de valor agregado como un porcentaje del tiempo total, y aquí tenemos un MCE de 0,5 %. Esto puede parecer un número increíblemente bajo, pero en realidad es bastante común que los MCE estén por debajo del 1%. A medida que comienza a reducir la pérdida de tiempo en su proceso, MCE proporciona un buen punto de referencia para demostrar el progreso.

Los puristas podrían decir que la línea de tiempo no está completa, que hemos descuidado el tiempo desperdiciado en los pasos de transporte, el tiempo que los montacargas pasan moviendo tinajas, cajas de corte, Gaylords y pacas. Y estarían en lo cierto.





Sin embargo, estas pérdidas de tiempo se dan en incrementos de 5 a 10 minutos y se pierden en el ruido cuando entran o salen de un inventario medido en 7 a 14 días. Como dijimos anteriormente, el objetivo de un VSM no es ser completamente preciso, sino resaltar los desperdicios y las oportunidades.

Tiempo de ciclo de flujo de efectivo

Muchas empresas miden el tiempo del ciclo de flujo de efectivo (CFCT), el tiempo que transcurre desde que pagan las materias primas hasta que reciben el pago de los clientes por los productos terminados, y se esfuerzan por reducirlo. CFCT se calcula usando esta fórmula:

$$\text{CFCT} = \text{Tiempo del ciclo de fabricación} + \text{Cuentas por cobrar} - \text{Cuentas por pagar}$$

Las cuentas por cobrar y las cuentas por pagar se basan en negociaciones con clientes y proveedores, por lo que el tiempo del ciclo de fabricación es lo que está más directamente bajo su control. Si desea reducir CFCT, el tiempo del ciclo de fabricación es el lugar para comenzar, y la línea de tiempo de VSM le mostrará dónde concentrarse.

Resumen

La línea de tiempo debería ser muy fácil de agregar al VSM si ha realizado un trabajo minucioso en los cuadros de datos, y puede ser un indicador de alto nivel muy útil de cuánto tiempo en la planta se desperdicia y específicamente dónde se desperdician. .

Si queremos acortar el tiempo del ciclo de fabricación para que el proceso responda mejor a los cambios en la demanda del cliente, la línea de tiempo mostrará dónde concentrar nuestros esfuerzos.

Ahora hemos completado el VSM de fabricación de fibra de la planta de Riverside. ¿Entonces? Bueno, ahora podemos darle un buen uso al VSM analizándolo para ver dónde podemos reducir el desperdicio y mejorar el flujo del proceso. Luego analizaremos y priorizaremos esas mejoras y documentaremos las posibilidades en futuros VSM estatales.

Capítulo 12

Encontrar el desperdicio— Analizando el mapa

Ahora que hemos desarrollado el VSM de fibra de Riverside Plant, puede proporcionar cinco funciones útiles y valiosas:

1. Brindar un mayor nivel de claridad sobre cómo se está desempeñando actualmente el proceso y por qué
2. Mostrar todos los principales desperdicios en el proceso
3. Resaltar áreas donde se debe mejorar
4. Proporcionar una hoja de ruta para la implementación de conceptos Lean para mejorar flujo y rendimiento del proceso
5. Proporcionar una plantilla para documentar el estado futuro ideal y los pasos a corto plazo hacia el estado futuro final

Si el VSM hiciera solo el primero de estos, valdría la pena el tiempo y el esfuerzo que se dedicó a su creación. Sin embargo, puede hacer tanto más que es un error detenerse en ese punto.

Muchas referencias recomiendan que después de completar el VSM de estado actual, el siguiente paso es crear un VSM de estado futuro. Sugieren que debe decidir en qué parte del proceso trabajar hacia el flujo continuo y luego desarrollar una estrategia de extracción de flujo. Aunque eso a veces funcionará, con frecuencia hay problemas, variabilidades e inestabilidades en el proceso, por lo que puede ser difícil ir directamente a tirar o a cualquier estado futuro final. Alcanzar el estado futuro puede ser mucho más factible si los principales problemas con el desempeño actual se identifican y luego se resuelven, siguiendo un plan de estado futuro multigeneracional.

Por lo tanto, la creación de un VSM de estado futuro debe comenzar con un análisis cuidadoso del mapa de estado actual para ver qué puede decirle sobre su proceso, su rendimiento actual y las oportunidades para reducir el desperdicio. Los objetivos estatales futuros más desafiantes son mucho más fáciles de alcanzar si el proceso se ha estabilizado primero.

98 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

y mejorado Por lo tanto, el paso a un estado futuro definido debería ser más que tirar de la reposición y el flujo continuo; debe incluir la corrección de todos los detractores significativos del rendimiento presentes en el estado actual, que se pueden encontrar a través de un análisis cuidadoso del VSM del estado actual.

Impresiones generales del estado actual

Mirando la parte de nuestro VSM de estado actual que se muestra en la Figura 12.1, podemos hacer algunos juicios de alto nivel sobre lo que vemos.

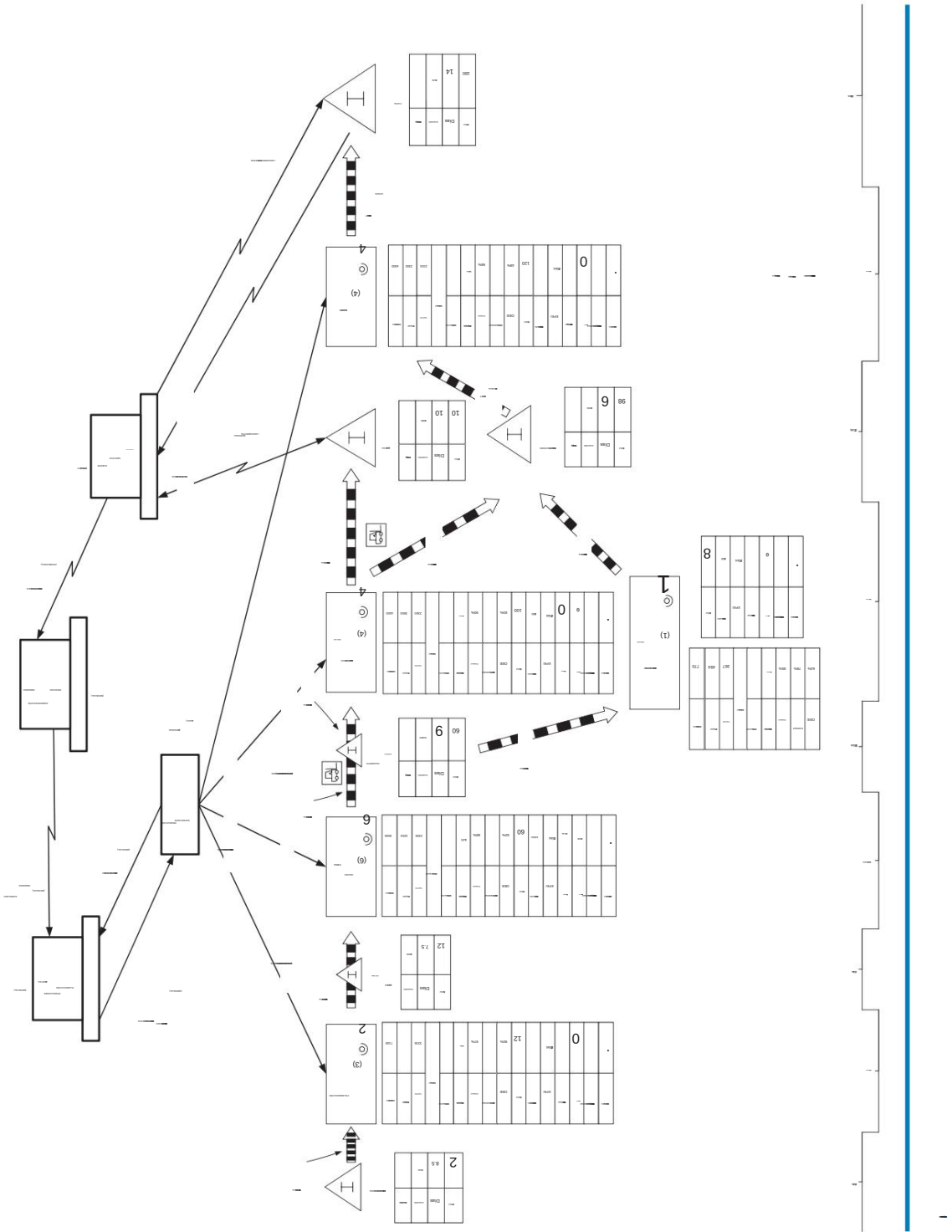
- fi La capacidad no es una preocupación significativa. No hay cuellos de botella ni casi cuellos de botella; las utilidades están todas en o por debajo del 90%. De hecho, como se señaló anteriormente, la utilización de la polimerización es del 52 %, lo que sugiere la eliminación de un reactor. Además, la utilización del 65% de las máquinas de recocido al vapor ofrece la posibilidad de apagar la máquina de laminación en caliente.
- fi Los inventarios parecen ser excesivos en varios lugares: vagones de materias primas, tinas de filamentos y productos terminados en Gaylords y en pacas. No podemos estar seguros hasta que hayamos realizado un análisis matemático basado en los plazos de entrega, las cantidades de producción y la variabilidad de la demanda, pero el VSM está alertando.
- fi Cada paso importante del proceso se programa en función de las previsiones de demanda sin tener en cuenta el estado actual del inventario. Esta estrategia de programación forzada es probablemente una de las causas de los altos inventarios que vemos.
- fi El rendimiento general es un problema. Los números de Takt en el VSM indican que la demanda combinada de los clientes de fibra cortada y sogas en fardos en Gaylords es de 434 000 lb/semana. Consumimos 578 000 lb de materias primas a la semana para producir esa producción, por lo que solo el 75 % del material que ingresa sale como producto de primer grado. ¡Desperdiciamos el 25% de todo lo que compramos!

Oportunidades de inventario

Los inventarios parecen demasiado altos en varios lugares. La figura 12.2 tabula el inventario que sugeriría la regla empírica analizada en el capítulo 9, el inventario actual y la diferencia. Debe enfatizarse que una diferencia no significa necesariamente que la cantidad actual sea inapropiada, solo que justifica un análisis más preciso.

Algunos comentarios están en orden:

- fi Las mayores oportunidades parecen estar en los extremos de entrada y salida del proceso, en las materias primas y los productos terminados. Esto no es raro.
- ¿ La hojuela parece tener el tamaño adecuado según el ciclo de campaña de polimerización de 8 días. Pero el ciclo de 8 días puede ser demasiado largo y una reducción permitiría una reducción correspondiente en el inventario de hojuelas.



100 ¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

MATERIAL	UBICACIÓN DEL INVENTARIO	REGLA DE ORO	REAL	DIFERENCIA
diamina, ácido adípico	vagones de tren	5 días 5-	8,5 días	3,5 días
Escama	silos	8 días 5-7	7,5 días	0
Filamento	Tina de almacenamiento	días 5-7 días	9 días	2-4 días
Cuerda	almacenamiento gaylord	5-7 días 5-	10 días	3-5 días
Cuerda	Almacenamiento de la caja de corte	7 días	6 días	0
fibra cortada	Inventario de fardos		14 días	7-9 días

Figura 12.2 Oportunidades de inventario de punto alto.

fi La cuerda en las cajas de corte parece tener el tamaño adecuado.

Para repetir un punto clave, esto es solo un conjunto de aproximaciones basadas en una regla empírica que ha demostrado ser útil en aplicaciones anteriores pero que no siempre cuenta la historia completa. Se debe hacer un análisis matemáticamente más riguroso para determinar qué oportunidades aparentes son reales.

Confiabilidad de la empacadora

Se puede ver en el cuadro de datos de la empacadora (Figura 12.3) que la confiabilidad es baja al 76 %, lo que reduce el OEE al 48 %. Incluso con este OEE bajo, la utilización sigue siendo un 88% aceptable, por lo que no es un problema de rendimiento en promedio, pero podría ser un problema de rendimiento grave durante los tiempos de inactividad. También implica un alto costo de mantenimiento para mantener las empacadoras en funcionamiento. Debe abordarse porque el equipo confiable que está disponible cuando lo necesita es un requisito básico de cualquier sistema de producción Lean.

CORTE – PACA (4)  4	
Límite máximo	4800
Capac E	2300
TACTO	2015
Libras/hora	
Utilización	88%
Plazo de entrega	1,3 horas
Producir	98%
Confiabilidad	76%
OEE	48%
# SKU	120
Tamaño del lote	770 #
EPEI	7 días
tiempo C/O	2 horas
pérdida de C/O	0
Disponibilidad de tiempo	168 h/semana
Turno sched	3 x 8 x 7

Figura 12.3 Confiabilidad de la empacadora.

Rendimiento de giro

El cuadro de datos Spinning en la Figura 12.4 muestra un rendimiento del 88%. De los números de Takt vemos que se pierden 67,000 lb cada semana en el hilado. Eso es casi la mitad de la pérdida de rendimiento de 144 000 lb en todo el proceso, y casi todo ocurre durante los cambios. Dos posibles soluciones:

1. Encuentre una manera de hacer el cambio más rápido.
2. Encuentre una manera de acelerar aún más la retroalimentación de escamas durante un cambio.

Ciclos de campaña largos (EPEI)

El EPEI de 8 días en la polimerización parece demasiado largo. La figura 12.4 muestra que los cambios se pueden hacer rápidamente, 20 minutos, sin pérdidas ni gastos de bolsillo. Además, solo hay 12 SKU para producir en los tres reactores. Un ciclo de campaña mucho más corto, digamos 2 o 3 días, permitiría una reducción drástica en el inventario de hojuelas y no aumentaría significativamente la utilización.

La utilización seguiría siendo lo suficientemente baja como para que un reactor pudiera desconectarse y los dos restantes manejaran el Takt completo.

Las máquinas de recocido por estirado y vapor proporcionan otro lugar para observar la reducción de EPEI. Con cero tiempo de cambio y cero pérdidas de cambio, no hay razón por la que tenga que ser de 7 días, y podría ser mucho menos, lo que permitiría reducciones en los inventarios de cajas de corte y Gaylord.

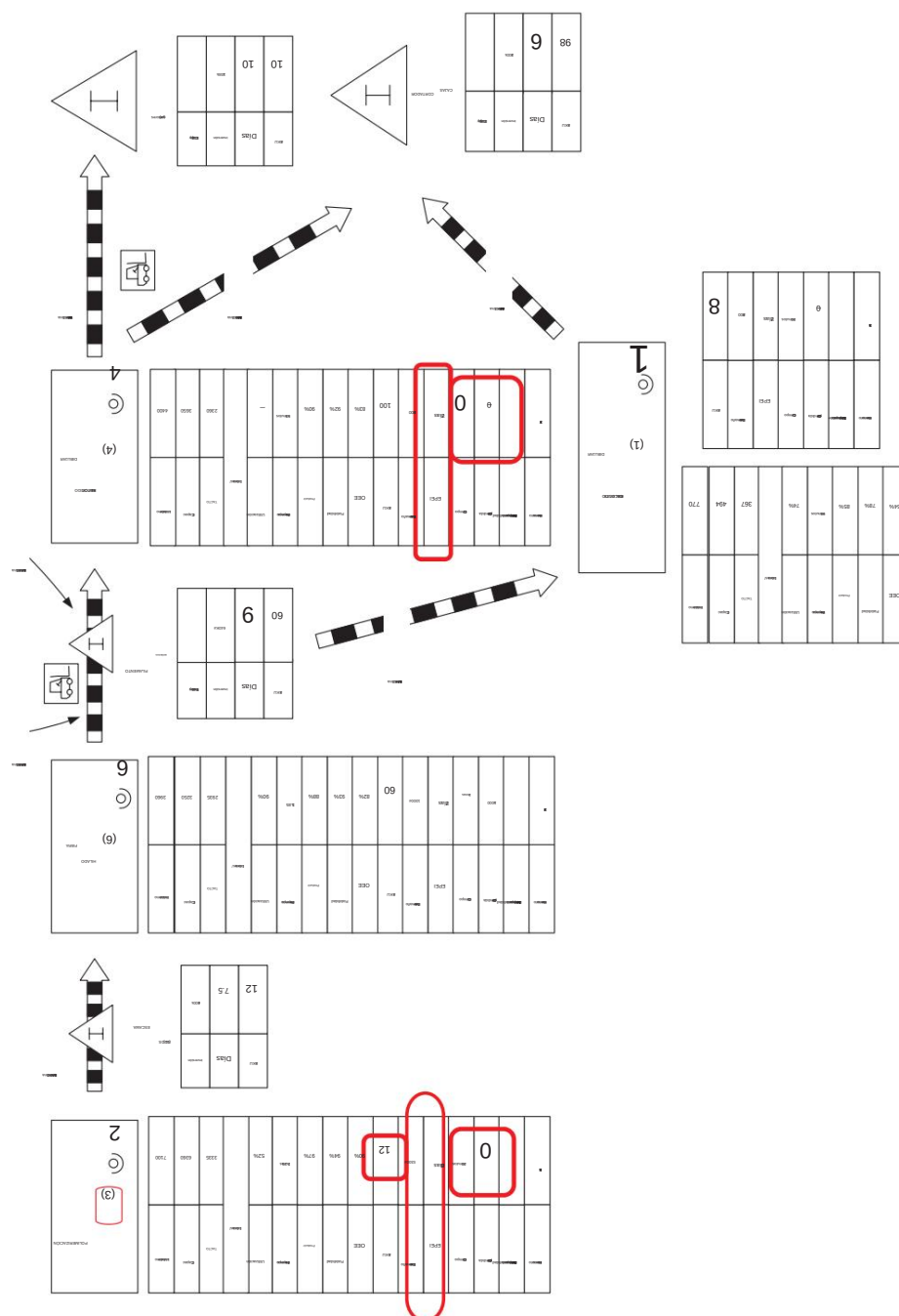
Embutición de laminación en caliente–Recocido

La máquina de rollo en caliente funciona muy mal. El cuadro de datos de la figura 12.4 muestra una confiabilidad del 78 % y un rendimiento del 85 %, cada uno mucho más bajo que las máquinas de recocido al vapor. Podríamos sugerir programas agresivos para mejorar ambos parámetros.

Sin embargo, una mejor alternativa sería calificar los productos que actualmente deben fabricarse en la máquina de laminación en caliente para que funcionen en las máquinas de recocido al vapor y apagar la máquina de laminación en caliente. Los beneficios se acumularían en rendimiento, costo de energía, costo de mantenimiento y costo de mano de obra operativa.

Programación no coordinada

El flujo de información de la figura 12.1 muestra que cada paso importante del proceso se programa de forma independiente de los demás, lo que demuestra que el proceso se considera una colección de piezas descoordinadas en lugar de un sistema integrado. Peor aún, los niveles de inventario actuales no se consideran en la programación de producción



proceso; los horarios se basan únicamente en las previsiones. Este es un sistema de "empuje" puro y, por lo tanto, no sorprende que los inventarios sean excesivos.

Se necesita un sistema de reabastecimiento de "jalar". En un sistema pull, el equipo no es centralmente programado basado en pronósticos. Lo que se produce se basa en el contenido actual del inventario aguas abajo. En un sistema pull bien diseñado, debe haber una estrategia de programación general para equilibrar el flujo y administrar la secuencia del producto, pero lo que realmente se produce dentro de esa estrategia es lo que se ha consumido del inventario aguas abajo durante el ciclo anterior. Así los inventarios no pueden exceder sus objetivos y se evita la sobreproducción. Y la programación se vuelve más simple y oportuna. Todavía se necesitan pronósticos para la planificación a largo plazo, para garantizar que tengamos los activos y el personal necesarios, y para establecer objetivos de inventario. Sin embargo, lo que hacemos hoy debe basarse en lo que se consumió ayer.

Los sistemas de reabastecimiento de extracción se describen con más detalle en el Apéndice D.

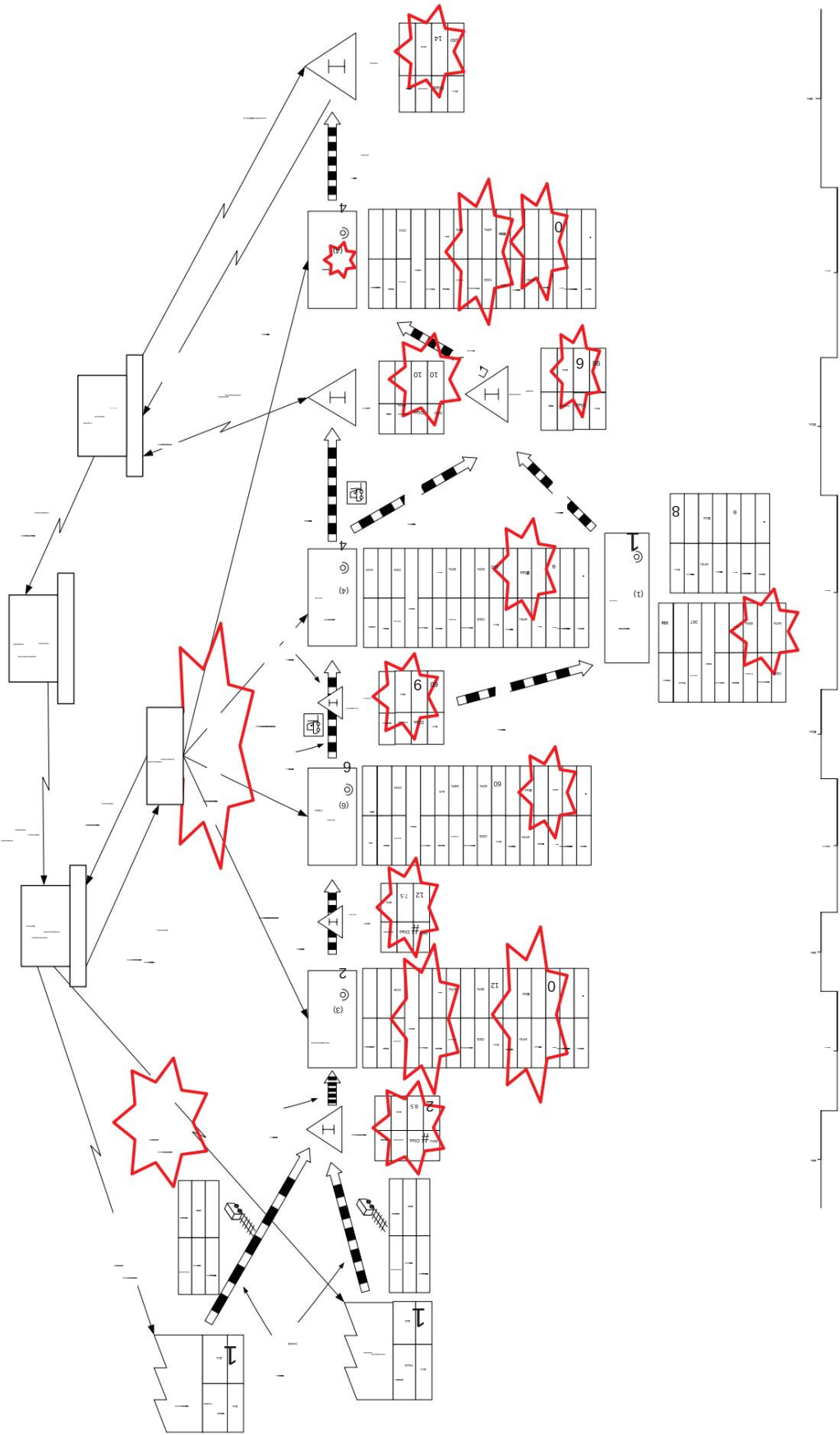
Captura de oportunidades potenciales

Poner un símbolo de estrella alrededor de cada característica del VSM de estado actual que puede ser una oportunidad que valga la pena aprovechar es una forma común de resaltar todos los desechos y problemas de flujo que muestra el mapa. La Figura 12.5 ilustra esto para el proceso de fibra.

Ahora que hemos examinado el VSM en busca de posibles oportunidades, los próximos pasos son a:

1. Desarrollar cada idea para comprobar que es una verdadera oportunidad.
2. Alcance de las acciones necesarias para capturar la oportunidad.
3. Estimar el beneficio de cada uno.
4. Priorízalos.
5. Decidir la secuencia de implementación más adecuada.
6. Desarrollar un VSM de estado futuro, o una serie de VSM de estado futuro secuenciales para predecir el rendimiento que podemos esperar después de una implementación exitosa.

El Capítulo 13 lo llevará a través de los tres primeros, el Capítulo 14 los dos siguientes y el Capítulo 15 el desarrollo de los futuros VSM estatales.



Capítulo 13

Alcance de las oportunidades

Ahora que analizamos el estado actual del VSM, encontramos los desperdicios más importantes, identificamos otras posibles mejoras y destacamos las oportunidades con destellos estelares en el VSM, es hora de seguir desarrollando cada idea para comprender el beneficio que es probable que brinde y cualquier barreras potenciales para la implementación. Cuando analiza todas las oportunidades probables de un VSM, es importante utilizar un formato razonablemente consistente para que las oportunidades puedan compararse y priorizarse en función del beneficio y la probabilidad de una implementación exitosa. Y los beneficios deben incluir cualquier beneficio centrado en Lean en la reducción de desechos y la mejora del flujo, así como los beneficios comerciales en la mejora de los ingresos y la reducción de costos.

Oportunidades de inventario

1. El inventario de materias primas en los vagones de ferrocarril es demasiado alto

La figura 13.1 muestra la porción de materia prima del VSM. Los inventarios de materia prima parecen ser altos, probablemente porque los pedidos se hacen mensualmente por adelantado en base a un pronóstico. Los cálculos descritos en el Apéndice E indican que si los pedidos se realizan según sea necesario en función del consumo real (es decir, tirar), un inventario de 3 a 4 vagones proporciona suficiente inventario de ciclo así como el inventario de seguridad necesario para protegerse contra la variabilidad en el consumo. Eso sugiere una reducción de 3,5 vagones, 350.000 lb.

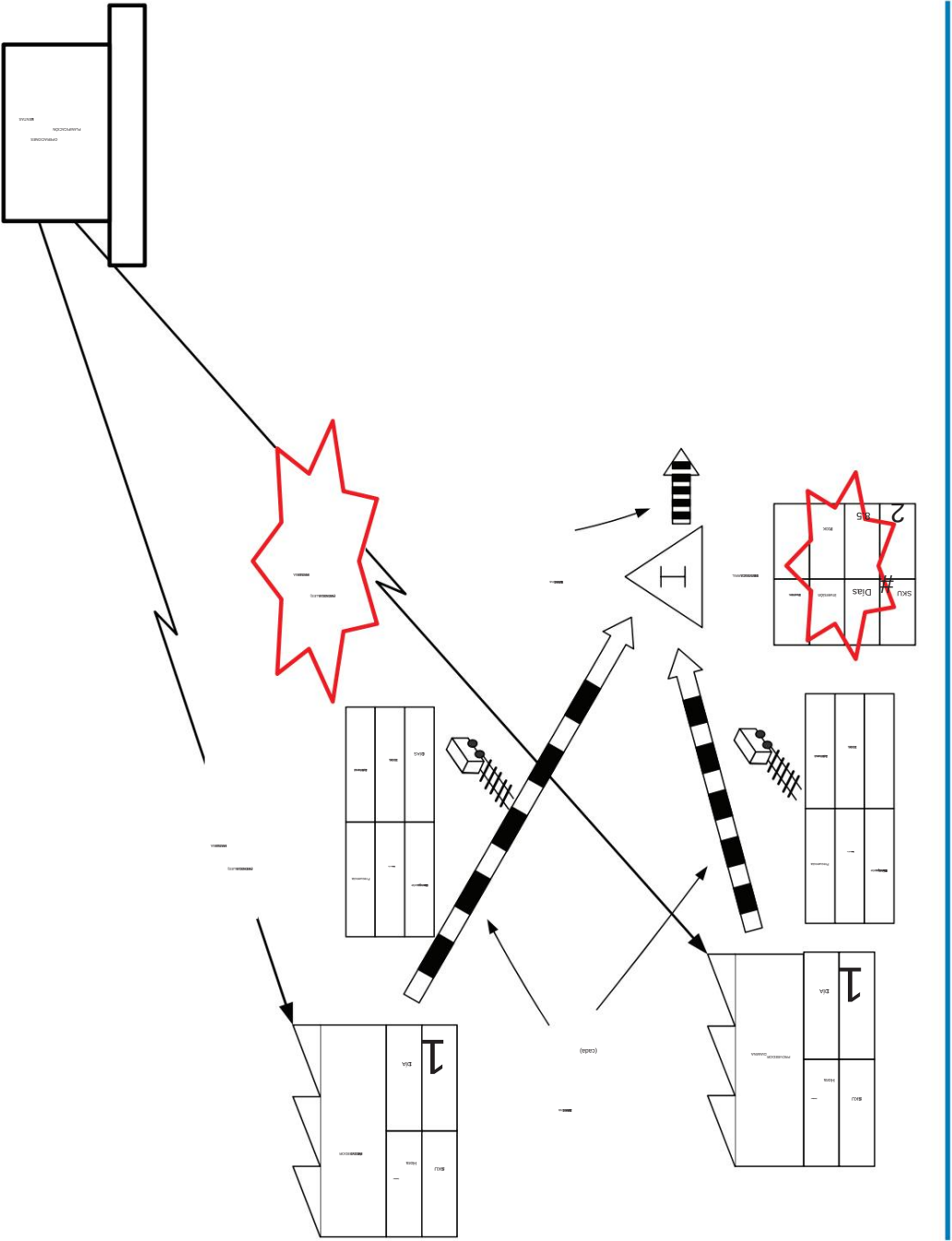
Alcance de la mejora: Reducir el inventario de vagones de ferrocarril a lo necesario en función de la frecuencia de entrega y el tiempo de entrega; use conceptos de extracción para programar el reabastecimiento.

Beneficio: Ahorros únicos de \$240,000; ahorros anuales continuos de \$64,000.

Dificultades: Nada significativo.

Plan de implementación: Modificar el proceso de comunicación con el proveedores, para basar la reordenación en un punto de activación de tipo kanban en lugar de un pronóstico mensual.

Plazo: Inmediato, dentro de un mes.



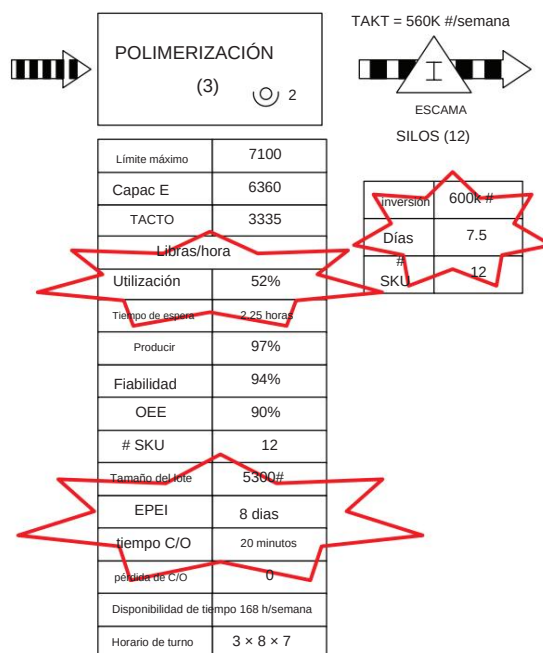


Figura 13.2 Oportunidades de polimerización y escamas.

2. El inventario de hojuelas es alto

La figura 13.2 sugiere que el inventario actual de hojuelas (7,5 días) está en el estadio correcto para el ciclo actual de la campaña de polimerización de 8 días. Sin embargo, no hay razón para un ciclo tan largo; los cambios son muy rápidos y no hay pérdidas por cambios. Un ciclo de 2 días parece muy factible, lo que permitirá una reducción significativa del inventario.

Alcance de la mejora: Reducir el inventario de silos de hojuelas al reducir el EPEI de polimerización a 2 días utilizando la programación de ruedas de producto; use conceptos de extracción para programar el reabastecimiento.

Beneficio: Ahorros únicos de \$365,000; ahorros anuales continuos de \$98,000.

Dificultades: Nada significativo.

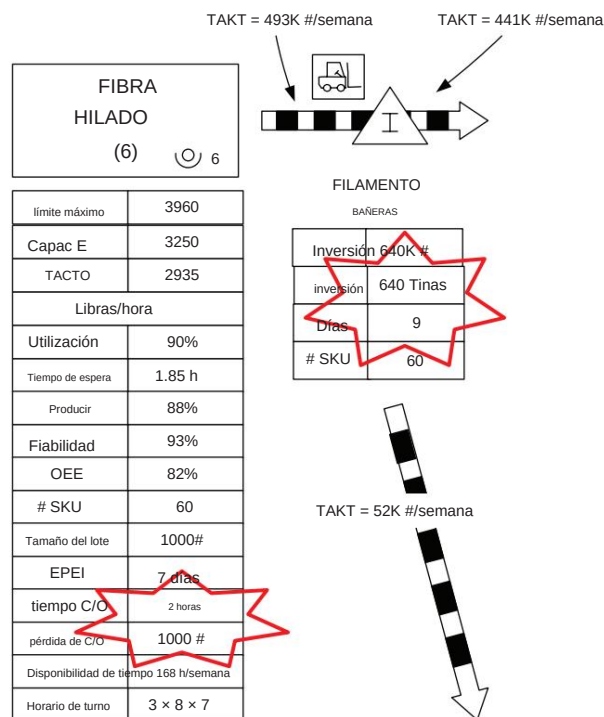
Plan de implementación: Diseñar e implementar una estrategia de programación de ruedas de productos. (Las ruedas del producto se describen en el Apéndice F).

Momento: Nada inmediatamente: el inventario está cerca de la cantidad requerida para el rendimiento actual y el EPEI. El beneficio completo vendrá cuando se implementen las ruedas de productos, lo cual se hace mejor después de que el flujo celular esté operativo.

3. El inventario de filamentos es alto

Alcance de la mejora: Reducir el inventario de tubos de filamentos a la cantidad adecuada para gestionar el rendimiento actual, 6,3 días, 450 000 lb.; use conceptos de extracción para programar el reabastecimiento.

Beneficio: Ahorros únicos de \$200,000; ahorros anuales continuos de \$56,000.

108 *Mappeo Lean para las Industrias de Procesos***Figura 13.3 Oportunidades de hilado y filamento.****Dificultades:** Ninguna.

Plan de implementación: implementar el reabastecimiento de extracción. El inventario será natural recupere la rampa hasta el nivel requerido si deja de producir cualquier SKU de alto inventario hasta que su inventario caiga al nivel apropiado.

Momento: Ahora.**4. El inventario de productos terminados de cuerdas en Gaylords es demasiado alto**

Alcance de la mejora: reducir los inventarios a los niveles necesarios para apoyar el desempeño actual; use conceptos de extracción para programar el reabastecimiento.

Beneficio: Ahorros únicos de \$60,000; ahorros anuales continuos de \$16,000 a través de un inventario reducido.

Dificultades: Nada significativo, simplemente establezca nuevos objetivos de inventario.

Plan de implementación: implementar el reabastecimiento de extracción. El inventario será natural recupere la rampa hasta el nivel requerido si deja de producir cualquier SKU de alto inventario hasta que su inventario caiga al nivel apropiado.

Tiempo: Esto se podría hacer ahora, pero es mejor hacerlo después de que se haya establecido el plan de flujo celular. En ese momento, es probable que una máquina de estirado y recocido se dedique a los productos de cuerda. (Vea la oportunidad 14).

5. Tamaño correcto del inventario de cajas de corte

Los cálculos de inventario muestran que en realidad tenemos un poco menos de inventario de cajas de corte de lo necesario para el rendimiento deseado; cuando las técnicas matemáticas

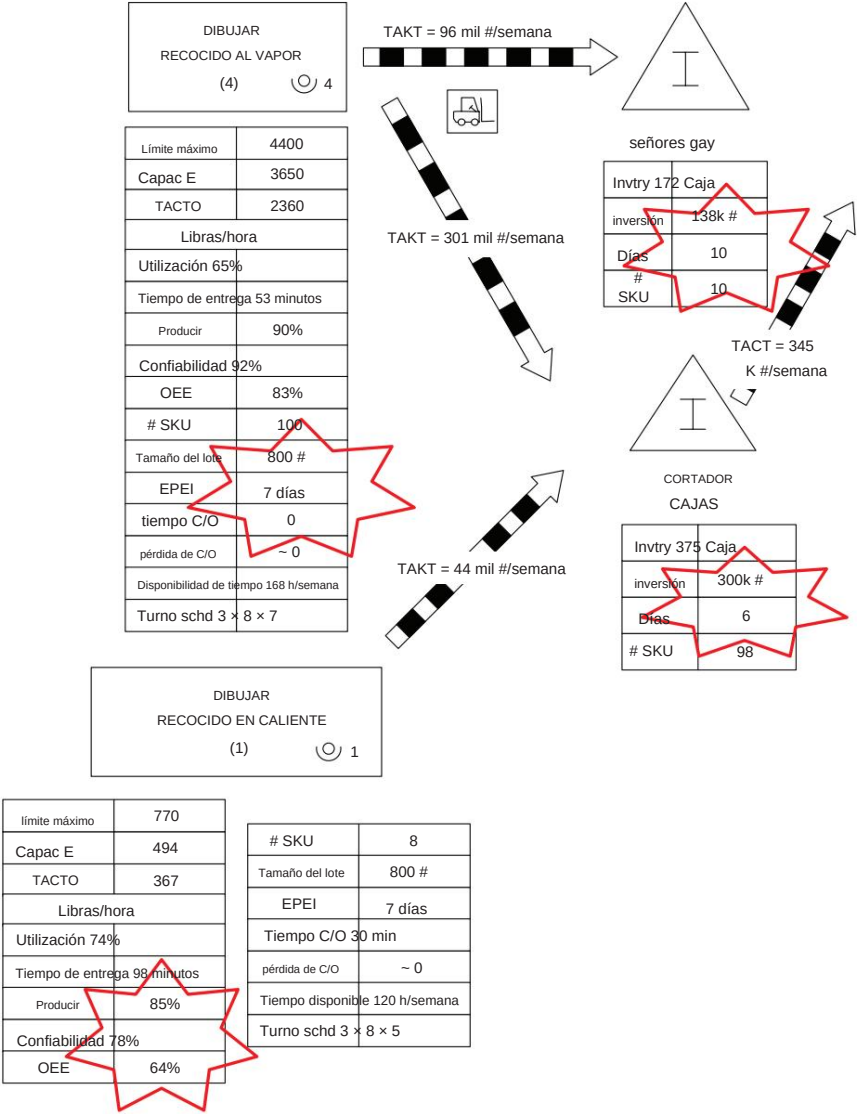


Figura 13.4 Oportunidades de inventario de estirado-recocido, Gaylord y caja de corte.

se incorporan a la gestión de inventario, a veces revela que los inventarios en realidad son más bajos de lo que deberían ser. Si fueran significativamente más bajos de lo necesario, habría sido obvio por los frecuentes desabastecimientos. En este caso, el déficit es menor; los cálculos muestran que se requieren 6,3 días para cumplir con el objetivo de nivel de servicio del 98%, en comparación con los 6 días que se tienen actualmente. Por lo tanto, el aumento recomendado es leve, pero debe hacerse. Esto aumentará el costo y, desde una perspectiva Lean, aumentará el desperdicio, pero eso es mejor que quedarse corto con los clientes. Si bien Lean detesta el desperdicio, todo lo que se haga debe basarse en el valor y el servicio para el cliente.

- Alcance de la mejora:** Incrementar el inventario de cajas de corte al nivel recomendado; use conceptos de extracción para programar el reabastecimiento.
- Beneficio:** rendimiento de entrega mejorado para nuestros clientes.

110 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

Dificultades: Nada significativo: habrá un costo único de \$12,000 más un costo anual continuo de \$4,000 a través del inventario del tamaño correcto.

Plan de implementación: Vuelva a calcular los requisitos de inventario y luego implemente el reabastecimiento de extracción para alcanzarlos.

Calendario: debe hacerse tan pronto como sea práctico para evitar una frecuencia inaceptable de desabastecimiento.

6. El inventario de productos terminados de Bale es demasiado alto

Hay dos cosas que se pueden hacer para reducir el inventario de pacas (Figura 13.5): (1) reducir el inventario de pacas al nivel necesario según la frecuencia actual de corte y paca y el tiempo de entrega, y (2) reducirlo aún más al reducir la cantidad total. ciclo productivo (EPEI).

Alcance de la mejora: Reducir el inventario de fardos a lo necesario según el rendimiento, 300 000 lb, 6,3 días. Luego implemente ruedas de productos para acortar el ciclo de producción general; dimensionar el inventario de acuerdo con los ciclos más cortos; use conceptos de extracción para programar el reabastecimiento.

Beneficio: el primer paso generará un ahorro único de \$525 000 y un ahorro anual continuo de \$142 000.

Dificultades: Deberíamos implementar una metodología de programación mejorada como ruedas de producto en las empacadoras para reducir los ciclos de campaña. Sin embargo, con una utilización actual del 88 %, será necesario mejorar la confiabilidad para que esto sea factible. Reducir el tiempo de cambio también ayudará. Por lo tanto,

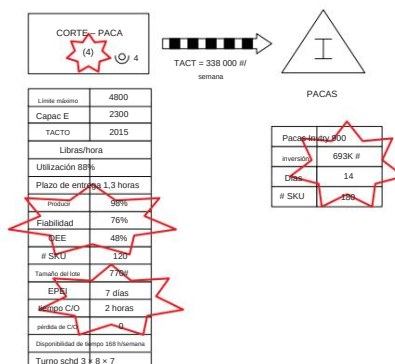


Figura 13.5 Oportunidades de inventario de corte y pacas.

la reducción de ciclos de campaña debe esperar hasta que se hayan cumplido las Oportunidades 8 y 9.

Para obtener el beneficio enumerado aquí, simplemente necesitamos calcular el inventario adecuado niveles y luego bajar a ellos.

Plan de implementación: implementar el reabastecimiento de extracción. El inventario se disminuya naturalmente al nivel requerido si deja de producir SKU de alto inventario hasta que su inventario caiga al nivel apropiado.

Calendario: Puede hacerse tan pronto como sea práctico.

Oportunidades de equipo

7. Las pérdidas de cambio de giro son altas; La utilización de la hilatura es alta

El cuadro de datos de giro (Figura 13.3) destaca que los cambios de giro toman 2 horas y desperdician 1000 lb de material. Esto equivale a la pérdida de 60 000 lb/semana, a un costo de más de \$3 millones por año. Esto es aproximadamente la mitad de la pérdida de rendimiento en todo el proceso y probablemente el desperdicio individual más grande.

Sin embargo, reducirlo no será fácil. El mejor enfoque será reducir el tiempo de cambio utilizando técnicas de reducción de cambio SMED (Single Minute Exchange of Dies). (El proceso SMED se describe en el Apéndice B).

También deberíamos encontrar una manera de reducir aún más el flujo de polímero durante un cambio, pero es menos probable que tenga éxito.

Si bien una utilización de hilatura del 90% no es una preocupación seria, es la más alta utilización en todo el proceso de producción y, por lo tanto, es más probable que se convierta en un cuello de botella si crece la demanda del producto. Cualquier cosa que se haga para reducir la utilización será un beneficio, y una reducción del tiempo de cambio lo logrará.

Alcance de la mejora: Reducir las pérdidas de cambio al reducir el cambio tiempo, utilizando técnicas SMED. El objetivo es reducir el tiempo de cambio de 2 horas a 1 hora. Al aplicar SMED, mire la mano de obra cargando el cambio para tomar el tiempo de espera.

Beneficio: Ahorros anuales continuos de \$1.6 millones a través de un cambio reducido pérdidas. OEE aumentará de 82% a 87.4%. La utilización se reducirá del 90 % al 85 % mediante la reducción del tiempo de cambio, lo que proporciona más espacio para respirar.

Dificultades: no es un hecho que podamos reducir las pérdidas a la mitad. La dificultad está en menos moderado.

Plan de implementación: Organice un evento SMED Kaizen. Para lograr los beneficios deseados, puede tomar más de una oportunidad. Entonces, el plan es realizar un evento SMED Kaizen, reducir el tiempo de cambio tanto como sea posible, estabilizar la operación en ese nivel y luego organizar otro evento Kaizen para generar otra ronda de ideas de mejora. Repita según sea necesario.

Tiempo: SMED se puede hacer tan pronto como se pueda reunir el equipo y hacer los preparativos.

112 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

8. *La confiabilidad de la empacadora es pobre*

Uno de los estallidos estelares en la Figura 13.5 señala la confiabilidad de la empacadora (76%) como un problema. Esto es una pérdida de tiempo de activos valiosos e incurre en costos de mantenimiento que claramente son un desperdicio.

Alcance de la mejora: Implementar mejores prácticas de mantenimiento para mejorar la confiabilidad de la empacadora por encima del 76 % actual. El objetivo es 82%; esto aumentaría el OEE del 48 % al 52 % y reduciría la utilización del 88 % al 81 %.

Beneficio: Reduce el costo de mantenimiento y el tiempo perdido; proporciona una mayor tolerancia a las molestias significativas. Más importante aún, este es un paso (junto con la reducción del cambio a través del tiempo a través de SMED, Oportunidad 9) hacia la reducción de EPEI (Oportunidad 10) y obtener la reducción adicional en el inventario de pacas mencionada en la Oportunidad 6, o hacia la eliminación de una empacadora (Oportunidad 11) .

Dificultades: Esta es una pieza muy compleja de equipo electromecánico.

Las fibras cortadas en longitudes muy cortas pueden entrar en los mecanismos de movimiento y causar atascos. Por lo tanto, las mejoras de confiabilidad no serán fáciles, pero eso no debería impedir un esfuerzo real para intentarlo.

Plan de implementación: implementar mejores prácticas de mantenimiento, tal vez TPM (Mantenimiento Productivo Total) y mantenimiento autónomo; involucre a mecánicos e ingenieros mecánicos en un taller Kaizen para encontrar formas de modificar las empacadoras para reducir los problemas crónicos y rediseñarlas para lograr una mayor confiabilidad. La modificación del flujo de aire dentro de la empacadora podría permitir que los finos se recolecten en el sistema de manejo de aire en lugar de en los engranajes y conexiones mecánicas.

9. *Mejora del cambio: empacadoras*

Volviendo a la Figura 13.5, vemos un tiempo de cambio de 2 horas. Reducir el tiempo de cambio de la empacadora no hará mucho más que mejorar el OEE y reducir la utilización, pero puede permitir ciclos de campaña más cortos, lo que reducirá el inventario de pacas, como se analiza en la segunda parte de la Oportunidad 6. Si esta oportunidad y la mejora de la confiabilidad en Oportunidad 8 son exitosas, eso puede permitir desconectar una empacadora, lo que ofrecería beneficios económicos en varias áreas.

Alcance de la mejora: use SMED para reducir el tiempo de cambio. Objetivo: 1 hora frente a las 2 horas actuales.

Ventaja: esta es una de las mejoras necesarias para acortar la empacadora ciclos de campaña y reducir el inventario, o desconectar una empacadora. OEE mejoraría del 48 % al 61 % y al 66 % cuando se combina con la mejora de la confiabilidad (Oportunidad 8). La utilización caería del 88% al 64%.

Dificultades: como se describió anteriormente, esta es una pieza de equipo muy compleja. ment, y debe limpiarse a fondo entre los productos. Las mejoras pueden estar en mejores herramientas y métodos de limpieza, o en la modificación de la estructura para evitar que las fibras entren tanto en los mecanismos. La dificultad se considera moderada.

Plan de implementación: planificar y ejecutar una reducción de cambio Kaizen

Evento. Como se discutió anteriormente, puede tomar más de una iteración alcanzar la meta, así que permita eventos Kaizen de seguimiento.

Calendario: se puede hacer ahora, pero debe programarse donde mejor se adapte a las prioridades de todas las mejoras que se están planificando.

10. Reducir el ciclo de campaña de la empacadora (EPEI)

Esto está fuertemente interconectado con las otras mejoras de la empacadora. Si se puede mejorar la confiabilidad (Oportunidad 8) y reducir el tiempo de cambio (Oportunidad 9), entonces debería ser sencillo reducir a la mitad el EPEI de 7 días. Sin embargo, esta oportunidad no se puede aprovechar si se elige la siguiente, suspender una empacadora para reducir los costos operativos.

Alcance de la mejora: implementar ruedas de producto de 4 días en todas las empacadoras.

(Esto supone la implementación exitosa de las Oportunidades 8 y 9, con el logro de los beneficios previstos).

Beneficio: la utilización aumentará, pero solo al 76 %, por lo que sigue siendo muy cómodo.

El inventario de balas se reducirá de 260 000 lb (5,4 días) a 150 000 lb (3,1 días).

(Esto se suma a la reducción lograda al ajustar el tamaño del inventario actual según el rendimiento actual, Oportunidad 6, y la eliminación de SKU obsoletos, Oportunidad 17). Esto generará \$150 000 en ahorros únicos y \$40 000 en ahorros anuales continuos.

Dificultades: Reducir el tiempo del ciclo de campaña utilizando una estrategia de programación de ruedas de productos será relativamente sencillo una vez que se completen las mejoras de confiabilidad y cambio. Sin embargo, una rueda de producto tan corta no se puede lograr a menos que las mejoras de confiabilidad y cambio cumplan con éxito los objetivos; el tiempo óptimo de la rueda tendrá que determinarse en función del éxito de esos esfuerzos y de la mejora que se logre.

Tiempo: Esto se hace mejor después de que Cellular Flow esté operativo, cuando se ejecutarán menos productos en cada empacadora.

Plan de implementación: Dejar de lado esta idea; Después de revisar esta y la siguiente oportunidad, el negocio decidió implementar una estrategia de programación de ruedas de productos, pero manteniendo el ciclo en 7 días. La oportunidad 11 ofrece muchos más beneficios que la rueda de 4 días y son mutuamente excluyentes.

11. Una empacadora de bolas de naftalina

Alcance de la mejora: Poner una empacadora fuera de servicio; reasignar productos a otras tres empacadoras; mantenga la empacadora en su lugar con todas las tuberías y el cableado; puede ser necesario si le sucede algo catastrófico a una de las empacadoras en funcionamiento o si crece la demanda del producto. Una empacadora fuera de línea sería muy útil para crear prototipos de modificaciones de equipos para reducir la contaminación de la fibra.

114 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

Beneficio: Esto ahorrará costos operativos en mano de obra, energía, mantenimiento, etc.

Los ahorros se estiman en \$600,000 por año.

Dificultades: Esto requiere proyectos exitosos para mejorar la confiabilidad de la empacadora y reducir el tiempo de cambio. Y esto no será factible si se toma la decisión de reducir la empacadora EPEI (Oportunidad 10); podemos hacer eso o esto, pero no ambos. Pero esta es la mayor oportunidad por orden de magnitud: \$600,000 anuales frente a \$40,000.

Tiempo: esto debe hacerse después de que las mejoras en la confiabilidad de la empacadora y el cambio (Oportunidades 8 y 9) sean exitosas, pero antes de que se implemente el flujo celular.

12. Desperdicios de rendimiento y estirado de laminación en caliente: recocido

La máquina de laminación en caliente (Figura 13.4) tiene una serie de grandes desperdicios asociados: bajo rendimiento, baja confiabilidad y largos tiempos de cambio en comparación con las máquinas de recocido al vapor. En lugar de gastar mucho tiempo y dinero para tratar de mejorar todos estos factores, sería mejor deshacerse de la máquina de laminación en caliente y trasladar sus productos a las máquinas de recocido al vapor.

Alcance de la mejora: Poner fuera de servicio la máquina de laminación en caliente y desmontarla. Ejecute los productos de laminación en caliente en las máquinas de recocido al vapor.

Beneficio: si los productos fabricados en la máquina de laminación en caliente se fabricaron en las máquinas de recocido al vapor, el rendimiento probablemente sería un 5% más alto, ahorrando \$135,000 anuales en costos de materiales. Poner fuera de servicio la máquina de laminación en caliente reduce el costo operativo de la planta en \$300,000 por año.

Dificultades: El desarrollo del proceso y la prueba tendrían que hacerse en los ocho productos que actualmente se fabrican en la máquina de laminación en caliente para que puedan fabricarse con éxito en las máquinas de recocido al vapor. No parece haber ninguna razón técnica por la que esto no tenga éxito, por lo que es solo una cuestión de encontrar las condiciones y configuraciones de proceso correctas y luego demostrar un rendimiento aceptable. Este desarrollo es un costo único, mientras que los ahorros son beneficios anuales continuos. Mover estos productos aumentará la utilización en las máquinas de recocido al vapor, del 65 % al 75 %, lo que sigue siendo muy cómodo.

Plan de implementación: desarrollar las condiciones del proceso para ejecutar el rodillo caliente productos en las máquinas de recocido al vapor; calificar los productos con muestras y pruebas de clientes. Luego apague, desmonte y retire la máquina de rodillos calientes.

Tiempo: esto debe comenzar tan pronto como los especialistas en desarrollo de procesos están disponibles.

13. Reactor polimérico Mothball One

Los estallidos estelares en la Figura 13.2 destacaron que los tres reactores de polímero tienen una utilización de solo el 52 % y llegarán a solo el 53 % con la rueda de producto de 2 días.

requerido en la Oportunidad 2. Por lo tanto, dos reactores tienen capacidad más que suficiente para procesar el Takt completo.

Alcance de la mejora: Poner fuera de servicio un reactor de polímero. Dejarlo en su lugar, completamente canalizado y cableado por ahora, ya que se espera que la demanda aumente con el tiempo y puede ser necesario en el futuro. Esto dará como resultado que los dos reactores restantes se utilicen el 81% del tiempo.

Beneficio: El costo operativo anual total de cada reactor es de \$1,4 millones, principalmente en los costos de energía para mantener las altas temperaturas del recipiente requeridas para la polimerización; desconectar un reactor ahorrará aproximadamente 1,2 millones de dólares.

Dificultades: Ninguna prevista; la implementación será simplemente una cuestión de reallo productos de cating entre los dos reactores operativos.

Tiempo: Se puede hacer de inmediato.

Oportunidades en todo el sistema

14. Implementar flujo celular virtual

El flujo celular y sus beneficios se describen en el Apéndice C. Básicamente, hay dos pasos involucrados: (1) agrupar el equipo en celdas de flujo virtuales como se muestra en la Figura 13.6, con rutas de flujo dedicadas para que el material del reactor de polímero 1 alimente solo máquinas giratorias 1 y 2, por ejemplo. Esto reduce la variación en el producto final y hace que el flujo sea mucho más fácil de manejar. (2) Divida la línea de productos en familias con características de procesamiento similares y dedique cada familia a una celda específica. Esto simplifica aún más la gestión del flujo y, en general, hace que los cambios sean más rápidos y menos derrochadores. El diseño de la rueda de productos se vuelve más fácil porque se ejecutan menos productos en cualquier equipo específico.

Alcance de la mejora: Implemente el flujo celular virtual como se muestra en Figura 13.6; reasignar productos entre las celdas de una manera que minimice las variaciones de productos en cualquier celda específica.

Beneficios: Los beneficios aquí se encuentran principalmente en la reducción de la variabilidad y patrones de flujo mucho más estandarizados. Casi siempre hay un beneficio económico significativo, pero en formas que son difíciles de predecir antes de la implementación.

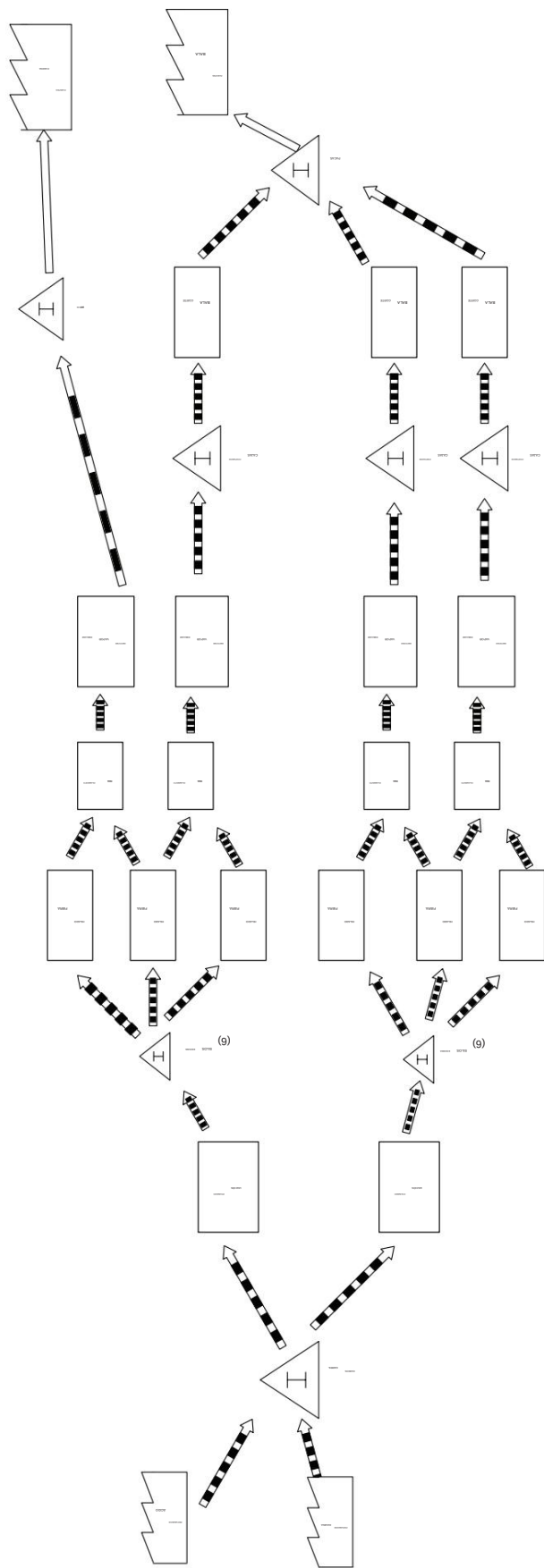
Es muy probable que el rendimiento mejore debido a cambios de formato más breves y sencillos.

Es probable que el rendimiento en el reinicio mejore debido a cambios más simples. Los

beneficios económicos completos no se pueden cuantificar hasta que se analicen y asignen las familias de productos.

Dificultades: Nada significativo.

Plan de implementación: realice un análisis del diseño de la planta para determinar las rutas de flujo más sencillas y un análisis exhaustivo de todas las familias de productos para agrupar los productos más similares en una celda. Documentar el



rutas de flujo, pinte líneas de flujo en el piso y cuelgue letreros para que los nuevos patrones de flujo sean obvios. Documentar las asignaciones de familias de productos.

Tiempo: Esto se hace mejor cuando se ha establecido la configuración futura del equipo, es decir, después de que la máquina de recocido de rodillos en caliente, un reactor de polímero y una empacadora estén fuera de servicio.

15. FIFO de tina de filamento después de la implementación de celdas virtuales

Debido a que las máquinas de recocido al vapor (Figura 13.4) tienen cero tiempo de cambio y cero pérdidas de cambio, no hay razón para que sigan una secuencia específica o ejecuten campañas largas. Por lo tanto, podrían seguir la secuencia de hilado y simplemente recocer cualquier producto que se esté hilando actualmente. Sin embargo, cada máquina de recocido al vapor se alimenta de dos máquinas de hilar, por lo que se requiere algo de amortiguación. Una máquina de recocido al vapor tarda menos de una hora en procesar una tina de filamento, por lo que tendría sentido que una máquina de recocido al vapor procesara, digamos, seis tinas de una máquina de hilar y luego procese seis tinas de la otra.

Por lo tanto, el inventario en el búfer Primero en entrar, primero en salir (FIFO) en cualquier momento sería solo unas pocas tinas, mucho menos que un día de inventario.

Alcance de la mejora: reemplazar el inventario planificado de tubos de filamentos con FIFO.

Beneficio: Ahorros únicos de \$425,000 y ahorros anuales continuos de \$114,000 a través de un inventario reducido. Estos números están por encima y más allá del beneficio de dimensionar correctamente el inventario de tubos de filamentos para que coincida con el rendimiento actual; ya nos hemos atribuido el mérito de eso en la Oportunidad 3.

Dificultades: Depende de la dificultad de implementar celdas virtuales, que depende un poco de eliminar el recocido de rollos en caliente. Ninguno de estos se considera particularmente difícil.

Plan de implementación: después de que las celdas virtuales estén en su lugar, administre el filamento inventarios de cubetas como FIFO en lugar de inventario planificado.

Tiempo: esto se puede hacer tan pronto como las celdas virtuales estén en su lugar.

16. Implemente el reabastecimiento de extracción en todo el flujo de valor

Un estallido estelar en la parte del flujo de información de la figura 12.5 resaltó que la programación actualmente no está coordinada; cada área se programa a partir de un pronóstico mensual, sin tener en cuenta las condiciones de proceso actuales o los inventarios. Esta es una causa importante de los altos inventarios que se ven en el VSM.

Cada una de las oportunidades de inventario descritas anteriormente (1 a 6) incluye la implementación de conceptos de extracción para lograr las reducciones de inventario objetivo. Por lo tanto, la extracción se implementará como parte de los planes de implementación de estas oportunidades de inventario y los beneficios del reabastecimiento de extracción ya se han contabilizado. Suman \$1.37 millones en ahorros únicos y ahorros anuales continuos de \$370,000. Estos beneficios de atracción se tabulan en la figura 13.7. El total

118 ¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

ÁREA	BENEFICIOS TOTALES DEL INVENTARIO (K\$)		SOLAMENTE BENEFICIOS EXTRAIBLES (K\$)	
	UNA VEZ	ANUAL	UNA VEZ	ANUAL
vagones de ferrocarril	\$240	\$65	\$240	\$65
Escama	\$365	\$98	\$365	\$98
Filamento	\$200	\$56	\$200	\$56
FIFO de filamento	\$425	\$114		
señores gay	\$60	\$16	\$60	\$16
Cajas cortadoras	(\$12)	(\$4)	(\$12)	(\$4)
Fardos	\$525	\$140	\$525	\$140
SKU de baja demanda	\$60	\$16		
TOTAL	\$1,800	\$500	\$1,370	\$370

Figura 13.7 Resumen de los beneficios de la oportunidad de inventario.

También se muestran los beneficios de inventario, que incluyen los que provienen de dimensionar correctamente los inventarios en función del rendimiento actual.

17. Elimine los 60 SKU de demanda muy baja

De los 180 productos embalados disponibles, solo 120 se fabrican de forma regular; el resto son productos relativamente obsoletos con poca o ninguna demanda. Sin embargo, se enumeran en el catálogo y se lleva un inventario en caso de que se reciba un pedido. Esto destaca la necesidad de que la empresa tenga un proceso de gestión de cartera más eficaz, pero, como mínimo, estos productos deben eliminarse del catálogo y el inventario debe eliminarse para capturar cualquier valor que haya.

Alcance de la mejora: elimine estos SKU de muy baja demanda del cata

registro de productos disponibles. Deshágase del inventario actual de estos productos de cualquier manera que genere la mayor cantidad de ingresos.

Beneficio: reduce la complejidad; elimina el desorden en el catálogo, las hojas de cálculo y los datos maestros. Saca aproximadamente \$60 000 del inventario y ahorra \$16 000 anuales en costos de manejo de inventario.

Dificultades: Requiere acuerdo de gestión: Gerente Comercial, Marketing Gerente.

Plan de implementación: seleccione los productos candidatos, desarrolle una propuesta de caso y preséntelo a la gerencia. Elimine estos productos de todos los datos maestros y hojas de cálculo y venda cualquier inventario restante (siempre que no canibalice productos rentables).

Tiempo: Se puede iniciar ahora.

Resumen

Los estallidos estelares en la figura 12.5 dramatizaron que hay mucho que se puede hacer para mejorar el rendimiento del proceso y reducir el desperdicio y el costo, y el alcance que acabamos de hacer lo ha reforzado. También hizo evidente que muchos

NÚMERO	OPORTUNIDAD	UNA VEZ BENEFICIO (K\$)	EN CURSO BENEFICIO (K\$)	BENEFICIO PUNTAJE	FACTIBILIDAD
1	El inventario de materias primas en los vagones de ferrocarril es demasiado alto	\$240	\$65	2	5
	El inventario de 2 hojuelas es alto	\$365	\$98	3	5
3	El inventario de filamentos es alto	\$200	\$56	2	5
4	El inventario de productos terminados de cuerda en gaylords es alto	\$60	\$16	2	5
5	Tamaño correcto del inventario de la caja de corte	(\$12)	(\$4)	3	5
6	El inventario de productos terminados es demasiado alto	\$525	\$140	3	5
7	Las pérdidas por cambio de hilatura son altas; hilado la utilización es alta	\$0	\$1,600	5	3
8	La fiabilidad de la empacadora es baja			4	2
9	Mejora del cambio: empacadoras			4	2
10	Reducir el ciclo de campaña de la empacadora	\$150	\$40	2	2
11	Bola de naftalina una empacadora	\$0	\$600	4	2
12	Recocido y estirado de laminación en caliente: desperdicios de confiabilidad y rendimiento	\$0	\$435	4	4
13	Bola de naftalina un reactor de polímero	\$0	\$1,200	5	5
14	Implementar flujo celular virtual			4	4
15	Filament tub FIFO después de la implementación de celdas virtuales	\$425	\$114	3	4
	Implementar el reabastecimiento de extracción en todo el valor Arroyo	Los beneficios se tuvieron en cuenta en las oportunidades 1 a 6			
17	Elimine los 60 SKU de demanda muy baja	\$60	\$16	2	4
		\$2,000	\$4,400	5yAlto	5yFácil
				3yModerado	3yModerado
				1-bajo	1-difícil

Figura 13.8 Resumen de beneficios de oportunidad y factibilidad.

de las posibilidades de mejora están interconectadas y son interdependientes y, por lo tanto, deben realizarse en una secuencia bien coordinada. También vimos que algunas (Oportunidades 10 y 11) son mutuamente excluyentes, que si bien cada una ofrece beneficios, no se pueden hacer ambas, por lo que se debe tomar una decisión.

El beneficio y la factibilidad de cada una de las oportunidades contempladas se resumen en la Figura 13.8. Se ha hecho todo lo posible para separar los beneficios de esas oportunidades interdependientes para que las estimaciones de beneficios no se dupliquen. Los beneficios se califican en una escala de 1 a 5, donde 5 es un beneficio alto y 1 es un beneficio bajo. Los beneficios continuos tienen prioridad sobre los beneficios únicos en esta puntuación. La factibilidad, la probabilidad de una implementación exitosa, se califica en una escala similar de 1 a 5. Esta calificación, especialmente la factibilidad, es algo subjetiva, pero está bien porque su función principal es asegurarse de que las expectativas se establezcan de manera realista.

Si bien todas estas cosas valen la pena y deben hacerse, no todas pueden ser hecho a la vez, por lo que se debe desarrollar un enfoque por etapas, un plan multigeneracional, para avanzar hacia el estado futuro ideal en pasos lógicos y coordinados. Los siguientes dos capítulos nos guiarán a través de un proceso de clasificación y priorización y la determinación de la mejor secuencia para la implementación de modo que se puedan desarrollar las diversas generaciones de futuros VSM estatales.

capítulo 14

Estrategia y secuencia de implementación

Estrategia para la Implementación de Mejoras

Hemos identificado 17 oportunidades para mejorar el rendimiento del proceso en función de lo que aprendimos del VSM del estado actual. Los 17 tuvieron beneficio, la mayoría de ellos un beneficio significativo. Aunque algunas fueron difíciles, ninguna fue imposible; casi todos ofrecen suficiente potencial como para que valga la pena seguirlos. Además, Lean nos enseña a no tolerar ningún despilfarro, sino a ser diligentes en eliminarlo, proporcionando así más motivación para perseguir incluso las oportunidades más difíciles.

Por lo tanto, la pregunta ahora es cómo capturar las oportunidades.

A menudo existe la tendencia de buscar primero los que ofrecen el mayor beneficio, especialmente aquellos con una alta probabilidad de éxito. Eso debe equilibrarse con la realidad de que algunas mejoras tendrán mucho más éxito si se retrasan hasta que se hayan completado otras mejoras, quizás menos beneficiosas individualmente. Algunas de las mejoras de menor valor sientan las bases para las mejoras de mayor valor al crear una base sobre la cual se pueden implementar más fácilmente. Por ejemplo, suspender una empacadora (Oportunidad 11) es una de las oportunidades económicamente más beneficiosas que encontramos, pero no será práctico hasta que se mejore la confiabilidad de las otras empacadoras (Oportunidad 8) y se reduzcan sus tiempos de cambio (Oportunidad 9).

Por lo tanto, se necesita una estrategia de implementación, una que impulse la implementación en una secuencia adecuada, pero aun así capturar las mejoras de valor muy alto con relativa rapidez. También existe la necesidad de organizar las mejoras en un cronograma que no abrume a las personas que se requieren para la implementación y que no les haga perder el enfoque; no se les puede pedir que hagan demasiadas cosas a la vez. También queremos evitar implementar una mejora cuando

122 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

el trabajo tendrá que repetirse después de que se complete otra mejora.

Por ejemplo, la mayor parte del trabajo de la rueda de productos se podría hacer antes, pero tendría que volver a hacerse después de que las celdas virtuales estén en su lugar porque eso puede cambiar la línea de productos en cada pieza del equipo.

Los principios básicos para secuenciar las mejoras son los siguientes:

- fi Generalmente hay una secuencia lógica en la que las mejoras completadas establecen el escenario para otras mejoras, donde tener algunas de las mejoras en su lugar hace que las mejoras adicionales sean más fáciles de implementar o proporciona una mayor probabilidad de éxito. Esta secuencia lógica debe tener la máxima prioridad a la hora de determinar el orden general de implementación.
- fi Las oportunidades de alto beneficio deben realizarse tan pronto como sea práctico, pero no en a expensas de seguir un camino lógico.
- fi Las cosas deben implementarse en una secuencia que elimine la repetición del trabajo. Por ejemplo, las ruedas de productos deben diseñarse después de que las celdas estén en su lugar porque el proceso de diseño celular probablemente cambiará la asignación de productos a equipos específicos y, por lo tanto, los diseños de ruedas.
- fi Las implementaciones deben eliminarse gradualmente según sea necesario para evitar la sobrecarga los implementadores.

Un plan estatal de futuro multigeneracional generalmente se desarrolla cuando hay un gran número de oportunidades por aprovechar, como las 17 con Riverside Fibers.

Estados futuros de la planta de fibras de Riverside

La Figura 14.1 muestra la lista completa de oportunidades encontradas en el VSM del estado actual de Riverside Fiber, ordenadas primero por beneficio y luego por factibilidad. La clasificación de beneficios va del 1 al 5, donde 5 representa el beneficio más alto, 3 un beneficio moderado y 1 un beneficio muy bajo. Al calificar cada beneficio, se consideraron factores no económicos, como mejoras en el flujo y reducciones en el tiempo de entrega. Es por eso que Opportunity 14, flujo celular virtual, obtuvo un puntaje de beneficio de 4 a pesar de que no tiene un beneficio económico calculable. La mayoría de las oportunidades mostraban algún grado de beneficio económico, y para ellas se daba mucho más peso al beneficio continuo que al beneficio único, por razones obvias.

La factibilidad también se calificó en una escala de 1 a 5, donde 5 representa una implementación muy fácil y 1 una implementación muy difícil o con baja probabilidad de éxito.

También se muestra el tiempo; "ahora" significa que la oportunidad podría ser se acercó ahora, pero podría esperar si hay una buena razón para retrasarlo.

La figura 14.2 muestra la puntuación de beneficio y viabilidad como una matriz X-Y. Esto es útil para comunicar los resultados de este análisis a otros; hace evidente que Opportunity 13 (bola de naftalina un reactor de polímero) tiene un beneficio muy alto con muy poca dificultad prevista para lograrlo. Por el contrario, la Oportunidad 10

Category		Sub-category		Value		Total	
Electronics	Smartphones	2	2	\$40	\$150		
	Tablets	4	2	\$16	\$60		
	Laptops	5	2	\$16	\$60		
	Smart TVs	5	2	\$56	\$200		
	Smart Home Devices	5	2	\$65	\$240		
	Smart Speakers	4	3	\$114	\$425		
	Smart Locks	5	3	(\$4)	(\$12)		
	Smart Thermostats	5	3	\$98	\$365		
	Smart Light Bulbs	5	3	\$140	\$525		
	Smart Doorbells	2	4				
Home Improvement	Paint	2	4				
	Tools	2	4				
	Lighting	2	4				
	Decor	2	4				
Furniture	Sofas	2	4				
	Armchairs	2	4				
	Tables	2	4				
	Seating	2	4				
Kitchen	Refrigerators	2	4				
	Ovens	2	4				
	Dishwashers	2	4				
	Stoves	2	4				
Bathroom	Toilets	2	4				
	Sinks	2	4				
	Shower	2	4				
	Bathtub	2	4				
Bedroom	Bedframes	2	4				
	Mattresses	2	4				
	Dressers	2	4				
	Wardrobes	2	4				
Living Room	TVs	2	4				
	Decorative Items	2	4				
	Plants	2	4				
	Artwork	2	4				
Outdoor	Patio Furniture	2	4				
	Grills	2	4				
	Swimming Pools	2	4				
	Landscaping	2	4				
Miscellaneous	Books	2	4				
	Games	2	4				
	Music	2	4				
	Other	2	4				

124 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

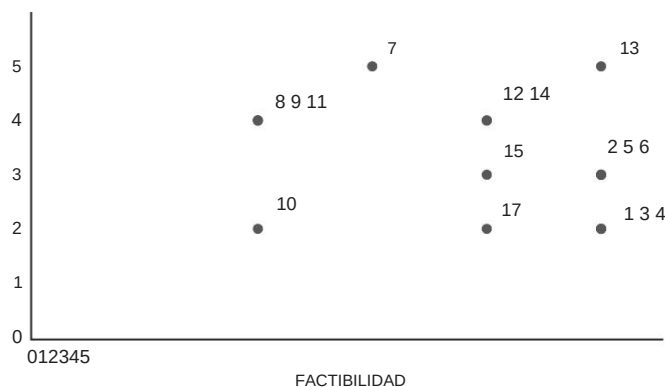


Figura 14.2 Matriz de beneficio-factibilidad.

(reducir el ciclo de la campaña de la empacadora) tiene un beneficio relativamente bajo y una viabilidad baja. Eso contribuyó a la decisión de descartar esta oportunidad, junto con el hecho de que no se puede hacer tanto con Opportunity 11 como con Opportunity 11.

Debido a la cantidad de mejoras a implementar, hemos decidido escenificarlas en tres fases. Por lo tanto, hemos definido un estado futuro 1, que incorpora la primera generación de mejoras, y un estado futuro 2 y 3. La columna de la derecha de la Figura 14.3 enumera la generación de estado futuro para cada oportunidad, y el gráfico se ha reordenado por generación.

Estado futuro Generación 1

El estado futuro 1 incluirá las mayores oportunidades de beneficios: suspender un reactor de polímero, deshacerse de la máquina de estirado y recocido de laminación en caliente y reducir las pérdidas por cambio de hilatura. Estos no dependen de ninguna de las otras oportunidades, por lo que no hay razón para no comenzar de inmediato. Los proyectos serán impulsados por Operaciones, con el apoyo de Tecnología en el trabajo de desarrollo de procesos requerido para ejecutar productos laminados en caliente en las máquinas de recocido al vapor y en la búsqueda de formas de reducir aún más el flujo de polímero durante los cambios de hilado.

El resto de las implementaciones de Generación 1 son las reducciones de inventario logradas al equilibrar los inventarios con lo necesario para respaldar el desempeño actual. Las reducciones de inventario que dependen de otras implementaciones exitosas se encuentran en generaciones posteriores. Estas mejoras serán propiedad de la función de Planificación y Programación de la Producción.

La Figura 14.4 ilustra cómo se alinean las oportunidades que componen la futura Generación 1 del estado en la matriz Beneficio-Factibilidad.

Futuro Estado Generación 2

El estado futuro 2 se centrará en las empacadoras. El objetivo principal es eliminar una empacadora (oportunidad 11); pero para que eso sea posible, el rendimiento de las otras empacadoras

[illegible]

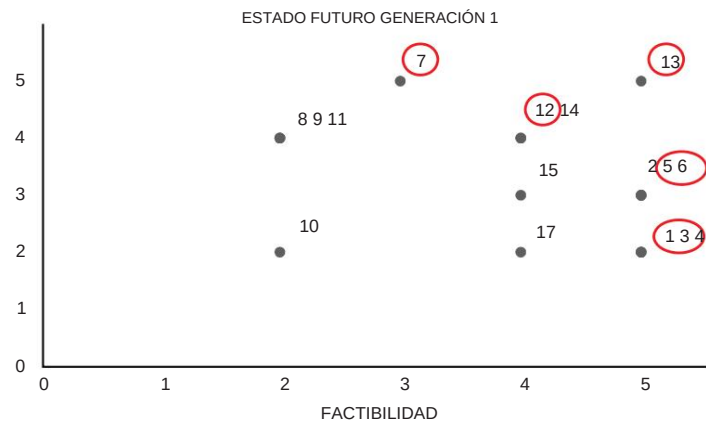


Figura 14.4 Matriz de factibilidad-beneficio de generación 1 del estado futuro.

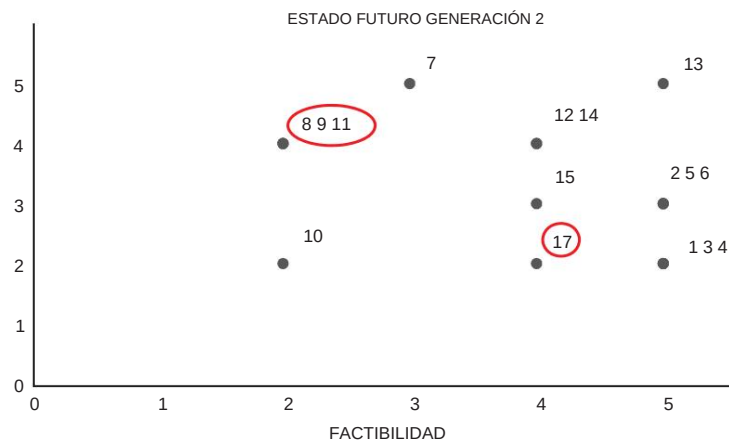


Figura 14.5 Matriz de factibilidad-beneficio de generación 2 del estado futuro.

debes improvisar. Por lo tanto, esta generación incluye el esfuerzo de mejora de la confiabilidad de la empacadora y el programa de reducción del cambio. Si cumplen sus objetivos, el OEE de la empacadora mejorará al 66 % y la utilización se reducirá al 64 %, lo que hará que la inactividad de una empacadora sea práctica.

La función de Operaciones será propietaria de todos estos programas, por lo que este trabajo debe esperar hasta que las mejoras de Generación 1 que requieren soporte de Operaciones (13, 7 y 12) se hayan completado con éxito.

La generación 2 también incluye obtener un acuerdo de marketing y negocios. gestión para eliminar los 60 productos obsoletos de la cartera.

La Figura 14.5 ilustra cómo se alinean las oportunidades que componen la futura Generación 2 del estado en la matriz Beneficio-Factibilidad.

Futuro Estado Generación 3

La implementación de la fabricación celular y las oportunidades que se benefician de los patrones de flujo celular y la asignación de productos son el enfoque de la Generación 3.

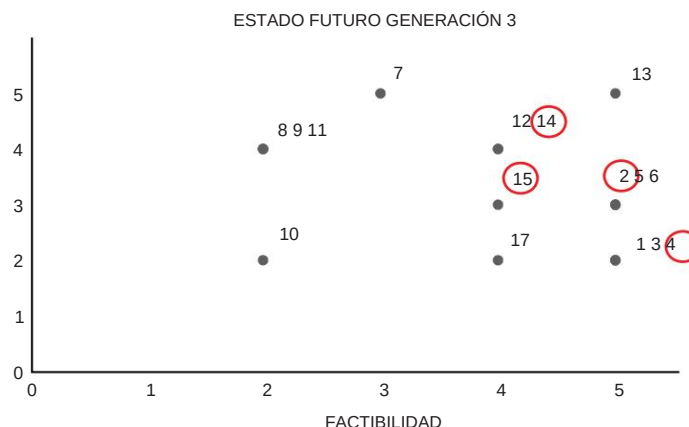


Figura 14.6 Matriz de factibilidad-beneficio de la generación 3 del estado futuro.

Esto incluye la Oportunidad 2, la implementación de ruedas de productos en los reactores de polímero, y la Oportunidad 4, donde todos los productos de cuerda fluirán a través de un recocido de vapor. El flujo celular también es el facilitador de los FIFO entre hilado y recocido.

La Figura 14.6 ilustra cómo se alinean las oportunidades que componen la futura Generación 3 del estado en la matriz Beneficio-Factibilidad.

El flujo celular incluye el trabajo realizado por Operaciones para determinar las mejores rutas de flujo y por Técnico para decidir la asignación de productos más adecuada para cada celda. La planificación y programación de la producción determinará los nuevos objetivos de inventario para los reactores de polímero y el recocido de vapor de cuerda.

El plan multigeneracional presentado anteriormente es lógico, captura los mayores beneficios rápidamente y elimina gradualmente la carga de trabajo de los grupos de trabajo afectados. Por lo tanto, satisface los principios enumerados anteriormente. Sin duda, hay otras secuencias que cumplirán con los criterios, por lo que esta es solo una de varias rutas de implementación adecuadas. Por ejemplo, las implementaciones se podrían haber dividido en más fases, para suavizar el trabajo de Operaciones y Técnico.

Los representantes de esas funciones deben estar muy involucrados en la determinación de la secuencia y las fases de implementación del estado futuro porque son los que mejor entienden su carga de trabajo y sus limitaciones. Las personas de otras funciones afectadas también deben tener voz en esta planificación.

Resumen

Todo el esfuerzo que se ha invertido en el desarrollo del VSM se habrá desperdiciado a menos que se tomen medidas para resolver los problemas observados y reducir los desperdicios resaltados en el mapa. La planificación de la implementación es un paso crítico en el proceso y tiene una influencia muy significativa en el éxito de las mejoras y, en última instancia, en el valor del trabajo de mapeo.

Se debe resistir la tendencia de perseguir primero las oportunidades de mayor beneficio, a menos que ocurran temprano en un plan lógico bien desarrollado. Implementación

128 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

las actividades deben programarse de manera que los primeros éxitos construyan una base para las mejoras posteriores, y las mejoras posteriores no hagan que las tareas de mejora anteriores tengan que repetirse.

Ahora que se ha desarrollado un plan de implementación lógico y exhaustivo, el siguiente paso es generar VSM de estado futuro para ilustrar cómo se comportará el proceso a medida que se complete cada generación de mejoras. Eso proporcionará una imagen clara de por qué se está haciendo el trabajo y de su valor en el rendimiento mejorado del proceso y, por lo tanto, proporcionará una fuerte motivación para seguir adelante con las tareas de mejora.

Capítulo 15

Mapas de flujo de valor de estado futuro

¿Por qué un Estado Futuro VSM?

En el último capítulo, construimos un plan de tres generaciones para implementar las mejoras clave siguiendo un camino lógico, uno que generará las mayores oportunidades de beneficio rápidamente y de una manera que no sobrecargará a las personas necesarias para hacer el trabajo. Los VSM de estado futuro son una excelente manera de ilustrar los cambios, cómo mejorarán el flujo del proceso y cómo se beneficiará el rendimiento del proceso. Estos mapas crean una visión de cómo se verá un proceso mucho más libre de desperdicios y cómo se comportará. La visión representada en estos mapas brinda un recordatorio de los objetivos de desempeño específicos que estamos buscando y, por lo tanto, una fuerte motivación para trabajar diligentemente para hacerlos realidad.

Los mapas también proporcionan un marco para discutir y evaluar cualquier se están considerando cambios que no se basan en el análisis VSM pero que se presentaron de forma independiente. Los ejemplos podrían incluir agregar una nueva familia de productos a la línea, desarrollar mejoras en el proceso de recocido al vapor o productos de corte y empaquetado para clientes que actualmente compran nuestro cable para cortarse ellos mismos y ahora quieren subcontratar esa operación. El mapa de estado futuro es una línea de base que se puede usar para calcular el efecto que cualquiera de estos cambios tiene en Takt, la utilización, la cantidad de cambios y, por lo tanto, el OEE y los niveles de inventario.

El valor de un plan multigeneracional, con las diversas mejoras agrupadas en varias fases discretas, es que mantiene a los equipos de implementación enfocados en una cantidad limitada de cosas en cualquier momento y las logra en una secuencia coordinada de actividades interrelacionadas. mejoras La alternativa, una lista de proyectos priorizados que se realizarán cuando los recursos estén disponibles, puede tender a robar el esfuerzo de mejora general de una perspectiva de sistemas y hacer que sea menos probable comprender la sinergia de las combinaciones de mejoras.

Una realidad importante: las cosas más allá de nuestro control directo pueden (¡cambiarán!) el proceso de mejora. Hay fuerzas externas aparte de nuestra mejora.

130 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

esfuerzos que provocan el cambio. Es importante mantener los mapas actualizados, tanto con las oportunidades a medida que se implementan para reflejar las mejoras en el desempeño del proceso, como para capturar otros cambios causados por eventos más allá de nuestros esfuerzos.

El mapa de estado futuro de la generación que se está implementando actualmente debería actualizarse con datos de rendimiento reales a medida que las mejoras se completan con éxito. El mapa de estado futuro de la próxima generación también debe actualizarse si alguna diferencia con los objetivos de la generación actual afecta a la próxima generación.

El entusiasmo y la energía para avanzar con cada estado futuro sucesivo no deben pasar por alto los principios de la buena gestión del cambio y el trabajo estándar. A medida que se completan los cambios, deben documentarse y comunicarse. Se deberán redactar nuevos procedimientos en su caso, con formación de todos los grupos de trabajo afectados.

Mapa del estado futuro 1

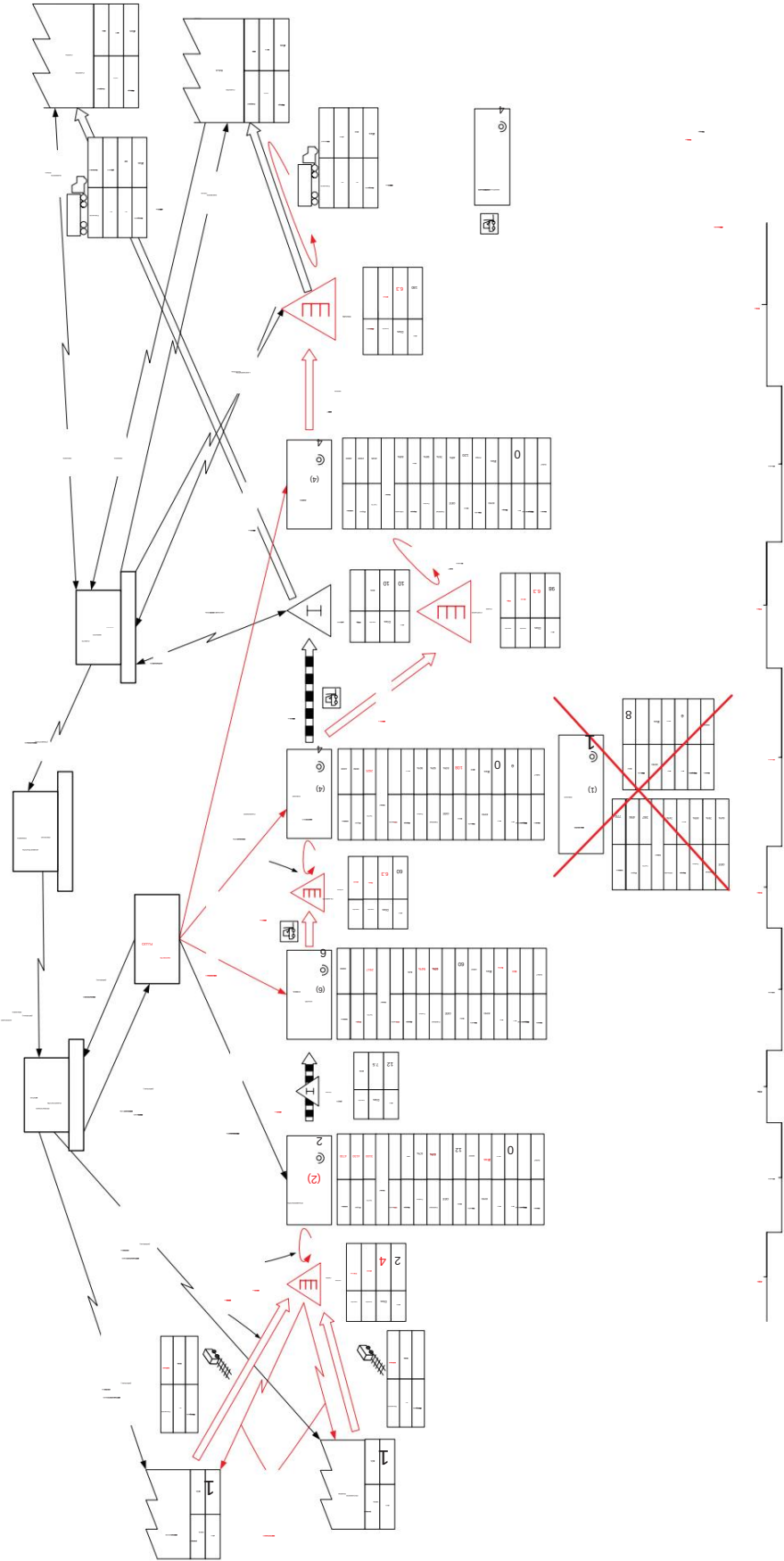
La Figura 15.1 muestra el VSM de estado futuro para la Generación 1, con todos los cambios resaltados en color. Algunas de las características más significativas de esta generación son:

- Se redefine el rol del Supervisor de Producción. Él o ella debe convertirse mucho menos en un supervisor y más en un entrenador para las personas que le reportan. Él o ella se enfocará menos en administrar el equipo y mucho más en administrar el flujo de material a través del proceso.

Se pondrán en marcha sistemas de gestión visual para facilitar esta transformación. Esta persona pasará más tiempo en el piso revisando la información de flujo en los tableros de visualización y ayudando a los operadores a resolver los problemas. En reconocimiento de las responsabilidades redirigidas, el título cambiará de Supervisor de Producción a Gerente de Flujo.
- El proceso de pedido de materia prima cambiará. Los proveedores seguirán recibiendo una previsión mensual de necesidades de material, pero solo para su información y para sus procesos de planificación. Las liberaciones de material ahora serán generadas por el estado actual del inventario de vagones, de acuerdo con los principios de extracción. Los proveedores de materias primas reciben una señal cuando el nivel de adípico o diamina cae por debajo de un punto de pedido. El inventario de vagones se ha reducido a la mitad debido a esta mejora.
- Uno de los reactores de polímero ha sido puesto fuera de servicio y el

El ciclo de campaña de los dos restantes se ha reducido a dos días. Esto permitiría una reducción significativa en el inventario de hojuelas en los silos, pero eso se pospuso hasta más tarde porque las personas que establecen y administran los objetivos de inventario están ocupadas con algunas de las otras mejoras.
- Se ha desmontado y retirado la máquina de estirado-recocido de rodillos en caliente. Su

los productos ahora se ejecutan en las máquinas de recocido al vapor. Esto ha mejorado el rendimiento promedio combinado del paso de estirado y recocido, por lo que ahora necesitamos que ingrese un poco menos de material para estirar el recocido porque lo desperdiciamos menos. Así, el Takt del filamento procedente del hilado se ha reducido ligeramente.



132 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

- Los tiempos de cambio de máquina de hilar se han reducido drásticamente a la mitad aumentar el rendimiento de la hilatura. En consecuencia, se ha reducido el Takt de hojuelas requerido por el hilado.
- Además del inventario de vagones, el inventario de tubos de filamentos, el inventario de cajas de corte y el inventario de pacas ahora se administran como supermercados de acuerdo con los principios de extracción. Los inventarios de filamentos y balas se han reducido sustancialmente. Como se discutió anteriormente, el inventario de cajas de corte había sido marginal en el pasado, por lo que se ha incrementado ligeramente.
- Para evitar sobrecargar la sección de Planificación de la producción, aún no hemos implementado pull durante todo el proceso. La producción de escamas y cuerdas para Gaylords continuará basándose en los pronósticos por ahora; pull se implementará en esos productos en el futuro estado 3.

Algunos números en los cuadros de datos pueden ser diferentes de los que se enumeran en el Capítulo 13 cuando se analizó cada oportunidad, debido al beneficio sinérgico de realizar varias mejoras simultáneamente. Por ejemplo, cuando se analizó la oportunidad del reactor de polímero (13), se predijo que con solo dos reactores en línea, la utilización sería del 81 %. Vemos ahora que será del 75% porque el Takt se ha reducido por la mejora del cambio de giro.

Al calcular los beneficios de las oportunidades potenciales, debemos tratar cada una por separado y no asumir que se implementarán otras. Por lo tanto, no es inusual que los números mejoren cuando las oportunidades se implementan juntas.

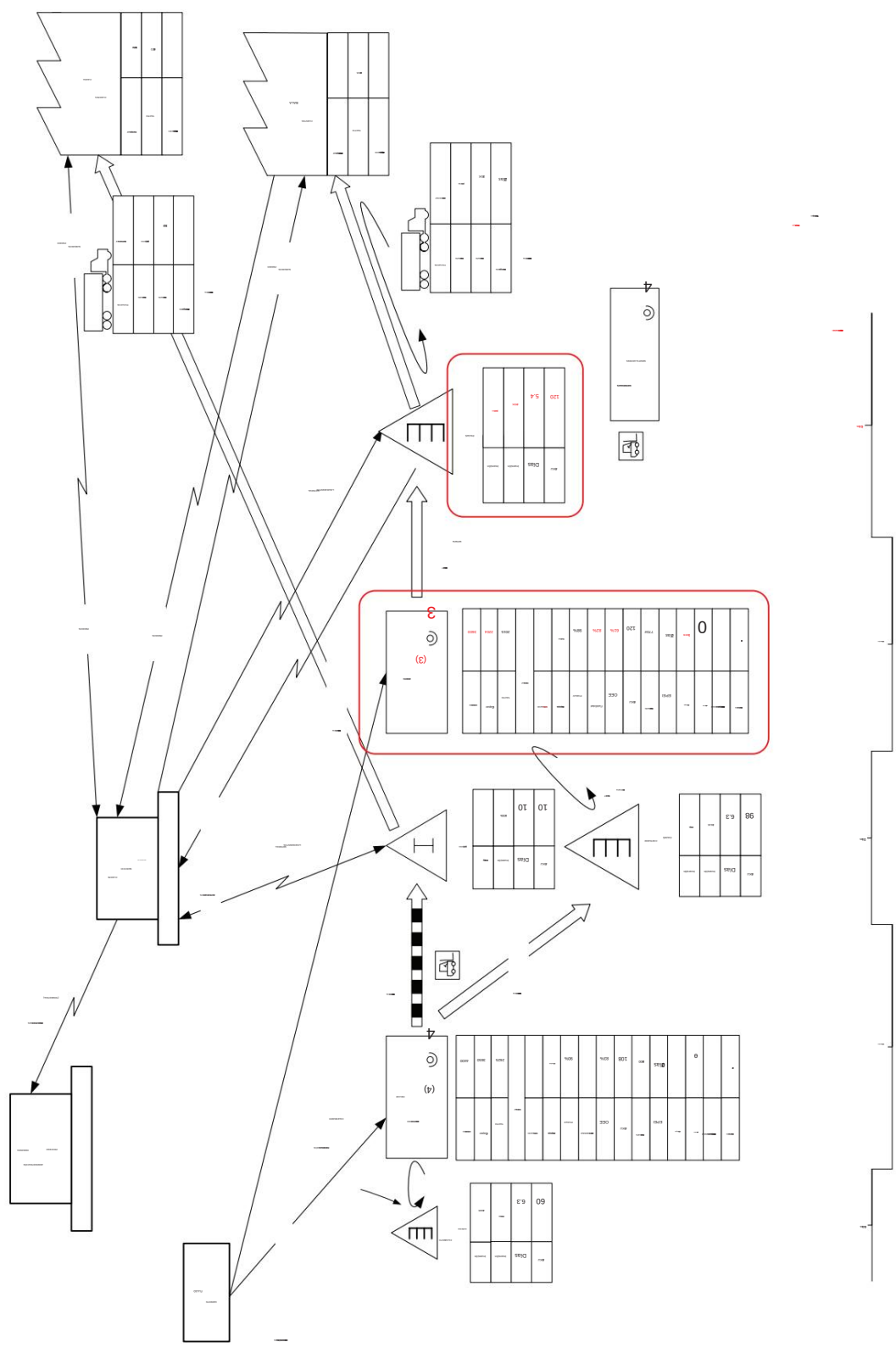
El efecto combinado de todas las futuras mejoras del estado 1 es que el rendimiento general de la planta aumentó del 75 % al 81 % y el tiempo de entrega disminuyó de 46 días a 31 días. Se ha eliminado del sistema un inventario por valor de \$950 000 y el costo operativo anual se ha reducido en \$3,5 millones (Figura 14.3).

Mapa del estado futuro 2

La Figura 15.2 muestra el estado futuro del VSM para la Generación 2, con los cambios implementados en esta fase resaltados en color. Esta generación se centra en las empacadoras, incluidas las mejoras de confiabilidad, la reducción del tiempo de cambio y la puesta fuera de servicio de una empacadora. Con solo tres empacadoras en uso, la utilización aumenta al 91%. Eso está en el lado alto del nivel de comodidad, pero vale la pena intentar los beneficios para que funcione. Se debe enfatizar que suspender una empacadora es práctico solo si los esfuerzos de mejora de la confiabilidad y reducción del cambio cumplen sus objetivos. Por lo tanto, existe la posibilidad de que esto no sea factible.

Esto es típico de algunas metas estatales futuras. Hemos establecido una visión de un futuro mucho más libre de residuos e intentaremos alcanzarla con diligencia, pero es posible que no logremos alcanzar algunos objetivos de mejora. La baja viabilidad de cualquiera de estas mejoras no debería disuadirnos de intentarlo.

Si las mejoras en la confiabilidad y el cambio no logran sus objetivos, aún se necesitarán cuatro empacadoras. En ese caso, Opportunity 10, reduciendo el



134 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

ciclo de campaña de la empacadora, debe reabrirse. Además, los patrones de flujo celular planeados para el futuro estado 3 deben cambiarse porque se compartirán cuatro empacadoras entre las tres celdas productoras de pacas.

El estado futuro 2 también incluye la eliminación de los 60 movimientos lentos u obsoletos SKU, para que podamos ver que el inventario de productos terminados se ha reducido de 305 000 lb a 260 000 lb, eliminando un día sin valor agregado.

El principal beneficio financiero del futuro estado 2 es la reducción de \$600,000 en el costo operativo.

A medida que se implemente el estado futuro 1, algunas cosas funcionarán mejor de lo esperado y otras no tan bien. Por lo tanto, a medida que se completa el futuro estado 1, el mapa del futuro estado 2 debe revisarse para reflejar esas diferencias. Los mapas del estado futuro deben considerarse documentos vivos y deben mantenerse actualizados a medida que se logran mejoras y cambian los factores.

Mapa del estado futuro 3

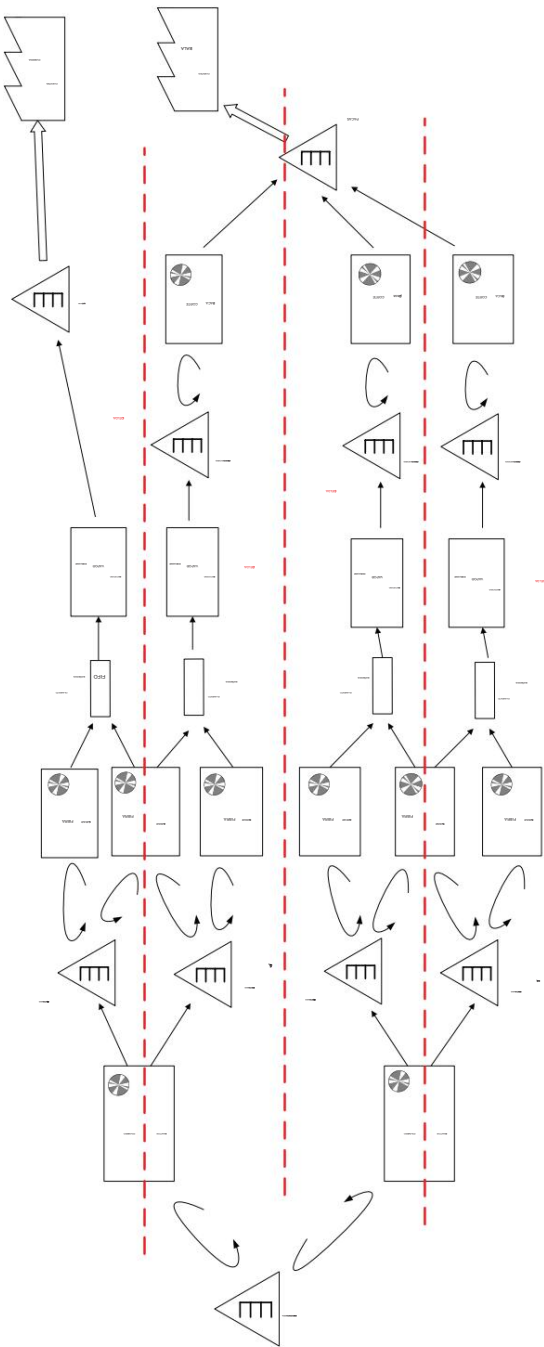
Poner en marcha el plan de flujo celular es el cambio más significativo en el estado futuro 3. Esto incluye definir las nuevas rutas de flujo e identificarlas visualmente para que no haya confusión sobre las nuevas rutas de movimiento de materiales.

Esto agilizará el flujo y hará que sea mucho más fácil de administrar. Igualmente importante es agrupar los productos en familias con características de procesamiento similares y dedicar cada familia a una celda específica. Debido a las similitudes en los requisitos de procesamiento dentro de una celda, el tiempo de cambio y las pérdidas generalmente se reducen sustancialmente. La Figura 15.3 ilustra el concepto celular y las rutas de flujo. Debido a que no todo el equipo está en múltiplos de cuatro, algunos equipos deben compartirse entre celdas. El reactor de polímero 1 se comparte entre las celdas 1 y 2, al igual que la máquina de hilar 2. Aunque se deben hacer algunos compromisos, esto sigue siendo una reducción drástica en la complejidad del flujo; el número total de trayectorias de flujo posibles ha pasado de 192 a 8.

El estado futuro 3 también incluye la implementación de ruedas de productos en los reactores de polímeros, las máquinas de hilar y las empacadoras. Esperamos hasta la Generación 3 para dar este paso porque el diseño de la rueda de productos se basa en los productos específicos que se ejecutan en cada equipo y, con la asignación de productos celulares, ahora sabemos cuáles serán. Si las ruedas del producto se hubieran diseñado antes, se habrían tenido que rediseñar ahora.

Con esta generación, estamos completando el flujo de extracción a lo largo de todo el proceso mediante la gestión del inventario de silos de hojuelas y el inventario de Gaylord como supermercados, y el inventario de filamentos como FIFO.

Con esos cambios implementados, el tiempo de entrega total de la planta se ha reducido a 18 días, en comparación con el tiempo de entrega actual del estado de 46 días, ¡una reducción del 60%! Esto hace que la planta de Riverside sea un eslabón mucho más receptivo en la cadena de suministro de Carolina Fiber Corp.



136 ¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos

Los beneficios financieros razonablemente predecibles de la Generación 3 incluyen una reducción de \$850 000 en el capital de trabajo resultante de las reducciones de inventario y una reducción continua de \$228 000 en los costos operativos. También es muy probable que haya un beneficio sustancial proveniente de la asignación del producto de flujo celular, pero no podremos estimarlo hasta que se complete la asignación. Por ejemplo, la asignación de productos en cualquiera de las máquinas de hilar puede resultar en una combinación más simple de cambios, reduciendo así las pérdidas por cambio. El diseño de la rueda de productos puede encontrar una secuencia para programar los productos giratorios, lo que también reducirá las pérdidas de cambio. Estas mejoras adicionales no se pueden cuantificar en este momento y, por lo tanto, no se reflejan en el VSM de estado futuro, pero son una probabilidad real.

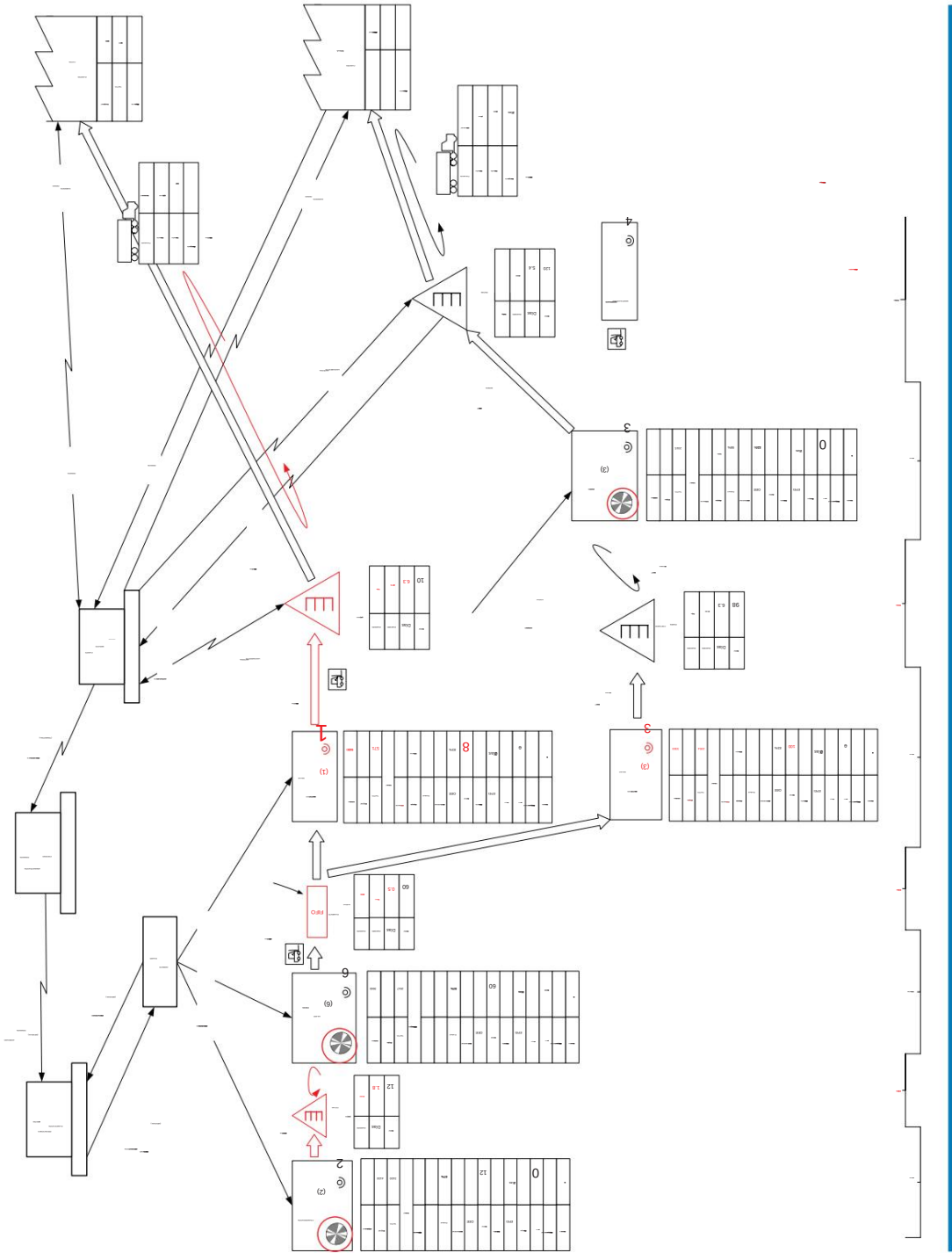
La Figura 15.4 ilustra el estado futuro de la Generación 3, con las mejoras nuevas a esta generación resaltada en color.

Algunas observaciones de este mapa y el concepto celular son:

- ¿ La celda 1 tendrá un Takt ligeramente más bajo que las celdas inferiores porque el Takt de cuerda que entra en Gaylords es menos de 1/3 de la paca Takt. Esta no es una distinción importante para un VSM de estado futuro porque la asignación de la familia de productos aún no está diseñada, y cuando se haga, probablemente creará desequilibrios Takt más grandes (pero manejables) que eso.
- ¿ Porque ahora estamos completamente en pull y toda la programación se realiza por producto ruedas, no hay necesidad de enviar el programa semanal a la planta; el programa semanal ahora está establecido por el diseño de la rueda del producto y el estado actual del inventario. Si hay cambios significativos en la demanda de cualquier producto, la función Planificación de la producción actualizará los valores de existencias del ciclo utilizados para establecer los objetivos de inventario en los que se basan las señales de extracción.
- ¿ El inventario de tubos de filamentos administrado como FIFO se muestra como medio día, 36y000 lb. En realidad, normalmente será algo más pequeño.

Resumen

Los mapas de estado futuro son un resultado muy importante del análisis del VSM de estado actual y contribuyen de manera crítica a la motivación para seguir adelante con las tareas de mejora. Proporcionan una hoja de ruta visual de las mejoras que se lograrán en grupos secuenciales lógicos. El mapa de estado futuro para cualquier generación que se esté implementando actualmente debe mantenerse actualizado a medida que se completan las mejoras y exhibirse de manera destacada para mantener a todos informados sobre el progreso y el estado.



capítulo 16

Mapeo de la cadena de suministro

Por qué es importante un mapa de la cadena de suministro

Comprender el flujo y el desperdicio es tan importante para toda su cadena de suministro como lo es para sus operaciones de fabricación y, a menudo, más. Los desperdicios de la cadena de suministro a menudo pueden ser mucho mayores que los desperdicios encontrados en las operaciones individuales y pueden tener implicaciones más significativas para la flexibilidad del sistema, el servicio al cliente y el desempeño general del negocio.

Un mapa de la cadena de suministro (SCM) es una excelente manera de ver el desperdicio y visualizar qué se puede hacer para reducirlo. Utiliza un formato de mapeo muy similar a un VSM, pero estará en un nivel un poco más alto y mostrará cada operación de fabricación completa como un cuadro de proceso único. Habrá menos énfasis en las métricas a nivel de equipo y más en las métricas de toda la planta. Por ejemplo, Takt, la capacidad y el rendimiento se generalizarán para toda la planta, en lugar de centrarse en equipos o líneas de producción específicos. Además, se mostrará el tiempo de entrega en toda la planta.

Además de cada instalación de fabricación, el mapa incluirá cada almacén y centro de distribución (DC), todos los demás inventarios externos a las plantas y almacenes, incluido el inventario en tránsito, todas las principales fuentes de suministro de materiales y todos los principales grupos de clientes. Se mostrará el flujo de información; juega un papel fundamental en la comprensión de cómo se gestiona la cadena de suministro y es tan importante para un SCM como para un VSM.

Porque las cadenas de suministro tradicionalmente han recibido menos atención que la fabricación. operaciones, generalmente hay mucho más desperdicio y muchas más oportunidades para ser capturadas.

Las cadenas de suministro se han gestionado tradicionalmente como componentes individuales (instalaciones de producción, almacenes, centros de distribución, etc.) en lugar de cadenas de flujo integradas, por lo que suele haber una serie de problemas de flujo no reconocidos previamente que un SCM puede sacar a la luz. Por ejemplo, en muchas empresas,

140 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

la logística se ha optimizado en costo en lugar de tiempo de entrega. Seleccionar modos de transporte y proveedores basados en el costo más bajo tiene sentido económico en la superficie, pero un sondeo más profundo a menudo revela una visión diferente. Con frecuencia, las opciones de transporte de menor costo no garantizan la distancia de viaje más corta o el tiempo de entrega más corto. Por lo tanto, los costos de inventario y mantenimiento de inventario pueden aumentar más allá de los ahorros en el transporte. Peor aún, los plazos de entrega más largos hacen que el sistema sea menos flexible y menos capaz de reaccionar a los cambios en las necesidades del cliente. Un SCM pone estas ventajas y desventajas en un enfoque claro.

Residuos de la cadena de suministro

Varios de los siete desechos que Ohno articuló para la fabricación también se pueden encontrar más allá de los muros de fabricación, a lo largo de toda la cadena de suministro.

1. **Inventario:** este es uno de los mayores desperdicios que vemos en las cadenas de suministro.

El desperdicio de inventario de la cadena de suministro incluye el inventario en almacenes y centros de distribución, y el llamado "inventario de tubería", inventario en camiones, vagones y barcos, ya sea que esté en movimiento o estacionado en un patio de ferrocarril.

Todo el inventario es desperdicio, pero parte es desperdicio necesario, necesario para garantizar un flujo fluido de nuestros productos a nuestros clientes. El SCM lo ayudará a ver el inventario total, con suficientes datos operativos para estimar si excede el nivel necesario para un flujo fluido. También le ayudará a comprender cómo se debe mejorar el rendimiento para reducir el inventario necesario.

2. **Transporte—Todo el** transporte es un desperdicio, pero parte del transporte es inevitable porque no podemos ubicar a nuestros proveedores de materias primas e instalaciones de fabricación adyacentes a la ubicación de nuestro cliente. Dado que se requiere algo de transporte, hay tres causas adicionales de este desperdicio: (1) ubicación inadecuada de almacenes y CD, (2) distancias de viaje más largas que las requeridas porque hemos elegido un método o ruta de transporte ineficiente, o (3) mover material de un lado a otro entre almacenes porque una mala planificación ha ubicado SKU específicos en la ubicación incorrecta.

3. **Defectos:** los principales defectos en toda la cadena de suministro son los errores de contabilidad, que conducen a la inexactitud del inventario; esto puede deberse a problemas relacionados con los sistemas de gestión de almacenes (WMS) para los almacenes individuales, o puede tener causas en todo el sistema. En cualquier caso, tendrá ramificaciones en todo el sistema. La sobrestimación del inventario de un material puede provocar desabastecimientos, envíos perdidos y un servicio al cliente deficiente. Los errores de inventario que subestiman el inventario harán que se mantenga un exceso de inventario, lo que generará un costo adicional.

4. **Procesamiento adicional:** la forma más probable de este tipo de desperdicio es el procesamiento de información adicional en el nivel de gestión de la cadena de suministro, que puede verse en el flujo de información de SCM. Puede causar retrasos en la información que llega a los usuarios correctos de manera oportuna y, por lo tanto, retrasar el flujo de material.

Otro ejemplo de desechos de procesamiento adicional sería el manejo adicional en almacenes, carga y descarga de barcos, vagones, camiones, etc., pero estos son desechos locales y no se verían en un SCM, y requerirían un VSM de cada almacén, DC, y la estación de envío y recepción para hacerse evidente.

5. **Sobreproducción—Idealmente**, toda la cadena de suministro debería tener un control de flujo integrado basado en principios de extracción. De lo contrario, puede causar que cualquier instalación de fabricación individual dentro de la cadena produzca en exceso.
6. **Movimiento: esto** se refiere al movimiento del operador, por lo que hay poco de esto a nivel de la cadena de suministro.
7. **Espera—Esto** se refiere a los operadores que tienen que esperar a que los materiales de entrada o el equipo estén disponibles; como se indicó anteriormente, esto es insignificante a nivel de la cadena de suministro.

Efectos de los desechos a nivel de la cadena de suministro

Las principales ramificaciones del desempeño deficiente de la cadena de suministro causado por estos los desechos son:

Bajos niveles de servicio al cliente: si los inventarios de la cadena de suministro no están bien administrados, puede encontrarse en la situación aparentemente paradójica de tener demasiado inventario pero no poder satisfacer las necesidades de los clientes porque el inventario está en la combinación de productos incorrecta o en la ubicación incorrecta. Además, si hay fallas en los procesos de registro y contabilidad del inventario, eso puede generar información de inventario inexacta, lo que puede hacer que piense que tiene suficiente inventario en un SKU en particular, cuando en realidad no está allí.

Exceso de inventario y costos de mantenimiento de inventario: como se señaló anteriormente, si los inventarios no se administran bien, es posible que tenga mucho más inventario del que necesita para un flujo continuo y sin inconvenientes de sus productos. Y ese inventario le cuesta, tanto en el costo de mantenimiento del capital inmovilizado como en el costo de las instalaciones para almacenarlo.

Largos plazos de entrega y falta de flexibilidad: si una cadena de suministro no está bien diseñado, si las compensaciones entre el costo de logística o fabricación y el tiempo de entrega no se analizan cuidadosamente, puede terminar con una gran cantidad de transporte intercontinental y tiempos de entrega muy largos. Los plazos de entrega prolongados le restan flexibilidad e inhiben su capacidad de reaccionar rápidamente a los cambios en la demanda de los clientes.

Costos de transporte excesivos: si las decisiones de deslocalización no se toman con una visión completa de todos los costos, puede terminar con costos de producción económicos pero costos de transporte altos, plazos de entrega prolongados y un inventario elevado.

Cualquiera de estos puede ser extremadamente perjudicial para una empresa, y una combinación de ellos podría ser catastrófica, por lo que deben minimizarse. Un SCM es un excel-

142 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

DESPERDICIO	DESCRIPCIÓN	EFFECTO
Inventario	Inventarios excesivos debido a la falta de un sistema integrado de extracción de la cadena de suministro, y para modos de transporte ineficientes	Altos costos de inventario
Transporte	Distancias excesivas debido a no óptimo enrutamiento; alto costo por milla debido a la mala selección de modo de transporte	Alto costo de transporte
	Largos tiempos de transporte debido a no óptimo enrutamiento	Largos plazos de entrega y falta de flexibilidad.
Defectos	errores de inventario; inexactitud del inventario	Envíos perdidos y cliente pobre servicio o inventario adicional
procesamiento adicional	Manejo de información innecesaria y procesamiento en la gestión de la cadena de suministro operaciones	Retrasos en la transmisión de información, causando retrasos en los flujos de material
Superproducción	Producción excesiva dentro de la fabricación. operaciones por falta de un suministro integrado sistema de tracción de cadena	Inventario adicional
Movimiento	No a nivel de la cadena de suministro	Ninguna
Esperando	No a nivel de la cadena de suministro	Ninguna

Figura 16.1 Desperdicios de la cadena de suministro.

Una manera prestada de comprender los desechos y sus causas fundamentales para que estos problemas puedan minimizarse.

Los siete desechos de Ohno, cómo se manifiestan en una cadena de suministro y los efectos negativos de estos desechos se resumen en la Figura 16.1.

Componentes del mapa de la cadena de suministro

Un SCM tiene los mismos componentes principales que un VSM: flujo de materiales con cuadros de datos, flujo de información y una línea de tiempo. El tipo de datos en los cuadros de datos es similar, pero a un nivel más alto y con menos detalles.

Cada instalación de producción debe mostrarse como un solo cuadro de proceso. el alojamiento El cuadro de datos de selección debe incluir parámetros que describan el rendimiento de la instalación en su conjunto: Takt total de la planta, capacidad efectiva y utilización.

Generalmente se incluyen el tiempo de entrega total a través de la operación y el número de SKU producidos. OEE también se puede mostrar si agrega información útil, pero el valor OEE para toda la instalación puede ser muy engañoso si hay líneas en paralelo dentro de la instalación o si hay búferes internos que desacoplan cualquiera de los pasos del proceso. Tenga en cuenta que el propósito de los cuadros de datos en este caso no es diagnosticar dificultades operativas dentro de ninguna planta, sino comprender su efecto en el flujo y el rendimiento de la cadena de suministro.

La figura 16.2 muestra cómo se podría mostrar la planta de fibra de Riverside en un SCM. La mayoría de los parámetros en el cuadro de datos resumen el rendimiento de toda la planta. Sin embargo, la Capacidad efectiva, Takt y Utilización reflejan el cuello de botella o la operación cercana al cuello de botella, que en este caso es Spinning porque eso es lo que limita

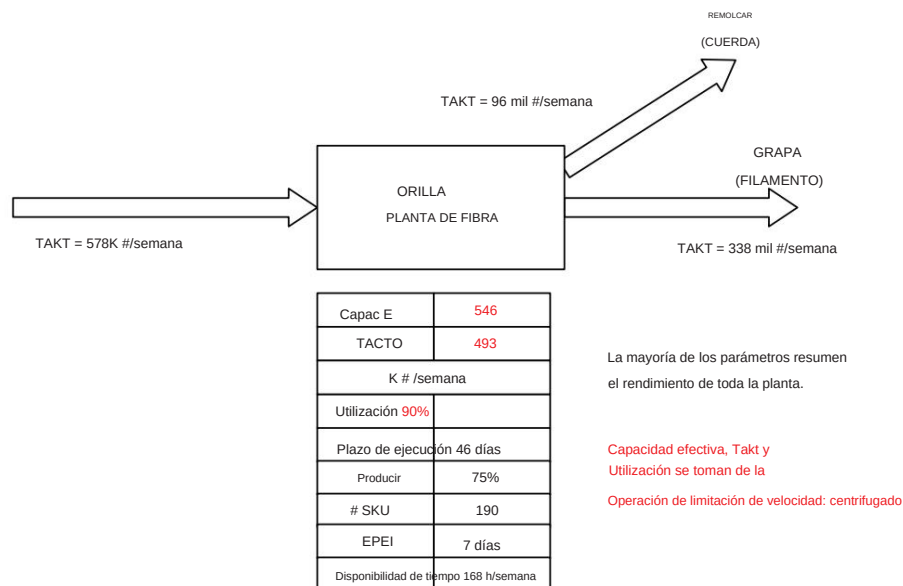


Figura 16.2 La planta de Riverside como aparecería en un SCM.

circula por toda la instalación. OEE no está en la lista; una cifra general de OEE de toda la planta sería relativamente insignificante debido a los inventarios internos, que desacoplan varios tiempos de inactividad de los equipos. OEE es más importante en un VSM, al analizar las operaciones internas de la planta en busca de problemas de rendimiento; los datos que se muestran en el SCM son importantes para definir qué tan bien la planta de Riverside desempeña su función como eslabón en la cadena de suministro.

Una de las reglas básicas para dibujar un VSM, que lo mantenga en un nivel de detalle lo suficientemente alto como para que toda la operación se pueda mostrar en quizás 6 a 12 cuadros de proceso, es difícil de seguir con un SCM. Por lo general, una cadena de suministro tiene suficientes nodos principales para que el mapa necesariamente deba ocupar una gran cantidad de bienes raíces. Cada sitio de producción, cada almacén o centro de distribución, todos los principales grupos de proveedores y todos los grupos de clientes importantes deben mostrarse para proporcionar una descripción visual del flujo y sus inhibidores.

Si hay muchos caminos paralelos en la cadena de suministro, a menudo es el caso, mostrar todo en la línea de tiempo puede complicarse. No es necesario representar cada actividad paralela en la línea de tiempo. Por lo general, es importante mostrar el momento del flujo de los materiales más importantes y mostrar el camino más largo a lo largo de la cadena de suministro. Este es otro caso donde su juicio es crítico; el cronograma debe incluir lo que sea necesario para dar la mejor ilustración de qué tan receptiva es la cadena de suministro y dónde ocurren las principales demoras.

Mapa de la cadena de suministro del estado futuro

Un SCM es prácticamente inútil a menos que se convierta en un modelo para la acción, a menos que planee avanzar para rectificar los problemas que ilustra el mapa. Con ese fin, un

144 *¿Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

El estado futuro SCM tiene el mismo propósito y proporciona el mismo valor que un estado futuro VSM. Proporciona una visión de cómo sería una cadena de suministro mucho menos derrochadora y las mejoras de rendimiento que permitiría. Documentar todos los beneficios operativos que se lograrán al alcanzar el estado futuro en un solo lugar brinda una gran motivación para crear y seguir un plan de acción.

Ejemplo de mapa de cadena de suministro

En las figuras 16.3a, 16.3b y 16.3c se muestra una parte muy simplificada de un SCM global. Se han eliminado muchos detalles y el mapa se ha separado en tres secciones para permitir la impresión en un tamaño razonable. Los nombres de las plantas y algunas de las designaciones de materiales de proceso se han cambiado de acuerdo con acuerdos de confidencialidad.

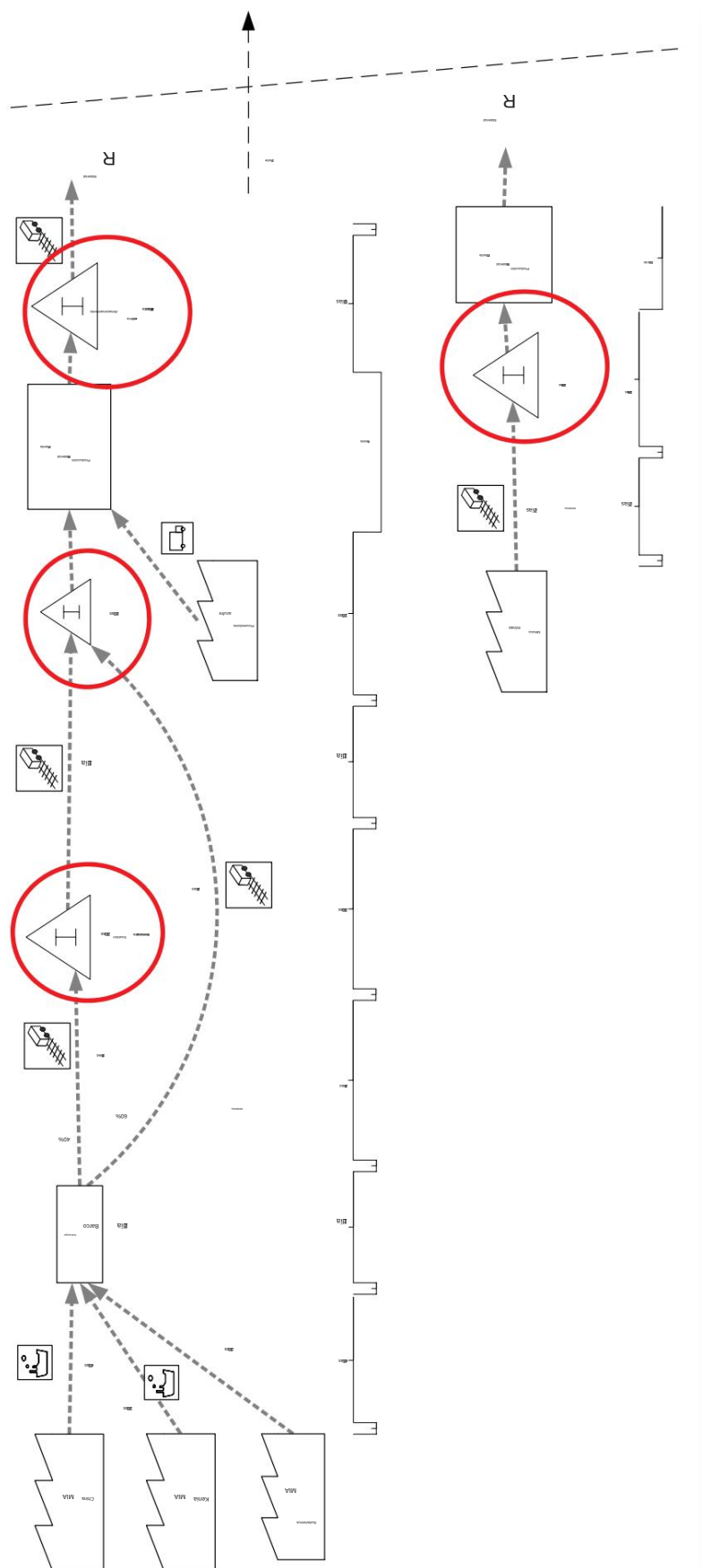
Los productos finales de esta cadena de suministro son varios grados de materiales plásticos que sirven para una amplia variedad de usos finales. El procesamiento se basa en la química del flúor y comienza con la extracción de un mineral que contiene flúor en China, África y América del Sur. El mineral se envía a América del Norte en barcasas y se transfiere a vagones de ferrocarril para transportarlo a la primera planta de la cadena, donde se extrae el flúor del mineral para fabricar el material R. El material R se transporta por ferrocarril a la planta B para fabricar el material S. El material S se traslada por ferrocarril a la planta C donde se produce el proceso de polimerización, produciendo los materiales plásticos que se venden a clientes externos. La planta C también recibe el material V, también requerido para las reacciones de polimerización, de otras dos plantas.

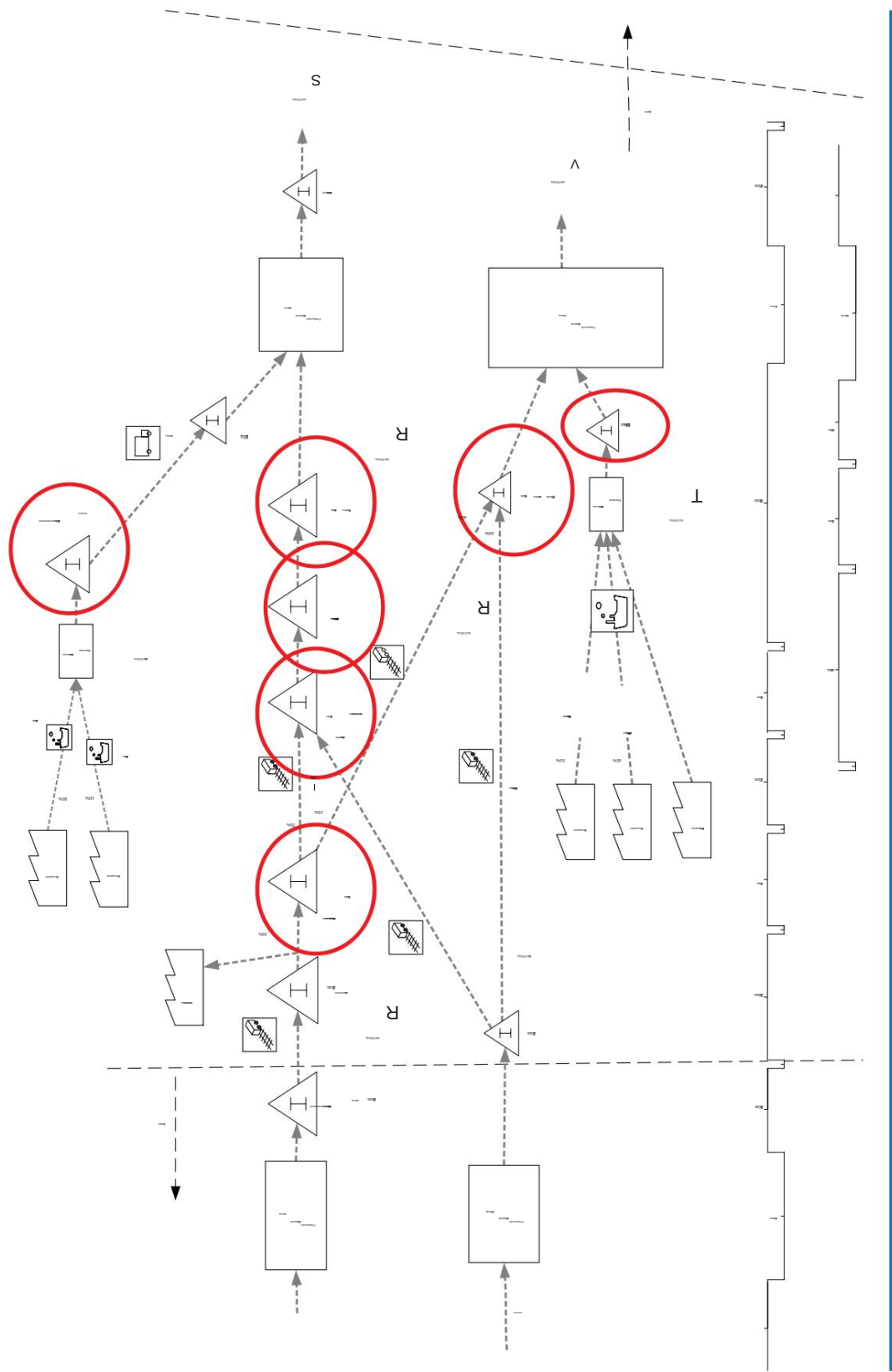
Una de las características más obvias de este SCM es la gran cantidad de triángulos; ¡el inventario está en todas partes! No solo existe el inventario de tubería requerido en barcasas y vagones de ferrocarril en movimiento, sino que también hay una cantidad igual o mayor en vagones de ferrocarril estacionados. En algunos casos, estos vagones estacionados contienen inventario que se mantiene deliberadamente en ese nodo de la cadena de suministro, pero en otros casos, representa ineficiencias en la gestión de los vagones.

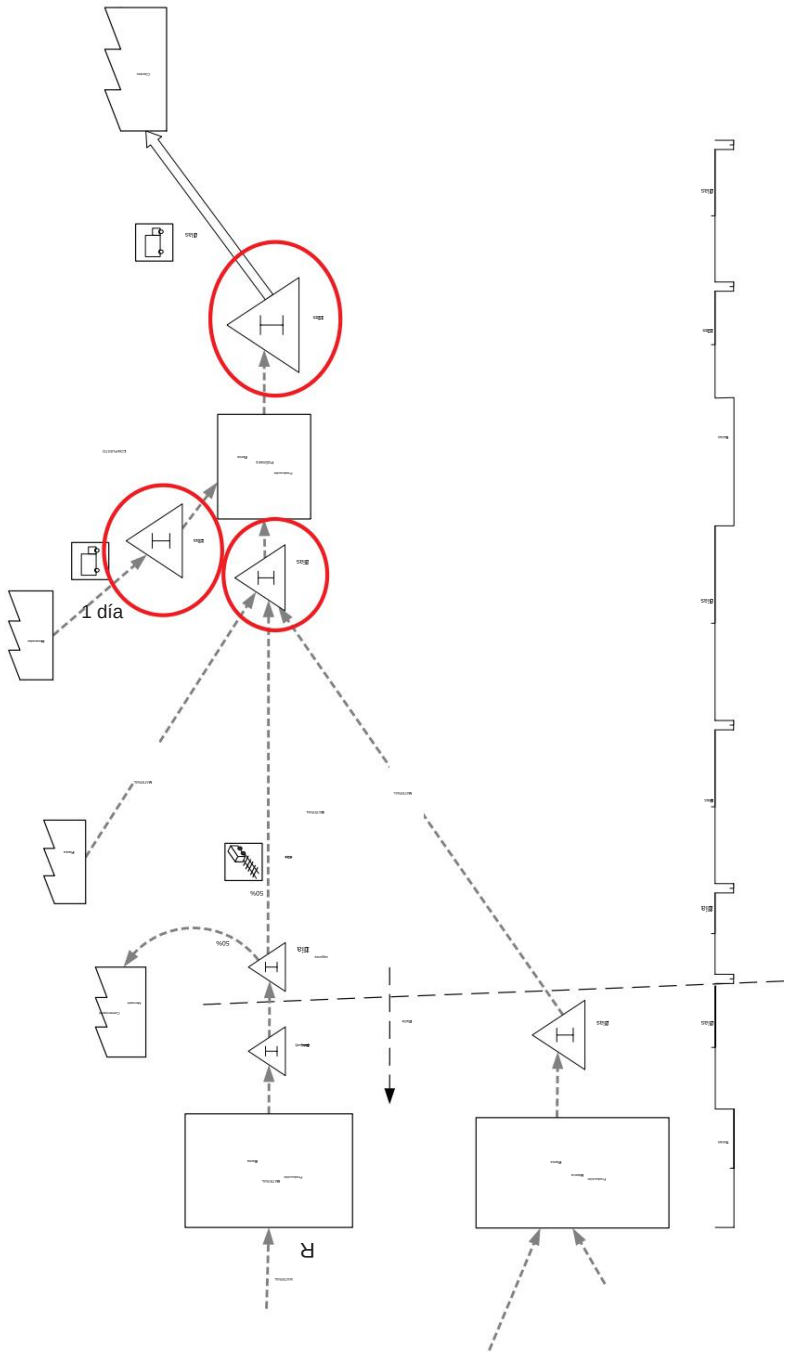
Lo que aprendimos mientras creábamos el mapa al entrevistar a las diversas personas responsables de administrar esta cadena de suministro fue que alguien entendía bien cada pila de inventario, pero era una persona diferente para casi cada inventario, y no hablaban con cada uno. otro muy a menudo. Por lo tanto, nadie tenía una visión del panorama general; nadie entendía cuánto inventario estaba inmovilizado en el sistema. El SCM fue una verdadera revelación, ya que era la primera vez que alguien veía el flujo global en una sola hoja de papel. El tiempo de entrega total a lo largo de toda la cadena de suministro fue de 154 días, ¡aproximadamente 5 meses! De eso, solo unas 30 horas fueron de valor agregado, para una Eficiencia de la cadena de suministro de menos del 1 % (Eficiencia de la cadena de suministro = Tiempo de valor agregado/Tiempo total).

A medida que profundizamos en los detalles, las siguientes cosas quedaron claras:

- fi Debido a que cada ubicación de inventario estaba siendo administrada por un persona, con poca visibilidad a través de la cadena, había una duplicación extrema







de inventario, tanto en stock de ciclo como en stock de seguridad. La cantidad de inventario almacenado en cada planta era mucho más de lo necesario para satisfacer los ciclos de producción.

- fi Debido a que los contratos ferroviarios se negociaban sobre la base del costo más bajo en lugar de sobre la base del rendimiento, los vagones permanecían en los patios esperando el cambio durante bastantes días. El tiempo de entrega perdido de esta manera promedió 40 días, alrededor del 25% del tiempo de entrega total.
 - fi El proceso mensual de Planificación de ventas y operaciones (S&OP) había sido visto como un buen funcionamiento y una gestión eficaz de la producción. Sin embargo, este análisis reveló que si bien funcionaba razonablemente bien a nivel mensual, tendía a ser ineficaz durante intervalos de tiempo más cortos. Cada una de las plantas interconectadas que se abastecían mutuamente sintió que tenía la libertad de establecer sus propios horarios diarios siempre que cumpliera con el requisito mensual.
- Esto no solo causó problemas de suministro, sino que también hizo estragos en el proceso de planificación logística que era responsable de asegurarse de que las flotas de vagones y camiones cisterna estuvieran en los lugares requeridos en todo momento.

Para comprender mejor qué inventarios se necesitaban para gestionar las variaciones en la cadena de suministro, se construyó un modelo de simulación de eventos discretos. Ajustar los inventarios a los niveles indicados por el modelo computarizado permitió una reducción muy significativa en el capital de trabajo, casi \$15 millones, al tiempo que mejoró el desempeño de entrega de la cadena de suministro.

Casi siempre sucede que la primera vez que un gerente de operaciones ve toda su cadena de suministro en una sola hoja de papel, inmediatamente ve problemas que habían estado ocultos por la complejidad de la cadena. Las oportunidades para mejorar el rendimiento, ahorrar costos y mejorar la capacidad de respuesta se hacen evidentes.

Resumen

Un SCM es tan crítico para convertirse en una empresa Lean como lo son los VSM.

A medida que avanza más allá de los detalles internos de los componentes individuales de la cadena de suministro, las instalaciones de producción y los almacenes, hay menos categorías de desechos en comparación con las siete originales de Ohno. Sin embargo, los que están ahí, principalmente el inventario y el transporte, pueden tener un impacto mucho mayor en el desempeño comercial que los desperdicios que vemos en la fabricación. El desperdicio de la cadena de suministro puede agregar costos y tiempo de entrega a sus procesos de entrega y hacer que responda menos a sus clientes. Y la cantidad de trasposos entre organizaciones que vemos en una cadena de suministro mal administrada conduce a errores, envíos perdidos y cambios de cronograma inadecuados. Debido a la práctica tradicional de administrar las cadenas de suministro como una colección de piezas separadas en lugar de como un todo integrado, los problemas de todo el sistema con frecuencia han sido invisibles y no reconocidos.

Un SCM es una forma poderosa de ver la cadena de suministro como una operación interconectada, para resaltar los desperdicios y las discontinuidades del flujo, y para impulsar la acción hacia la mejora.

capítulo 17

VSM como una forma de Involucrar a los empleados

Origen del Problema

A lo largo de la mayor parte del siglo XX, la actitud sobre la mano de obra era que se la contrataba por su capacidad para realizar el trabajo: operar máquinas, monitorear procesos y realizar tareas de mantenimiento. No se fomentaron las perspectivas de los trabajadores sobre cómo se debe hacer el trabajo, cómo corregir los defectos en los procesos de trabajo o cómo mejorar la operación. Esto llegó a ser conocido como la cultura de "verifica tu cerebro en la puerta".

Esta creencia sobre el papel de la mano de obra probablemente comenzó con Frederick Winslow Taylor y el alto grado de influencia que tuvo sobre los fabricantes a principios del siglo XX. Taylor fue uno de los primeros en ver el trabajo como un proceso, en medir y analizar el trabajo y en promover estándares de trabajo, y es ampliamente considerado como el padre de la administración científica. Una de sus observaciones más perspicaces fue que planificar el trabajo y hacer el trabajo eran dos actividades completamente separadas. Si bien esto puede parecer obvio hoy en día, Taylor fue el primero en articularlo. La dificultad surgió cuando Taylor concluyó que estas dos actividades deberían ser realizadas por diferentes grupos de personas, que los gerentes deberían diseñar y planificar el trabajo y los trabajadores deberían hacer el trabajo. Taylor creía que el trabajo mental y el trabajo físico debían separarse porque aquellos que estaban dispuestos a hacer el trabajo físico eran incapaces de planificar y organizar el trabajo.

"En casi todas las artes mecánicas la ciencia que subyace en cada acto de cada obrero es tan grande y asciende a tanto que el obrero que está mejor preparado para hacer el trabajo es incapaz de comprender completamente esta ciencia".

De hecho, en declaraciones a un comité del Congreso, Taylor dijo:

“Puedo decir, sin la menor vacilación, que la ciencia del manejo del arrabio es tan grande que el hombre que es físicamente capaz de manejar el arrabio y es lo suficientemente flemático y estúpido para elegir esto como su ocupación, rara vez es capaz de comprender la ciencia del manejo del arrabio”.

Y que tal hombre

“... se parece más en su estructura mental al buey...”

Aunque Taylor tenía algunos puntos de vista muy inapropiados sobre la capacidad de la fuerza laboral, sus puntos de vista sobre otros temas relacionados con cómo se realiza el trabajo se consideraron innovadores y poderosos. Sus principios de gestión científica se conocieron como taylorismo y tuvieron una profunda influencia en otros industriales de su época. Y así, el paradigma sobre la separación de hacer el trabajo y planificar y mejorar el trabajo se establecerá en las próximas décadas.

Un nuevo paradigma sobre el papel del trabajo

Toyota se dio cuenta de la falacia con esta actitud y promovió la idea de que las personas son el activo más importante en una operación y necesitan ser valoradas, desarrolladas y nutridas. Por ejemplo, el énfasis de Toyota en la mejora continua no era solo para mejorar el desempeño del proceso, sino también para mejorar la capacidad de los empleados. Las actividades de mejora continua son una excelente manera de enseñar habilidades de análisis y resolución de problemas. El éxito de Toyota en la fabricación creó muchos discípulos, por lo que las actitudes de Toyota sobre el valor de la fuerza laboral comenzaron a extenderse, lo que llevó a diversas iniciativas de compromiso de los empleados, como HPWS (Sistemas de trabajo de alto rendimiento) y HPO (Organizaciones de alto rendimiento) que se hicieron tan populares en la década de 1980

El desarrollo de VSM es una actividad Lean que promueve la participación de los empleados y se beneficia de ello. Aprovecha la capacidad de los empleados y mejora el desarrollo de la percepción y el análisis cognitivos y las habilidades para resolver problemas. La participación en la creación, el análisis, la determinación del alcance de las oportunidades, la planificación de la implementación y la ejecución de VSM es una forma excelente de desarrollar estas habilidades. Esto es mucho más que hacer que las personas se sientan bien con sus contribuciones o mejorar las relaciones entre los trabajadores y la gerencia: hay beneficios reales al tener operadores, técnicos, mecánicos y administrativos muy involucrados en todas las actividades asociadas con los VSM:

- fi Refuerza que se valoran las perspectivas de los empleados, que los operadores y mecánicos son valorados tanto por su inteligencia como por sus músculos.
- fi Participar en la creación de mapas desarrolla sus habilidades de observación y pensamiento crítico.

- fi Participar en la lectura del mapa y buscar desperdicios y posibilidades de mejora del flujo desarrolla sus habilidades analíticas.
- fi Participar en la generación de mapas de estado futuros desarrolla sus habilidades de resolución de problemas y alcance de proyectos.
- fi Explorar y evaluar las posibilidades de mejora que se ven en el mapa ayuda a fomentar una mentalidad y una cultura de mejora continua.
- fi Los participantes aprovechan su comprensión del proceso y crean un mapa más completo y preciso.
- fi Participar en la priorización de oportunidades y el desarrollo futuro del estado construye una comprensión más completa de los cambios requeridos y una imagen más clara de las dificultades que pueden surgir. Los operadores de línea a menudo tienen una idea de lo que es práctico hacer en la planta, lo que podría causar problemas y las posibles formas de mitigarlos.
- fi Participar en la priorización de oportunidades y el desarrollo futuro del estado genera aceptación, apoyo y compromiso.
- fi La creación de VSM y el uso del mapa como una herramienta de análisis continuo pueden ser una forma muy efectiva de construir una interconexión más sólida entre la fuerza laboral y la administración en torno al proceso de fabricación. Los VSM deben ser un componente importante de las iniciativas de participación de los trabajadores y del diseño de gestión visual.
- fi Finalmente, esto envía una señal de que la cultura del lugar de trabajo está cambiando, que los objetivos reales son eliminar el desperdicio y simplificar el trabajo, no la reducción de costos o la reducción de personal. La reducción de costos debe verse como un resultado del desperdicio. eliminación, no un conductor en sí mismo.

La naturaleza del compromiso

El compromiso y empoderamiento de los empleados se puede resumir en cinco palabras que comienzan con la letra E (Figura 17.1):

- fi Involucrar—Hacer que las personas sientan que realmente son parte de la organización, que compartirán cualquier éxito, que lo que es mejor para el negocio es lo mejor para ellos. Es muy importante que cada

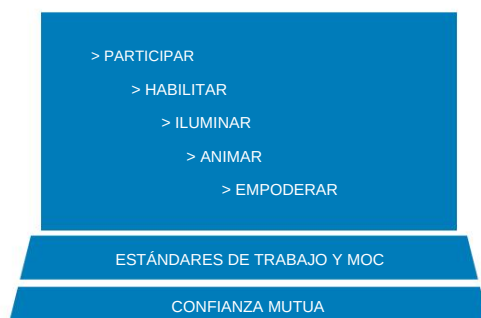


Figura 17.1 Modelo de compromiso y empoderamiento de los empleados.

empleado entienda claramente las metas corporativas, las metas comerciales para su planta o unidad de trabajo, y cómo sus acciones individuales contribuyen a cumplir con éxito esas metas. Las personas están muy motivadas para hacer lo que les conviene, por lo que ayudarlas a comprender cómo el éxito comercial impulsará las recompensas personales puede ser una fuerza poderosa para involucrarlas en la mejora de la operación. Y las recompensas deben ser en forma de reconocimiento, mayor responsabilidad laboral y mayor autoridad para tomar decisiones, además de cualquier recompensa monetaria. Las contribuciones perspicaces a la creación de un VSM pueden recompensarse otorgando más responsabilidad y más libertad en la creación del estado futuro, que es a la vez atractivo y habilitador.

- fi **Habilitar:** Brinde a las personas la libertad de realizar cambios para mejorar su trabajo, siempre y cuando operen dentro de límites claramente articulados y dentro del proceso de Gestión del cambio (MOC) de la operación. Proporcionar niveles razonables de financiación para las mejoras, siempre que estén justificadas por los beneficios que se obtendrán.

- fi **Informar y educar—**Establezca procesos para asegurarse de que todos está capacitado en sus tareas laborales. He visto operaciones en las que los nuevos empleados fueron enviados a la operación de fabricación sin ninguna capacitación específica sobre el proceso o sus tareas específicas, y se esperaba que aprendieran los requisitos del trabajo sobre la marcha. Esto puede dar lugar a suposiciones falsas sobre lo que implica el trabajo y cómo debe realizarse, y obstaculiza gravemente las mejores prácticas en el trabajo estándar. La participación en la creación de VSM no reemplaza la capacitación laboral, pero mejorará la buena capacitación laboral al brindarles a los participantes una comprensión más profunda del proceso de extremo a extremo y cómo sus tareas laborales normales contribuyen al rendimiento general del proceso. Los empleados también deben estar capacitados en herramientas de calidad y herramientas Lean como 5S, 5Por qué, SMED y conceptos de extracción de reabastecimiento, para que puedan visualizar posibilidades de mejora a medida que analizan el mapa de estado actual.

- fi **Anímelos:** anímelos a probar diferentes enfoques y a no tener miedo al fracaso. Las mejoras que podrían conducir a un estado futuro mucho mejor a menudo implican el riesgo de que no funcionen, y es importante que los futuros arquitectos estatales de VSM sepan que tienen una red de seguridad. Si estás tratando de mejorar, no todo será exitoso, y eso es aceptable. “Si no estás fallando a veces, no te estás esforzando lo suficiente”. Celebre tanto los fracasos bien intencionados como los éxitos.

- fi **Empoderar:** el verdadero empoderamiento requiere proporcionar a la fuerza laboral las habilidades adecuadas, el nivel adecuado de estímulo, la motivación adecuada y la libertad para trabajar dentro de límites razonables. ¡Con eso, no hay límite para lo que la gente puede lograr!

Prestar atención específica a los principios Involucrar, Iluminar, Fomentar y Habilitar dará como resultado VSM más completos y de mayor calidad, y un mejor conjunto de posibilidades de mejora a considerar para el estado futuro. La disciplina adecuada en torno a las prácticas de trabajo estándar y gestión del cambio es fundamental.

El éxito depende en gran medida del nivel de confianza entre los gerentes y los trabajadores, por lo que es importante que ambas partes respeten los acuerdos y compromisos.

Entonces, ahora puede agregar 5E a su lista de procesos Lean según el número 5—5S y 5 porqués.

Resumen

Toda la fuerza laboral, es decir, los operadores, mecánicos, técnicos de laboratorio, personal de control de calidad, compradores, planificadores y manipuladores de materiales son todos componentes críticos del éxito de la operación y, por lo tanto, del éxito comercial.

La falta de participación, de aprovechar su experiencia, conocimiento y creatividad, es quizás el mayor desperdicio de todos y es la razón por la cual muchos practicantes de Lean han agregado este como el octavo desperdicio junto con los siete originales de Ohno.

La creación de VSM, el análisis de VSM y el desarrollo de mapas de estado futuro proporcionan excelentes plataformas para una mayor participación. Es una calle de doble sentido, una práctica de beneficio mutuo, ya que promueve la participación y el compromiso de los empleados y construye un mejor resultado.

capítulo 18

Una hoja de ruta para Mejora continua

Para obtener el máximo valor del trabajo que ha realizado para crear el VSM, debe ser un documento vivo y mantenerse siempre vigente. Los beneficios logrados al llegar a las generaciones definidas del estado futuro son solo una parte del beneficio total que puede proporcionar. Es muy poco probable que alguna vez elimine todos los desechos del proceso, por lo que un VSM actualizado le permitirá ver qué desechos aún quedan allí y por qué aún no tiene un flujo ininterrumpido perfecto que coincida exactamente. Tacto Un VSM que describa con precisión los parámetros y el rendimiento del proceso actual puede revelar desperdicios y problemas que anteriormente habían estado enmascarados por problemas más importantes pero que ahora han aumentado en visibilidad, y también indicar áreas donde las mejoras recientemente completadas permiten realizar otras mejoras. Por lo tanto, el VSM puede proporcionar la hoja de ruta para guiarlo a lo largo del viaje de mejora continua.

Es importante que a medida que se complete cada grupo de mejoras, a medida que se alcance la siguiente generación de estados futuros, el mapa se actualice para reflejar esas mejoras y su efecto en todos los parámetros del mapa. Cuando se alcanza una generación específica del estado futuro, es posible que el proceso no se comporte exactamente como lo había predicho el mapa del estado futuro para esa generación. Algunas de las mejoras previstas funcionarán incluso mejor de lo proyectado, mientras que otras no alcanzarán sus objetivos por completo, por lo que el mapa debe actualizarse para reflejar el verdadero rendimiento del proceso en ese momento.

También puede suceder que partes del proceso hayan mejorado por acciones independientes, no desencadenadas por el análisis del VSM sino realizadas fuera y en paralelo con ese marco de mejora. Cuando se completa cada una de estas actividades, los resultados deben usarse para actualizar el mapa. Los ejemplos podrían incluir:

- El grupo técnico ha reducido las pérdidas de rendimiento en uno de los pasos del proceso. Esto debe mostrarse en el VSM tanto en el parámetro de rendimiento como en los datos

156 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

para ese paso y en el requisito de Takt reducido para los pasos anteriores.

Como el rendimiento es un componente de OEE, OEE también mejorará, aumentando la Capacidad efectiva, lo que resultará en una disminución en la Utilización, que debería actualizarse en su totalidad.

- fi Un equipo multifuncional que incluye mantenimiento, ingeniería mecánica y la ingeniería eléctrica ha mejorado la confiabilidad de una pieza clave del equipo. Esto también aumentará la OEE y la capacidad efectiva y reducirá la utilización.
- fi Si un evento Kaizen o un programa técnico pueden reducir el tiempo de cambio, se debe mostrar el nuevo tiempo de cambio y el aumento en el OEE y, además, se deben dibujar estrellas alrededor del EPEI para ese paso y alrededor del siguiente segmento de inventario para resaltar que deben examinarse para capitalizar la reducción en el tiempo de cambio.
- fi Si el sistema informático ERP (Enterprise Resource Planning, p. ej., SAP, Oracle) que gestiona todos los datos se actualiza o reemplaza por un sistema más nuevo, es muy probable que la parte del flujo de información del VSM necesite cambios para representar el nuevo procesamiento de la información. En algunos casos, los gerentes comerciales intentan forzar el ajuste de sus procesos antiguos en el nuevo sistema, por lo que no cambiará mucho en el flujo de información de VSM. Sin embargo, las empresas más progresistas reconocen que la introducción de un nuevo sistema ERP brinda la oportunidad de volver a examinar y mejorar todos los procesos comerciales, tanto para corregir las deficiencias en los procesos anteriores como para aprovechar la capacidad mejorada que ofrece el nuevo sistema. Por lo tanto, en esas situaciones, es probable que el flujo de información de VSM experimente cambios significativos.

Completamente independiente de cualquier mejora en el rendimiento del proceso realizada como un resultado directo de los aprendizajes de VSM o, en paralelo con ellos, las características de los productos que se fabrican pueden cambiar de una manera que debería reflejarse en el VSM.

¿ En general, la demanda de algunos productos experimentará una ligera aumenta mientras que otros ven una caída. Si estos cambios son pequeños, los aumentos y disminuciones pueden equilibrarse más o menos, por lo que el Takt general que se muestra en el mapa se mantiene relativamente constante. Sin embargo, si la demanda de un producto o familia de productos aumenta significativamente o si se agrega un nuevo producto a la línea, los valores de Takt en el mapa deben actualizarse. Además, si la demanda de un producto o grupo de productos cae drásticamente, o si los productos se eliminan de la cartera, cualquier reducción sustancial en Takt debe reflejarse en el mapa.

¿ Los aumentos en Takt deberían desencadenar un nuevo examen de posibles cuellos de botella. Las reducciones en Takt deberían desencadenar un análisis de las utilidades para ver si algunos equipos podrían ejecutar un programa de turnos más cortos o estar inactivos. Cualquiera de los dos debe desencadenar un nuevo examen de la porción de asignación de productos (Tecnología de grupo) del plan de flujo celular, si esa estrategia se está utilizando aquí.

fi Los niveles de inventario que se muestran en el mapa deben volver a examinarse periódicamente para ver si siguen siendo apropiados para el rendimiento del proceso actual. Si una mejor planificación de la demanda da como resultado una reducción del error de pronóstico, se necesitará menos inventario de seguridad.

requerido. De manera similar, si la demanda de un producto altamente variable se estabiliza, tendrá el mismo efecto, en los casos en que el historial de demanda tenga una gran influencia en el pronóstico.

Otra razón para mantener actualizado el VSM es su papel en el proceso de gestión visual; una versión actualizada del mapa debe mostrarse en un lugar destacado. Debe haber revisiones periódicas para todos los empleados, para celebrar las mejoras recientemente completadas, para resaltar los próximos esfuerzos de mejora y para solicitar más ideas para reducir los desechos y las barreras de flujo que se muestran en el mapa. A medida que los empleados pasan por el mapa en su camino normal a través de la planta, se les debe alentar a que se detengan, miren, piensen en él y hagan recomendaciones sobre cualquier idea que tengan para resolver los problemas de estallido estelar.

A medida que se contratan nuevos empleados, la versión actual del VSM proporciona una excelente para orientarlos sobre el proceso de fabricación, los facilitadores y detractores del flujo y los desechos que deben abordarse. Más importante aún, le proporciona un vehículo para explicarles cómo sus tareas ayudan a crear valor para el cliente.

Resumen

No es realista esperar que alguna vez elimine todos los desechos de sus procesos; de ahí la necesidad de volver a examinar con frecuencia el comportamiento del proceso para ver qué mejoras adicionales son posibles. Un VSM actualizado proporciona una excelente herramienta para hacerlo, en un contexto que aclara el efecto de las mejoras de proceso en el rendimiento y el flujo del proceso, por lo que es fundamental que el VSM se actualice a medida que se complete cada mejora o conjunto de mejoras.

La mejora continua requiere una evaluación actualizada del rendimiento, los detractores y los desperdicios para saber dónde enfocar la próxima ronda de mejoras y siempre que el VSM establezca una hoja de ruta para la mejora continua.

capítulo 19

Beneficios de desarrollar un VSM

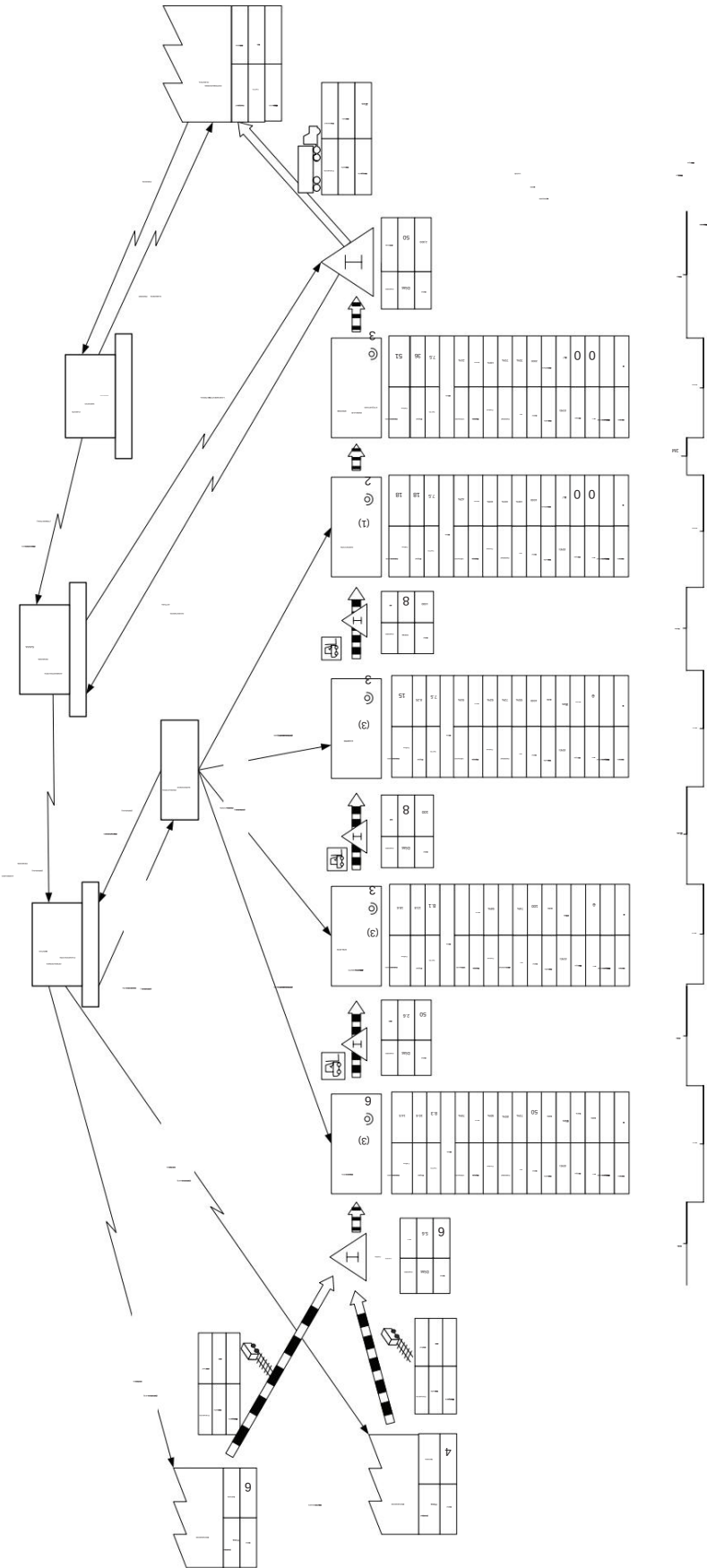
Operaciones que se han beneficiado del uso de un VSM

Una amplia variedad de procesos, incluidos los que fabrican pinturas para automóviles y casas, productos alimenticios, polímeros extruidos, productos de papel y láminas de plástico, productos químicos industriales, aditivos para aceites de motor, ceras y pastas, y materiales de placas de circuitos laminados, han mejorado su funcionamiento utilizando el formato VSM. Aquí hay algunos ejemplos para demostrar la amplitud del uso y para ilustrar algunos de los conceptos cubiertos a lo largo de este libro. Incluyen situaciones en las que los beneficios eran los tradicionales, ilustrando los desechos primarios y los problemas de flujo en el sistema de fabricación, así como aplicaciones en las que los beneficios eran exclusivos de la situación particular de esa operación.

Procesamiento de rollos grandes en una planta de productos laminados

Un VSM fue la clave para comprender cómo resolver el desempeño deficiente del servicio al cliente para una planta de productos laminados. La planta producía un producto polimérico similar al papel que se vendía en rollos grandes de anchos que variaban de 2 pies a 12 pies, y que pesaban de 300 lb a 2000 lb. La ironía del problema era que tenían 50 días de inventario de productos terminados, pero aún proporcionaban sus clientes sólo el 84% de la entrega a tiempo.

El VSM que refleja el estado actual al comienzo de nuestro programa se muestra en la Figura 19.1. La materia prima entrante, gránulos de plástico polimérico, se almacena en vagones. Se funde y moldea como rollos de molino de 10 a 12 pies de ancho y con un peso aproximado de 2000 lb, que comprende 50 SKU. Los rollos de laminación se almacenan en un AS/RS (Sistema de almacenamiento/recuperación automático, un almacén de gran altura). Luego se sacan del almacenamiento y se tratan con calor en una de las tres máquinas de unión y se devuelven al AS/RS. Luego se retiran y se cortan a lo largo de



el rollo en una de las tres cortadoras, para crear varios rollos de hendidura más angostos de cada rollo de molino. De cada rodillo de laminación resultan de tres a seis rodillos ranurados, dependiendo del ancho del corte. Hay aproximadamente 1000 SKU de rollos cortados. Los rollos cortados se inspeccionan, envuelven y transportan a un almacén de productos terminados fuera del sitio.

Un análisis de la composición del inventario de productos terminados y de los patrones de pedido de SKU realizado como parte de la recopilación de datos de VSM reveló dos cosas:

- La precisión del pronóstico fue muy pobre, lo que provocó el desajuste entre el inventario y pedidos.
- El material en el almacén tenía los estilos moldeados y adheridos necesarios, pero había sido cortado a anchos innecesarios.

La solución propuesta fue dejar de cortar a la previsión para crear acabado inventario de bienes y, en su lugar, mantener un inventario de corte previo más grande y corte para cumplir con pedidos específicos. Esto eliminaría esencialmente todo el inventario de productos terminados, reemplazándolo con inventario precortado. El VSM mostró que había suficiente espacio en el AS/RS para contener la cantidad requerida de inventario precortado, que era menor que el inventario de productos terminados. El pronóstico fue mucho más preciso para los estilos unidos que para los productos cortados, por lo que se requirió mucho menos stock de seguridad.

El VSM también reveló, sin embargo, que las tres cortadoras no podrían mantenerse al día con el nivel instantáneo de demanda requerido por una estrategia de corte a pedido. El tiempo de actividad de la cortadora (su término para OEE) fue solo del 55 %; El tiempo de inactividad de la cortadora se había cubierto anteriormente con el alto nivel de inventario de productos terminados, pero ahora las cortadoras tendrían que estar disponibles para satisfacer los breves plazos de entrega del cliente requeridos por cualquier estrategia de acabado bajo pedido. Discusiones con el personal operativo reveló que existía la creencia de que había un exceso de capacidad de cortadora, por lo que el mantenimiento de la cortadora no había sido una prioridad. Por lo tanto, un componente clave del futuro plan estatal era mejorar la confiabilidad de la cortadora. Se creía que con el nivel adecuado de mantenimiento, la confiabilidad de la cortadora podría regresar a los niveles de 78% a 80% que se experimentaron anteriormente en su vida útil.

Otra posible mejora del tiempo de actividad de la cortadora sería reducir el tiempo de cambio de la cortadora. Reposicionar las cuchillas en la cortadora para adaptarse a un patrón de corte diferente tomó solo 5 minutos, pero con muchos de los 1000 SKU producidos cada 7 días, estos cambios redujeron el tiempo de actividad en un 16 %. El equipo consideró que una mejor coordinación de los operadores de corte longitudinal podría reducir esto a 4 minutos, dando un tiempo de actividad final del 62 %. Esto no se incluyó en el futuro plan estatal 1, pero se consideró para más adelante. La mejora de la confiabilidad en el futuro estado 1 reduciría la Utilización al 83%, lo que brindaría suficiente capacidad para manejar el volumen máximo de pedidos de los clientes dentro de cualquier período de 24 horas. (Las expectativas de tiempo de entrega del cliente eran que los pedidos se recibirían dentro de los 4 días; la carga y el envío del camión requirieron 3 días, dejando un día para cortar, inspeccionar y envolver rollos para cumplir con el tiempo de entrega objetivo).

Por lo tanto, el beneficio proporcionado aquí fue que la recopilación de datos realizada para completar el VSM aclaró el problema y su causa raíz, y el VSM destacó la mejora en el rendimiento del equipo necesaria para ejecutar una estrategia de corte a pedido.

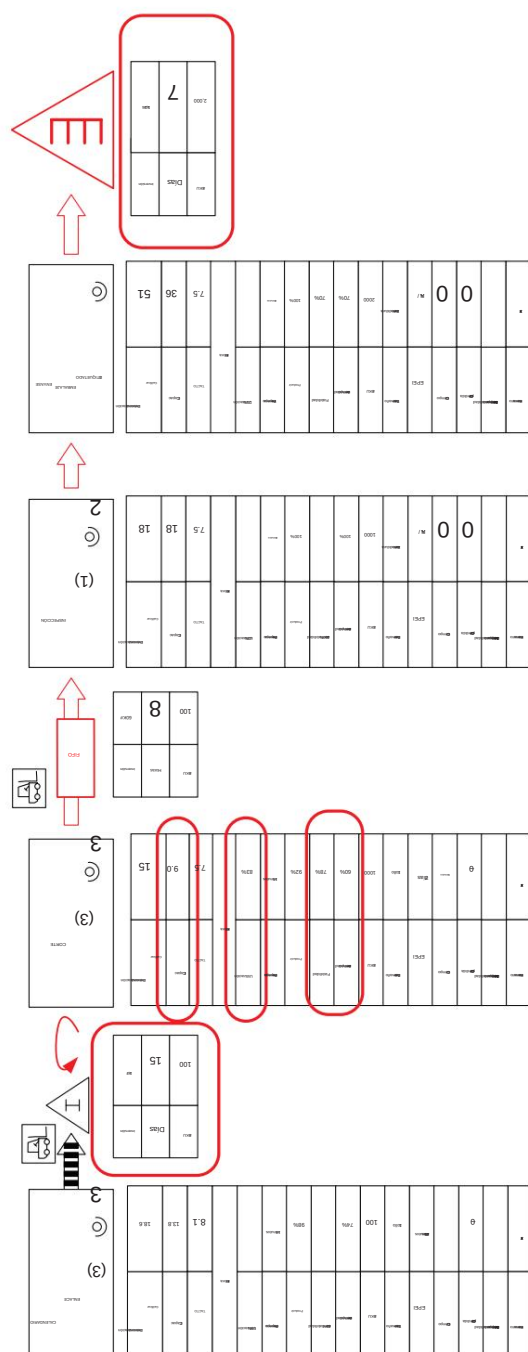
La figura 19.2 muestra la porción relevante del estado futuro VSM y la mejora que se esperaba cuando la confiabilidad se elevó al nivel objetivo. El inventario de corte previo tendría que incrementarse para tener disponible el material requerido en los tipos correctos y en cantidad suficiente para respaldar la estrategia de corte por pedido.

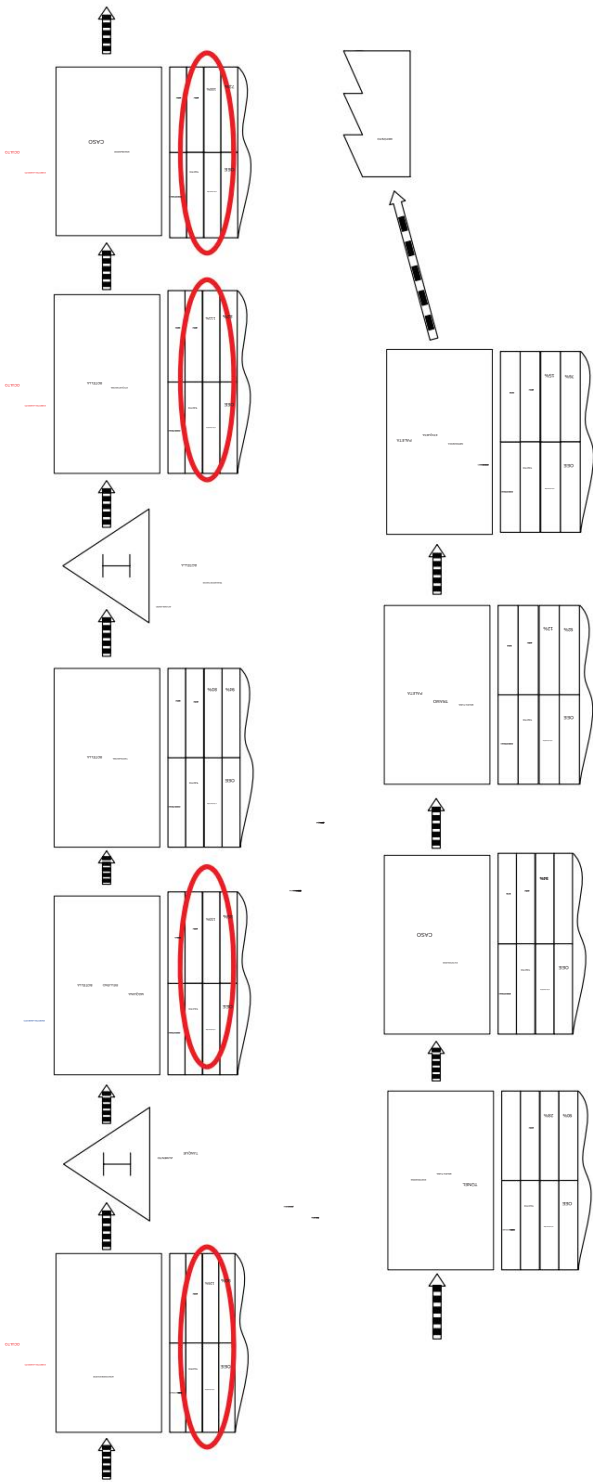
El inventario de productos terminados podría durar solo unas pocas horas; el único material que se necesita es el que proviene de los embalajes que esperan ser cargados en un camión. Sin embargo, mantener en stock algunos días de los productos muy consistentes y de muy alta demanda aliviaría parte de la presión sobre el corte, la inspección y el envoltorio. Si la demanda de corte longitudinal fuera demasiado alta temporalmente, probablemente incluiría algunos de esos SKU, y podrían enviarse del stock y reabastecerse más tarde.

El resultado esperado era que la combinación de inventario de productos precortados y terminados se reduciría de 58 días a 22 días, una disminución del 62 %, y que el servicio al cliente aumentaría más allá del objetivo del 95 %.

Embotellado de aderezo para ensaladas

Un VSM demostró ser especialmente valioso para una planta productora de aderezos para ensaladas, ya que proporcionó información que le impidió realizar una inversión costosa que no habría logrado sus objetivos. La instalación elabora aderezos para ensaladas, mayonesa y salsas embotelladas. En una línea de embotellado de aderezos para ensaladas en particular, la demanda del mercado había aumentado el Takt de las 300 botellas por minuto (BPM) anteriores a 400 BPM. La intuición del gerente de planta, reforzada por algunos datos, le dijo que el paso de llenado de botellas era literalmente el cuello de botella (este es un caso en el que "cuello de botella" es más que una forma de hablar; la restricción para aumentar la velocidad de la línea era la incapacidad de obtener el fluido a través del cuello de la botella a la velocidad deseada). Así que desafió a su organización técnica a aumentar el llenado de botellas a 400 BPM. Después de algunos análisis, diseño preliminar y creación de prototipos, informaron al gerente que con un rediseño de las boquillas de llenado, la operación de llenado podría elevarse a 400 BPM. Sin embargo, antes de proceder con la inversión en las nuevas boquillas de acero inoxidable, me pidieron que desarrollara un VSM para validar sus posibilidades de caudal. El VSM (Figura 19.3) mostró claramente que incluso si la máquina de llenado de botellas aumentara a 400 BPM, la velocidad de la línea aumentaría a solo 320 BPM. Lo que nadie se dio cuenta hasta que recopilamos los datos para completar los cuadros de datos de VSM fue que había otros tres pasos cercanos al cuello de botella que se convertirían en cuellos de botella en el nuevo Takt de 400 BPM. El paso del homogeneizador en el área de la cocina alcanzaría su límite a 320 BPM, el aplicador de etiquetas a 360 BPM y la empacadora de cajas a 400 BPM. Debido a que nadie había intentado nunca funcionar a una velocidad superior a 300 BPM, nunca se reconocieron las limitaciones de flujo vecinas. Si bien sería económicamente factible reemplazar





boquillas en la máquina de llenado de botellas, el costo total de eliminar todos los cuellos de botella era prohibitivo, por lo que se tomó la decisión de construir una nueva línea en lugar de actualizar la actual.

Si el equipo técnico no hubiera decidido mapear todo el proceso y si se hubieran pasado por alto los cuellos de botella ocultos, el gerente de la planta habría comprometido una inversión considerable en las nuevas boquillas solo para descubrir más tarde que la línea todavía estaba un 20 % por debajo del Takt.

Torres de refrigeración en la producción de polietileno

Una planta en Europa del Este produce gránulos de polietileno para usar en la fabricación de películas para envolver, juguetes de plástico y otros bienes de consumo. La operación extrae gas etano del suelo, lo convierte en etileno y luego lo polimeriza en polietileno, que luego se peletiza. El proceso es exotérmico y utiliza agua para eliminar el calor de los recipientes y líneas del proceso. El agua de refrigeración se enfría en grandes torres de refrigeración de madera, que tienen más de 40 años y están en muy mal estado. El costo de mantenerlos y mantenerlos algo funcionales es lo suficientemente alto como para que tengan un programa de reemplazo en marcha. Un análisis del valor presente neto indicó que un plan de 10 años daría el mejor rendimiento de la inversión.

Sin embargo, mientras construíamos el VSM del proceso de polietileno, uno de los operadores de la sala de control señaló que durante gran parte de los meses de verano, el flujo del proceso tuvo que reducirse un poco porque las torres no enfriaban adecuadamente el agua, por lo que no había suficiente agua. el calor del proceso podría eliminarse cuando se ejecuta a caudales normales. Por lo tanto, lo que se había visto principalmente como un problema de mantenimiento ahora se veía como un problema de productividad, una limitación del rendimiento en una operación con entradas agotadas. Esta idea hizo que se volviera a examinar el momento de la sustitución y dio mucha más prioridad y urgencia a la decisión de inversión.

Producción de ceras para recubrir cajas de cartón

Una planta en Kentucky fabrica ceras y pastas. Los principales clientes de los productos de cera son los fabricantes de cartón ondulado que utilizan la cera para recubrir el material con el que se fabrican las cajas de cartón. La planta tenía dos líneas, A y B, que se creía que eran completamente independientes entre sí. El enfoque de mi proyecto fue diseñar e implementar una rueda de productos para optimizar la secuencia y el tiempo de los productos fabricados en la línea B. (Una rueda de productos es un patrón que se repite regularmente de todos los productos fabricados en una línea de producción o pieza principal de producción). equipo de proceso. La secuencia se optimiza para reducir la dificultad y el tiempo de cambio, y el ciclo se selecciona para equilibrar los objetivos de agilidad y capacidad de respuesta con la operabilidad de la planta y las preocupaciones de OEE. Las ruedas del producto se describen en el Apéndice F.)

Comenzamos desarrollando un VSM de la línea B. La planta define la línea B como comenzando con un paso de mezcla, alimentado desde un paso de polimerización de resina en otro

166 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

área de la planta, pero decidimos comenzar el VSM en la entrada de materia prima e incluir la polimerización de resina, que alimenta tanto la línea A como la línea B. Entonces decidimos incluir la línea A en el VSM, aunque no estaba en el alcance de la rueda del producto, para asegurarnos de que tuviéramos una comprensión completa del flujo de extremo a extremo.

La figura 19.4 es un diagrama de bloques de la planta. (El VSM completo no está incluido aquí, para proteger la información propietaria del proceso del cliente).

A medida que reunimos todos los datos de capacidad y Takt y comenzamos a completar el mapa, descubrimos que había algunos productos que se ejecutaban en la línea A que eran grandes consumidores de resina, lo suficiente como para que mientras se producían esos productos, algunos otros grandes consumidores de resina no podían no se ejecutará en la línea B. En el estado actual, tenían un proceso informal en el que a veces retrasaban ciertos productos en una línea para evitar conflictos con la otra línea, pero esto no estaba documentado y no era ampliamente conocido.

Con el descubrimiento de que existía esta restricción, decidimos ampliar el alcance del programa para incluir la implementación de una rueda de producto en la línea A. Con la estructura y el patrón repetible que proporcionan las ruedas de producto, pudimos coordinar la rueda de la línea A con la línea B rueda de manera que los grandes consumidores de resina de la línea B se compensaron en el tiempo con respecto a los de la línea A.

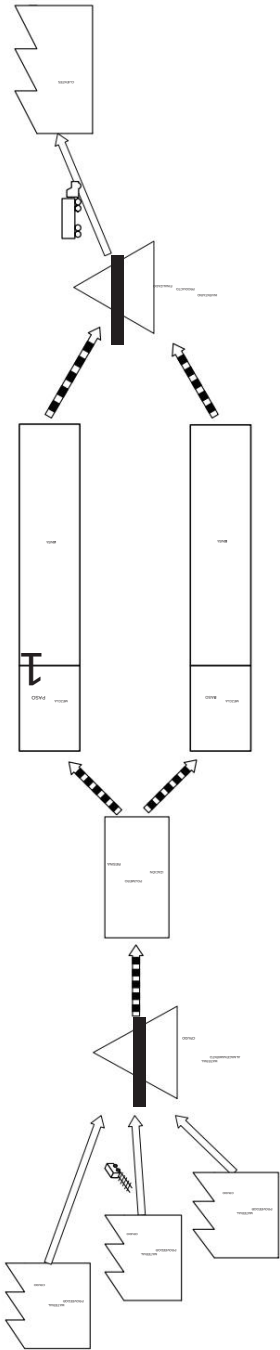
Por lo tanto, el VSM nos permitió obtener una comprensión amplia de los requisitos de flujo y material de entrada y evitar un cuello de botella potencialmente grave. También condujo a un proceso formal, documentado y estandarizado que resolvió la restricción. El VSM nos permitió ver toda la operación como un sistema integrado y, por lo tanto, implementar cambios que beneficiaron al sistema completo y no solo a una parte importante del mismo.

Mejorar un sistema de ejecución de proyectos de capital

Una empresa productora de minería y acero en Europa del Este tenía un sistema de ejecución de proyectos de capital que tenía problemas muy serios: los sobrecostos a menudo excedían el 100% y las puestas en marcha de la planta a veces se retrasaban hasta 24 meses. La empresa decidió rediseñar por completo su proceso de ejecución de proyectos en función de los principios Lean, utilizar Value Stream Mapping para comprender dónde estaban los defectos y desperdicios en su proceso actual y luego crear un conjunto de VSM de estado futuro para guiar el rediseño.

Se desarrolló un VSM de estado actual, que destacó los desperdicios clave, los retrasos de tiempo y las causas de la repetición del trabajo, y luego se crearon mapas de procesos interfuncionales ("gráficos de carriles de natación") para conducir a las causas fundamentales.

Gran parte del mapeo se centró en el proceso de carga frontal (FEL) del proyecto. FEL es un término utilizado para describir las actividades de planificación previas al proyecto para desarrollar un diseño conceptual y garantizar que esté alineado con los objetivos comerciales y sea práctico de ejecutar. Comienza con la redacción de una carta de objetivos comerciales, para documentar y aclarar lo que la empresa espera de la instalación en términos de capacidad, calidad, tiempo de entrega, capacidad de combinación de productos y vida útil. Diseños conceptuales



168 *¿ Mapeo Lean para las Industrias de Procesos*

se generan y se estudian las opciones de tecnología de proceso. Los conceptos del proceso y la tecnología elegida se revisan con todas las partes interesadas, y una vez que se llega a un acuerdo, se puede proceder con un diseño general para que se puedan desarrollar las evaluaciones de costos y los cronogramas de objetivos. La característica clave de este enfoque es que la instalación se concibe y diseña en etapas, comenzando en un nivel muy alto y avanzando a través de niveles más detallados, y que todos los puntos de vista apropiados se involucran en la aprobación de cada etapa. La experiencia ha demostrado que un FEL completo conduce a menos comienzos en falso y menos rediseño y reelaboración a medida que avanza el proyecto.

El VSM descubrió brechas clave en los procesos FEL del cliente. Los objetivos comerciales no estaban documentados, por lo que a menudo había confusión sobre lo que se esperaba de la instalación. Las decisiones clave sobre la selección de tecnología de proceso no se tomaron lo suficientemente temprano en FEL, por lo que se trasladaron demasiadas alternativas tecnológicas a las etapas posteriores de FEL, lo que resultó en costos de diseño para alternativas que no se elegirían.

En las primeras etapas faltaron los aportes de las partes interesadas clave y los tomadores de decisiones, lo que resultó en una gran cantidad de reelaboración más adelante cuando se incorporaron sus aportes.

El mapeo reveló varias otras causas de retrasos y sobrecostos:

- fi Había confusión sobre las funciones y responsabilidades de los ingenieros propietarios-operadores y los ingenieros contratistas de diseño de servicio completo.
- fi No había un proceso estándar para la preparación de especificaciones, revisión de ofertas, o selección de proveedores.
- fi Las bibliotecas de costos estaban muy desactualizadas, lo que generaba estimaciones inexactas.
- fi Se requería documentación y aprobaciones excesivas (común en los países de la antigua Cortina de Hierro en Europa del Este) que causaron retrasos significativos.
- fi Hubo un intenso enfoque en las actividades más que en los resultados (también algunos lo común en esta cultura).
- fi Las lecciones de los fracasos de los proyectos no estaban siendo capturadas y analizadas para mejorar en proyectos futuros.

Se crearon futuros VSM estatales para rectificar estos problemas. Nadar en el estado futuro
Se desarrollaron gráficos de carriles para cada etapa de FEL para aclarar aún más las mejoras específicas.
Luego se escribieron documentos detallados de gestión de proyectos para capturar el nuevo proceso de ejecución.

Este es solo un ejemplo de cómo se pueden usar los VSM para guiar la mejora de los procesos que no son de fabricación ni de la cadena de suministro. Otros ejemplos se pueden encontrar en la sanidad y la banca.

Resumen

Value Stream Mapping ha demostrado ser una herramienta extremadamente beneficiosa en una amplia variedad de operaciones de proceso, incluidos alimentos y bebidas, productos químicos por lotes, materiales electrónicos y productos de papel y hojas. Su valor se ha demostrado en la parte de fabricación del proceso, en el acabado y envasado

y en toda la cadena de suministro. Aunque los procesos descritos en este capítulo difieren entre sí, los beneficios tienen mucho en común: mayor comprensión del proceso, descubrimiento de residuos ocultos, comprensión de los cuellos de botella y las restricciones de flujo, y una hoja de ruta hacia un estado futuro superior.

Un VSM no solo será un gran facilitador para mejorar su proceso, sino que también puede proporcionar información que lo ayudará a evitar errores graves.

Apéndice A: Proceso

Características de la industria

El Capítulo 3 describió algunas de las diferencias más significativas entre las operaciones de proceso y ensamblaje, y que un VSM para una operación de proceso debería verse un poco diferente de uno para un proceso de ensamblaje de piezas. La estructura básica será la misma, con flujo de material, flujo de información y una línea de tiempo, pero los cuadros de datos requerirán más datos para que los desperdicios y las oportunidades para mejorar el flujo y el rendimiento del proceso puedan ser más evidentes. Y la forma en que se muestra el equipo paralelo puede diferir para resaltar posibilidades adicionales de mejora del flujo.

Taiicho Ohno reconoció algunas de las diferencias y desafíos únicos de las operaciones de proceso mientras ayudaba a Toyota a desarrollar su sistema de producción.

En Toyota Production System—Beyond Large Scale Production, afirma:

Para ser sincero, incluso en Toyota, es muy difícil lograr que los procesos de prensado, moldeo de resina, fundición y forjado se conviertan en un flujo de producción total tan optimizado como los flujos de ensamblaje o procesamiento de máquinas.

En resumen, parece estar diciendo que los procesos en Toyota que son similares a los que se encuentran en las industrias de procesos son muy difíciles de hacer Lean. La palabra clave es “difícil”; no dice “imposible”.

Características que distinguen a las industrias de procesos

Entonces, ¿cuáles son las diferencias que dificultan entrar en un flujo simplificado?

El equipo es grande y difícil de reubicar

Puede caracterizar muchos procesos de ensamblaje por sus máquinas relativamente pequeñas y fáciles de mover, como prensas taladradoras, rectificadoras y tornos. Por otro lado, la mayoría de los equipos en las industrias de proceso son muy grandes y tienen tuberías, conductos hidráulicos y cableado eléctrico complejo, lo que dificulta su reubicación para mejorar el flujo. Hornos utilizados para secar escamas extrusionadas que se convertirán

172 y Apéndice A: Características de la industria de procesos

los cereales para el desayuno pueden tener 100 pies de largo o más y de 12 a 20 pies de ancho. Una máquina para formar papeles utilizados como aislamiento eléctrico para transformadores de potencia también puede tener una superficie de 1000 pies cuadrados o más y pesar varias toneladas. Las piezas de equipo de esta escala a menudo se denominan "monumentos" para enfatizar su inmovilidad. Esto hace que sea poco práctico reubicar equipos para mejorar el flujo, por lo que conceptos como la fabricación celular requieren una visión más amplia y un enfoque más creativo. Uno de estos enfoques se describe en el Apéndice C.

Los procesos son difíciles de detener y reiniciar

Las máquinas que normalmente se encuentran en los procesos de ensamblaje son fáciles de arrancar y detener. Este no es siempre el caso en las industrias de proceso; el equipo de proceso suele consumir mucho tiempo y es costoso detenerlo y reiniciarlo. Por ejemplo, los recipientes de polimerización química pueden ejecutar un lote de 2 a 4 horas que no se puede interrumpir sin destruir el lote. Algunas líneas de proceso de polimerización continua normalmente funcionan durante meses o años entre paradas: detener el flujo de polímero caliente hace que el plástico fundido se congele en las líneas. Antes de reiniciar, tendría que desarmar toda la línea de proceso y limpiarla con chorro de arena o quemarla, a un costo de cientos de miles de dólares. De manera similar, parar una máquina que extruye películas de plástico para envases hace que el plástico fundido se congele en el labio de la matriz, lo que nuevamente requiere una limpieza muy extensa y costosa. Esto tiende a generar campañas largas, sobreproducción, inventarios innecesariamente grandes y dificulta la implementación de un sistema de reposición. El concepto de interfaz push-pull descrito en el Apéndice D a menudo proporciona un compromiso muy práctico.

Intensivo en capital vs. Intensivo en mano de obra

El Capítulo 3 describió que las operaciones de proceso tienden a ser muy intensivas en capital, mientras que los procesos de ensamblaje tienden a ser muy intensivos en mano de obra. Sabemos que la productividad laboral fue una fuerza impulsora en el desarrollo del Sistema de Producción Toyota. En palabras de Ohno:

...Esto hizo que la proporción entre las fuerzas laborales japonesas y estadounidenses fuera de 1 a 9. Todavía recuerdo mi sorpresa al escuchar que se necesitaron nueve japoneses para hacer el trabajo de un estadounidense.

Además, la cifra de un octavo a un noveno era un valor medio. Si comparáramos la industria automotriz, una de las industrias más avanzadas de Estados Unidos, la proporción habría sido muy diferente. Pero, ¿podría un estadounidense realmente hacer un esfuerzo físico diez veces mayor? Seguramente, los japoneses estaban desperdiciando algo. Si pudiéramos eliminar el desperdicio, la productividad debería aumentar por un factor de diez. Esta idea marcó el inicio del actual sistema de producción de Toyota.

Y si bien la productividad laboral es un factor importante en las industrias de procesos, la productividad de los activos suele ser mucho más importante. Como resultado, un proceso VSM debe describir el proceso de una manera que destaque la productividad y las limitaciones de los activos para que se puedan ver los desperdicios y se comprendan las posibilidades de mejora. Los programas Lean deben centrarse más en aprovechar al máximo los activos críticos que en equilibrar las tareas laborales.

Trabajo en curso oculto

El trabajo en proceso (WIP) en una planta de proceso a menudo no se ve y, aunque no se olvida, a menudo se subestima, por lo que los cuadros de inventario en el VSM pueden ser muy sorprendentes y esclarecedores.

En las plantas de ensamblaje, el WIP a menudo se encuentra en el piso en contenedores o bolsas, en estantes o en carros donde es fácilmente visible, mientras que en las plantas de proceso generalmente está oculto o fuera de la vista. En una planta de pintura arquitectónica, las resinas intermedias se pueden almacenar en contenedores de acero inoxidable de 200 a 500 galones almacenados en un AS/RS (sistema automático de almacenamiento/recuperación, un sistema de almacenamiento en estantes de gran altura), lejos de la vista. De manera similar, en una planta de fabricación de alfombras, los rollos maestros de alfombras con mechones insertados, quizás de 12 pies de ancho y 6 pies de diámetro, en espera de ser teñidos, se almacenarán en un gran sistema de estantes, bien alejados de los mechones, el respaldo y el teñido. equipo. Qué material específico hay allí, dónde se ha procesado y hacia dónde se dirige a continuación son difíciles de determinar sin consultar una terminal de computadora conectada al sistema de gestión de inventario. Por lo tanto, "recorrer la línea" de una planta de proceso para recopilar datos de flujo para un VSM no es tan efectivo como lo es en los procesos de ensamblaje más visibles.

Puntos de diferenciación del producto

El Capítulo 3 definió los patrones de flujo "A" y "V" y el aumento en los tipos de productos a medida que el material fluye a través de una planta de proceso, y por qué la programación es fundamental en cada punto de diferenciación: si toma decisiones de diferenciación incorrectas, producirá un variedad actualmente innecesaria, llenando el almacén con producto actualmente innecesario. También ha consumido una valiosa capacidad de producción, que no está disponible durante ese tiempo para fabricar los productos necesarios. Por lo tanto, termina con un inventario excesivo de productos terminados, pero, irónicamente, con un servicio al cliente deficiente.

En un proceso de fabricación de papel, si los anchos rollos de papel se cortan a anchos que actualmente no se necesitan, aumentará el inventario de productos terminados de esos anchos, mientras que puede ocurrir escasez de otros anchos. Un ejemplo específico de esto se describe en el Capítulo 19. En nuestro proceso de fibra sintética, tenemos que tomar decisiones en fardos de corte sobre la longitud del corte, que si se basan en un pronóstico imperfecto, lamentablemente brindarán la oportunidad de fabricar productos que no son apropiados para el cliente. necesidades actuales del cliente.

Esta profunda diferencia en el patrón de flujo, divergente frente a convergente, brinda tanto oportunidades como desafíos para la aplicación de herramientas Lean. Afortunadamente, los sistemas de extracción bien diseñados pueden facilitar mejores decisiones de diferenciación en todos los puntos de divergencia. Para evitar requerir que los supermercados en las últimas etapas del proceso contengan un inventario administrado para cada uno de los cientos de tipos de productos semielaborados, el método ConWIP descrito en el Apéndice D brinda una alternativa atractiva al kanban. Si los plazos de entrega permiten una estrategia de acabado bajo pedido, eliminará las etapas finales del inventario donde se produce la mayor variedad de productos y permitirá la programación basada en un pronóstico a nivel de familia de productos, que generalmente es mucho más preciso.

Resumen

Las empresas que fabrican pasta de dientes, pintura para el hogar, aderezos para ensaladas, fibras sintéticas, alfombras, productos de papel y productos químicos a granel son ejemplos de lo que se denomina "industrias de procesos". Sus procesos de fabricación son significativamente diferentes de los procesos que fabrican piezas y las ensamblan en automóviles, refrigeradores, teléfonos celulares y bicicletas. El tipo de equipo que se encuentra en los diversos pasos de fabricación de las industrias de procesos es bastante diferente del que se encuentra en el ensamblaje de piezas, y tiende a ser mucho más grande, más costoso y tiene un impacto mucho mayor en el rendimiento y la producción de fabricación. Estos factores hacen que la aplicación de muchos conceptos y herramientas Lean sea más desafiante.

Las diferencias más importantes entre las operaciones de montaje y proceso, y cómo se puede aplicar el pensamiento Lean, se catalogan en la Tabla A.1.

Quizás la mayor distinción entre las líneas de proceso y el ensamblaje de piezas es el alto grado de diferenciación del producto que ocurre a medida que el material se mueve a través de las operaciones del proceso. Los productos ensamblados generalmente están hechos de decenas, cientos o miles de componentes, lo que da como resultado una pequeña cantidad de tipos de productos terminados. Las operaciones de proceso, por otro lado, generalmente comienzan con una pequeña cantidad de materias primas, a partir de las cuales se fabrican cientos o miles de productos finales. Esta diferencia en el patrón de flujo (divergencia frente a convergencia) tiene un impacto profundo en la dinámica del flujo y requiere sistemas de extracción diseñados adecuadamente para garantizar que las decisiones diferenciadoras se tomen de una manera que resulte en productos que satisfagan las necesidades actuales y evite productos que no lo hacen. . Un VSM bien construido proporciona una imagen clara de los patrones de flujo y los datos necesarios para desarrollar una estrategia de extracción adecuada para su operación específica.

Cuadro A.1

<i>Industria</i>	<i>Fabricación de ensamblajes</i>	<i>Industrias de proceso</i>
Ejemplos	Automóviles Aeronave Celulares Ordenadores Herramientas eléctricas Equipo industrial Electrodomésticos	pinturas Productos químicos por lotes Artículos de papel y láminas de plástico Comida y bebidas Cuidado personal: champú, pasta de dientes Alfombras Metales y cerámica
Flujo del proceso Modelo	Procesos "A" • Convergencia de variedades parciales • Muchas materias primas • Poca diferenciación final	Procesos en "V" • Divergencia en la variedad de materiales • Pocas materias primas • Alta diferenciación final
Influencia principal y orientación	Sistema de producción Toyota	TPS con amplia experiencia en aplicaciones
Enfoque primario	Desperdicio • Reducción de inventario • Sobreproducción • Defectos	Residuos, tiempo de ciclo • Reducción de inventario • Rendimiento • Pérdidas de rendimiento
Primario Económico Conductores	Productividad laboral Reducción de inventario	Productividad de activos Reducción de inventario Mayor rendimiento Pérdidas de rendimiento reducidas
Otro mayor Áreas de enfoque	Flujo Producción de nivel a Takt tamaño de lote de uno	Flujo Producción de nivel a Takt Tamaño de lote optimizado por tamaño de equipo
Tarifa primaria Factor limitante	Labor	Equipo
Herramientas/ Técnicas	Mapeo de flujo de valor 5S Trabajo estándar poke yugo SMED flujo de una pieza Fabricación de teléfonos móviles Nivelación de la producción Producción de modelos mixtos autonomía Sincronizar flujo con Takt Sistemas de tracción	Mapeo de la cadena de suministro Mapeo de flujo de valor 5S Trabajo estándar poke yugo SMED Caudal determinado por el tamaño del equipo Fabricación de teléfonos móviles Ruedas de producto autonomía Sincronizar flujo con Takt Sistemas de tracción

Continuado

Tabla A.1 (Continuación)

<i>Industria</i>	<i>Fabricación de ensamblajes</i>	<i>Industrias de proceso</i>
Lógica de lotes influenciada por	Tiempo de preparación de la máquina Tamaño del lote de transporte	Tamaño del lote por: <ul style="list-style-type: none"> • Tamaño y características del equipo Tamaño de la campaña por: <ul style="list-style-type: none"> • Cambian con el tiempo • EOQ
Problemas de configuración	Tiempo para reemplazar, restablecer herramientas	Tiempo para limpiar recipientes de proceso Pérdidas de material que enjuagan las líneas Es hora de restablecer, estabilizar las temperaturas. Tiempo para que las presiones se equilibren Tiempo para obtener propiedades en el objetivo después de reiniciar Pérdidas materiales consiguiendo propiedades en el objetivo
Controladores para Celular Fabricación	flujo de una sola pieza utilización de mano de obra Visibilidad de flujo Gestión de flujo Trabajo en curso reducido facilitar el tirón	Cambios más simples utilización de activos Gestión de flujo mejora del rendimiento Trabajo en curso reducido facilitar el tirón
Celular Fabricación Implementación	tecnología de grupo Células de trabajo físico	tecnología de grupo Células virtuales
Producción Arrasamiento Técnicas	Controlar la demanda del mercado Producción de modelos mixtos Heijunka	Ruedas del producto: <ul style="list-style-type: none"> • Optimización de la secuencia de campañas • Optimización de la duración de la campaña • Heijunka

Apéndice B: Principios SMED

El VSM del estado actual generalmente muestra que algunos o todos los inventarios son más altos de lo que realmente deberían ser. Y si bien una causa frecuente es que los inventarios se han establecido por tradición o instinto en lugar de principios matemáticos sólidos, otra causa igualmente frecuente es que los ciclos de campaña (EPEI, "Cada parte, cada intervalo" en terminología Lean) en piezas clave del proceso los equipos son muy largos.

La causa raíz de estos largos ciclos de campaña es que los cambios son difíciles, lentos y costosos. La reacción natural a eso es evitar estos cambios difíciles ejecutando campañas largas que tienen la desafortunada consecuencia de aumentar el inventario.

Por lo tanto, si el VSM del estado actual muestra altos niveles de inventario, el paso a un estado futuro mejorado debe poner mucho énfasis en la mejora del cambio. SMED (Single Minute Exchange of Dies), concebido por Shigeo Shingo mientras trabajaba en Toyota en la década de 1950 y luego perfeccionado por Toyota durante los siguientes 30 años, se ha convertido en una práctica recomendada ampliamente utilizada para simplificar y reducir los cambios.

Orígenes SMED

A medida que el sistema de producción de Toyota comenzaba a evolucionar a principios de la década de 1950, Toyota reconoció que era fundamental que los cambios de productos se logaran lo más rápido posible para que las campañas cortas fueran factibles.

Uno de los cambios que consumieron más tiempo al que se enfrentaron fue el reemplazo de los troqueles en las grandes prensas hidráulicas que se usaban para estampar partes de carrocerías de automóviles. Shigeo Shingo, un ingeniero industrial consultor de Toyota, desarrolló una metodología para examinar todas las operaciones de configuración y modificar el proceso de configuración para reducir el tiempo total. Utilizando las técnicas de Shingo, Toyota pudo acortar los cambios de matriz de 3 horas en la década de 1950 a 15 minutos en 1962, y a un promedio de 3 minutos en 1971 (Ohno, 1988). En reconocimiento a este tremendo logro, los métodos y técnicas de Shingo se han convertido en el estándar para la reducción de cambio y se conocen por el acrónimo SMED, por Single Minute Exchange of Dies.

Conceptos SMED

Cuatro de las ideas fundamentales que SMED promueve son (Figura B.1)

1. Determine si alguna de las tareas realizadas durante el cambio se puede realizar antes de que se apague el equipo y se detenga la producción o después de que se vuelva a encender el equipo y se produzca un buen producto. Estas tareas pueden consumir mucho tiempo, por lo que moverlas fuera de la ventana de tiempo cuando la máquina no está produciendo puede reducir drásticamente el tiempo de cambio. Las tareas que deben realizarse durante el cambio se denominan tareas "internas", mientras que las que se pueden realizar antes o después se denominan tareas "externas". Entonces, el paso 1 es identificar cualquier tarea externa.
2. Mueva las tareas externas fuera del tiempo de cambio.
3. Simplificar las tareas internas restantes.
4. Cuando sea factible, realizar tareas internas en paralelo. Si varios operadores pueden realizar tareas al mismo tiempo, el tiempo se puede reducir sin aumentar el contenido total de mano de obra de la instalación.

Una vez que se ha revisado y probado el proceso de cambio, es fundamental que se documente, estandarice y audite de forma continua para que las mejoras puedan mantenerse.

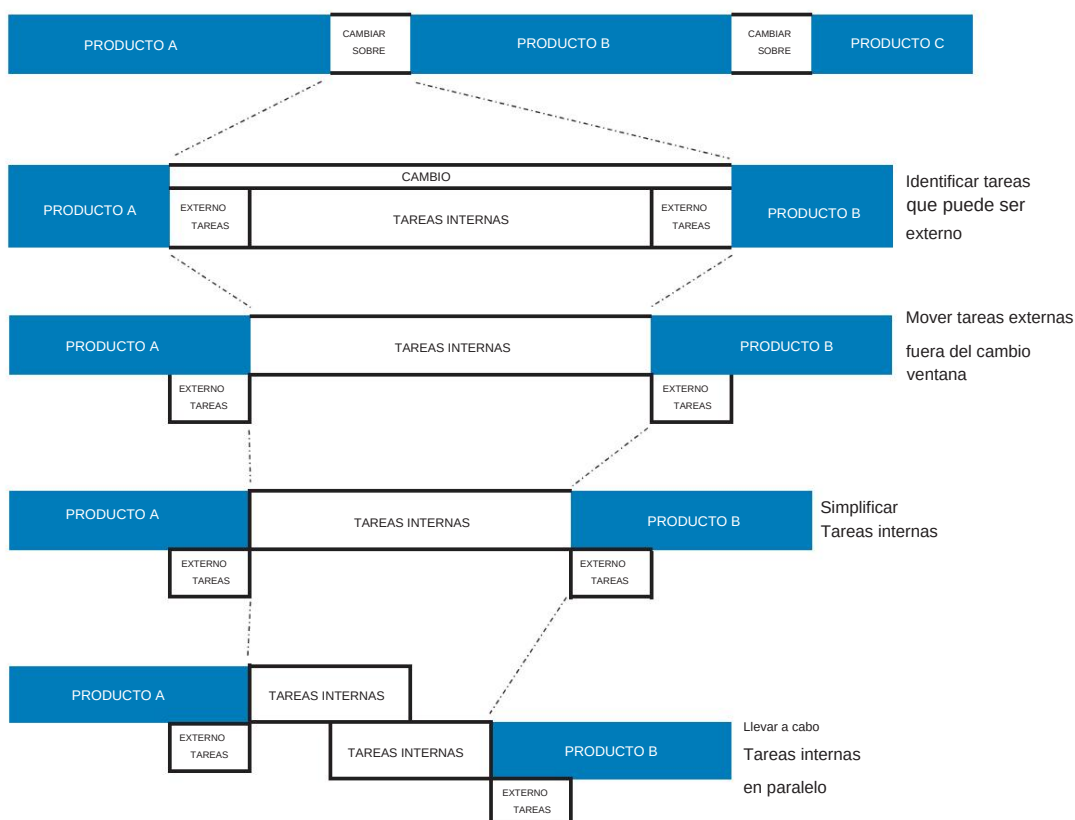


Figura B.1 El proceso de mejora del cambio SMED.

También es fundamental que después de demostrar la mejora, se revisen los ciclos de campaña para aprovechar la reducción del tiempo de cambio y que los objetivos de inventario se restablezcan de acuerdo con el nuevo ciclo.

Cambios de productos en las industrias de procesos

SMED es particularmente valioso en las operaciones de la industria de procesos porque los cambios tienden a ser mucho más complejos e implican pérdidas materiales más costosas.

En las operaciones de proceso, se puede dedicar mucho tiempo a limpiar los sistemas de alimentación de materia prima y el equipo de procesamiento para evitar la contaminación cruzada. Por ejemplo, los tanques de tintado utilizados en la fabricación de pinturas requieren una limpieza a fondo durante los cambios de color. En muchas plantas de procesamiento de alimentos, el equipo se comparte entre varias variedades de productos, que pueden o no contener alérgenos como el maní. Esto puede plantear requisitos muy estrictos para la limpieza entre productos, seguidos de pruebas exhaustivas para garantizar que el equipo esté libre de contaminantes. Las limpiezas y las pruebas requeridas en la fabricación farmacéutica son aún más exhaustivas. Las tareas realizadas durante estas limpiezas se adaptan muy bien al análisis SMED.

En extrusión, productos laminados y procesos químicos por lotes, gran parte del tiempo perdido es el tiempo necesario para llevar la línea a la temperatura, presión, velocidad, espesor, etc. adecuados después de haber realizado todas las tareas mecánicas. Por lo tanto, el proceso SMED es muy útil para atacarlos de modo que se reduzca el tiempo total para el cambio, incluido el tiempo para que se establezcan las condiciones del proceso. Por ejemplo, las piezas de precalentamiento que deben instalarse durante el cambio pueden hacer que la mayor parte del precalentamiento sea una tarea externa.

Resumen

Si se pueden reducir las pérdidas de tiempo y materiales durante los cambios, los ciclos generales de producción se pueden acortar, lo que permitirá reducciones en los inventarios. Y debido a que los inventarios en la mayoría de las operaciones de proceso son más altos de lo que deberían ser y, con frecuencia, son el desperdicio más importante que se encuentra en el VSM, pasar del estado actual a un estado futuro mejorado requiere con frecuencia un proceso de mejora de cambio como SMED.

SMED no es un evento único. La experiencia en muchas aplicaciones ha demostrado que al repetir el proceso periódicamente surgirán oportunidades que no se encontraron previamente. La experiencia de Toyota es un ejemplo dramático: les llevó 20 años repetir sin descanso el proceso SMED, pero como resultado, ¡pasaron de 3 horas a 3 minutos!

Apéndice C: Flujo celular

De todas las herramientas de mejora en la caja de herramientas Lean, Cellular Manufacturing es quizás una de las más poderosas. Permite la producción de lotes más pequeños, un flujo más visible, mejoras de calidad, trabajo en proceso reducido (WIP) y plazos de entrega más cortos.

Cada vez que el VSM de estado actual muestra que hay varios equipos en paralelo en cada paso, el proceso es candidato para el flujo celular.

El concepto celular separa las rutas de flujo de materiales y las agrupaciones de productos en subconjuntos mucho más manejables, donde cada celda tiene menos productos para procesar, y esos productos se dividen en familias con características de procesamiento similares para que los cambios sean más simples y cortos.

Configuraciones típicas de equipos de plantas de proceso

La fabricación celular solo se aplica cuando tiene equipos similares en paralelo en uno o más puntos del proceso. Es particularmente beneficioso cuando hay equipos paralelos en varios pasos, como la configuración que se muestra en la Figura C.1, un patrón típico de muchas plantas de la industria de procesos. Hay una pequeña cantidad de pasos de procesamiento clave, en este caso cuatro, y hay algunas (tres o más) máquinas, tanques o recipientes de reacción en paralelo en cada paso. Las máquinas paralelas son bastante similares y, a menudo, cualquiera de ellas puede procesar un material específico. Ocasionalmente, las máquinas o recipientes tienen algunas capacidades únicas, de modo que algunos materiales deben ir a una máquina o recipiente específico.

La Figura 2.1 mostró esta configuración para el proceso de fibra sintética. Hay tres reactores de polímero idénticos, seis máquinas de hilar similares, cinco máquinas de estiramiento y recocido y cuatro empacadoras. Las escamas producidas en cualquiera de los tres reactores pueden ser procesadas por cualquiera de las máquinas de hilar, estirar-recocer y empacadoras.

Las plantas de proceso generalmente requieren este conjunto de equipos para manejar la alta volumen de material a producir. Las limitaciones prácticas del tamaño del equipo prohíben el diseño de una sola máquina o recipiente lo suficientemente grande como para procesar el rendimiento completo requerido. Las consideraciones de mezcla de productos, es decir, el alto grado de variedad de productos, alentaría el uso de muchas máquinas pequeñas para dar

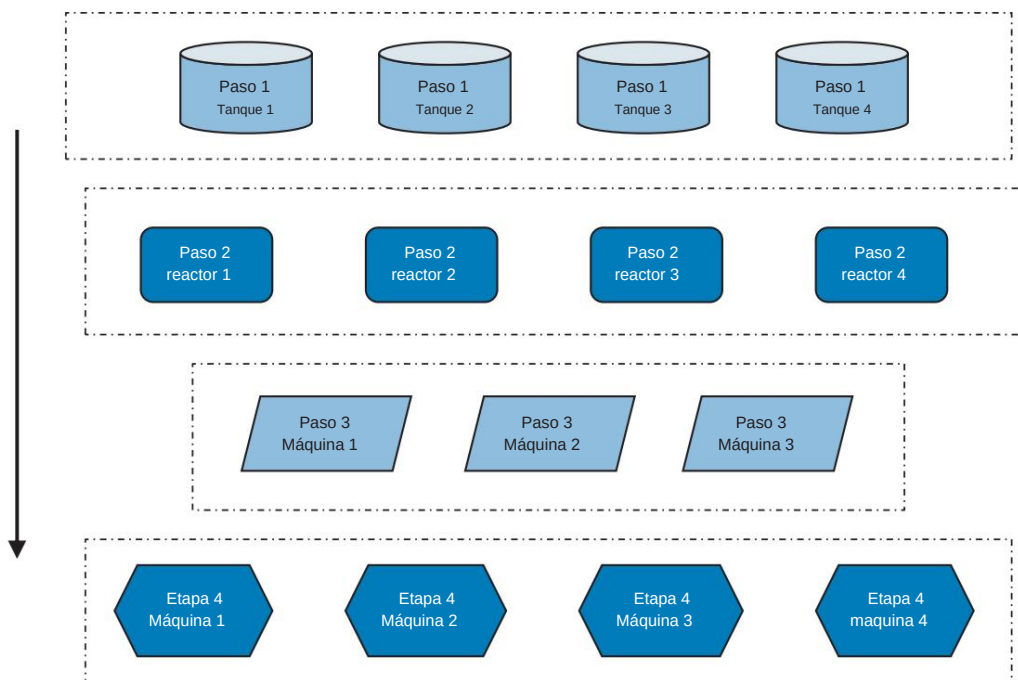


Figura C.1 Huella típica del equipo de la industria de procesos: configuración funcional.

más flexibilidad, pero las economías de escala han disuadido a los diseñadores de plantas de ir en esa dirección. Dado que la optimización de costos de capital tradicionalmente ha anulado el buen pensamiento Lean en el diseño de plantas de proceso, el resultado son unos pocos recipientes o máquinas grandes en cada paso del proceso.

Esta configuración de equipo es muy valorada por la flexibilidad que ofrece. Si un lote de material sale del paso 1 y una de las máquinas del paso 2 está fuera de servicio por mantenimiento, es posible que haya otras disponibles para procesar el material. El resultado es que las rutas de flujo son a menudo como se muestra en la Figura C.2. Se explota toda la flexibilidad inherente al sistema, pero generalmente con más consecuencias negativas que positivas. Con frecuencia existe la creencia de que utilizar esta flexibilidad maximiza la utilización de los activos, aunque suele ser cierto lo contrario.

Este modo de operación, aprovechando la flexibilidad inherente de esta configuración, trae una serie de problemas. El material tiende a no fluir directamente de un paso al siguiente, sino que se coloca en algún tipo de almacenamiento. En el proceso de fibras sintéticas, las escamas no fluyen directamente a una máquina de hilar; en cambio, se almacena en los silos, para luego ser transportado a una máquina de hilar. Por lo tanto, se crean grandes almacenes WIP. El flujo se desincroniza, es difícil de visualizar y es aún más difícil de administrar. Debido a que cada equipo puede procesar cualquiera de los tipos de productos, cada uno puede tener la mayoría de los productos de toda la línea de productos en su programación.

La calidad sufre por dos razones. Hay un lapso de tiempo significativo entre cada paso del proceso, por lo que es posible que no se descubran los defectos o el material fuera de las especificaciones durante un tiempo, lo que hace que todo el material intermedio sea sospechoso. Incluso con esta disposición de apariencia simple, hay 192 ($4 \times 4 \times 3 \times 4$) trayectorias de flujo posibles

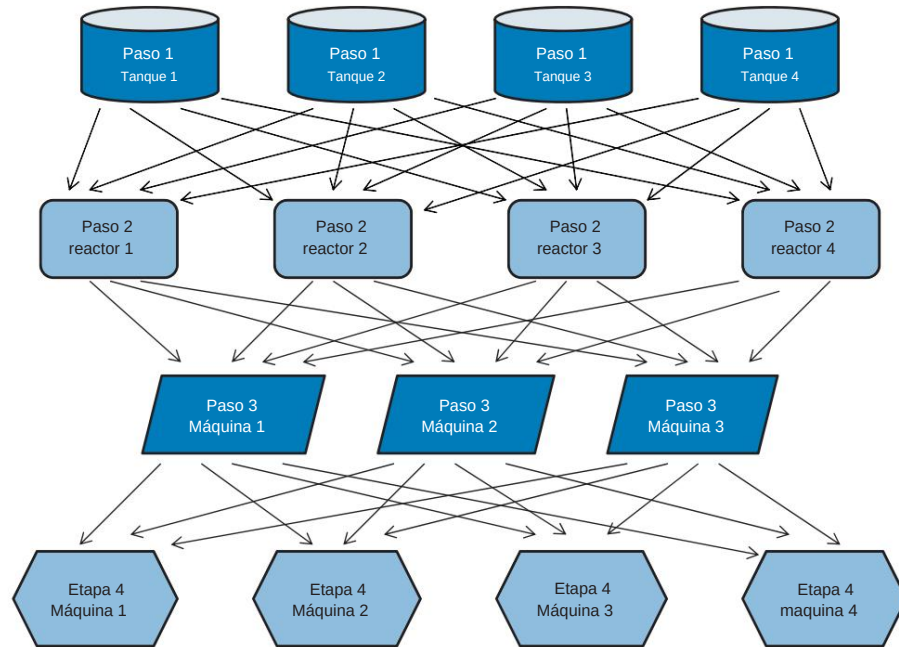


Figura C.2 Patrones de flujo típicos de la industria de procesos.

combinaciones Dado que no hay dos máquinas o recipientes que produzcan exactamente el mismo producto, proporciona 192 formas diferentes en las que se puede sumar la variabilidad del proceso. Un especialista en Control Estadístico de Procesos (SPC) le diría que no tiene un proceso; tienes 192 procesos diferentes. Con tantas variables, el análisis de la causa raíz de los defectos del producto se vuelve muy difícil.

Debido a que se cree que hay caminos alternativos disponibles cada vez que falla una pieza del equipo, hay mucha menos urgencia para mantener el equipo adecuadamente. Por lo tanto, con el tiempo, el rendimiento del equipo medido por OEE se deteriora.

Vimos esto con las cortadoras de hojas descritas en el Capítulo 19.

Manufactura Celular Aplicada a Líneas de Proceso

En los procesos de fabricación de piezas discretas, la fabricación celular ha requerido tradicionalmente la reubicación del equipo en patrones en forma de U o en forma de L, para proporcionar caminos más cortos para que los operadores viajen. Por lo tanto, se pensó que las celdas no eran aplicables a la mayoría de las operaciones de proceso porque el equipo suele ser muy grande y costoso de reubicar. Pero las ventajas del flujo celular se pueden lograr sin mover nada, mediante la creación de rutas de flujo virtuales, de modo que el flujo se gestione de manera celular. La clave es pensar en términos de flujo en lugar de función.

El concepto básico es sencillo: comience por agrupar todos los materiales del proceso o productos en familias que requieren condiciones de proceso similares. Luego identifique el equipo de proceso requerido por cada familia, pero en lugar de crear una celda de trabajo reorganizando el equipo, cree celdas de trabajo virtuales definiendo el

184 y Apéndice C: Flujo celular

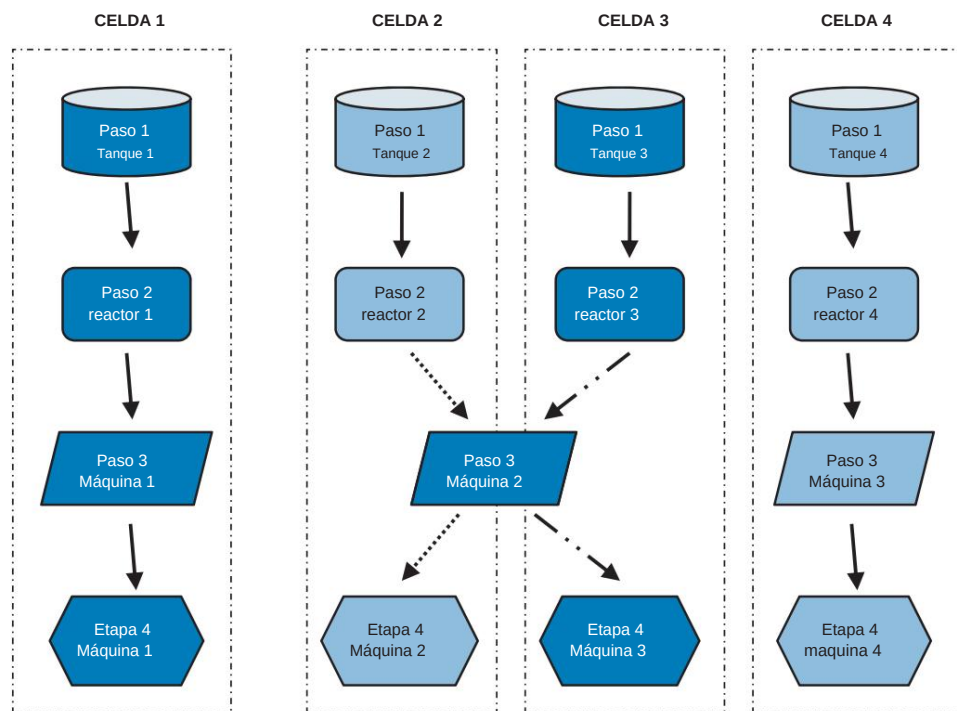


Figura C.3 Agrupación en celdas de trabajo virtuales.

patrones de flujo aceptables. La Figura C.3 muestra cómo se vería esto para el proceso diagramado en las Figuras C.1 y C.2. De nuevo, no sería necesario mover ningún equipo; los nuevos patrones de flujo más limitados simplemente tendrían que definirse y seguirse.

Las ventajas de este concepto de celda de trabajo virtual son:

- fi El flujo se vuelve mucho más fácil de entender, visualizar y sincronizar.
- fi El flujo tiende a ser más continuo, con menos material transportado a almacenamiento, por lo que se reducen el WIP y el manejo de materiales.
- fi La calidad mejora porque la retroalimentación es inmediata.
- fi Como se muestra en la Figura C.3, ahora solo tenemos cuatro rutas de flujo posibles en lugar de las 192 que teníamos antes, por lo que la variabilidad del producto se reduce drásticamente.
- fi Cada celda generalmente procesa un subconjunto de la combinación completa de productos con requisitos similares, por lo que los cambios se vuelven mucho más fáciles y la capacidad utilizable aumenta.

Debe reconocerse que los números no siempre funcionan a la perfección, pero que por lo general se pueden encontrar compromisos razonables que darán la mayor parte del beneficio. En el caso que se muestra, debido a que solo hay tres máquinas en el paso 3, una debe compartirse entre las celdas 2 y 3. Si esa máquina no tuviera suficiente capacidad para procesar el rendimiento total de las dos celdas, se tendrían que hacer compromisos adicionales. hacerse, tal vez como se muestra en la Figura C.4, con seis posibles combinaciones de trayectorias de flujo. Pero, al comparar la Figura C.4 con la Figura C.2, puede ver que incluso en el peor de los casos, las rutas de flujo se reducirán mucho del flujo no celular.

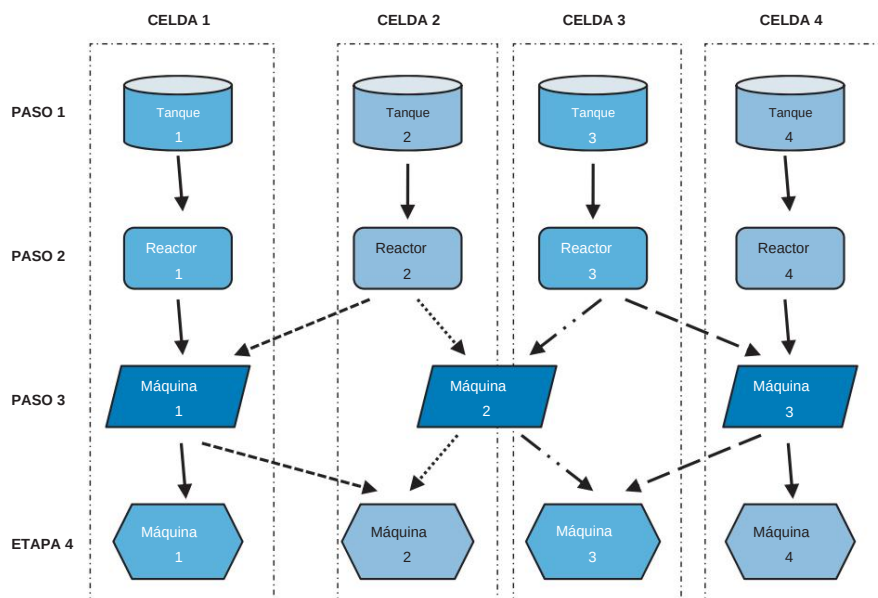


Figura C.4 Agrupación alternativa de células virtuales.

La Figura 15.3 mostró un diseño de celda virtual para nuestro proceso de fibra sintética. Debido a que solo hay dos reactores de polímeros en esta etapa del estado futuro, el reactor 1 se compartiría entre las celdas 1 y 2, es decir, las máquinas de hilar 1, 2 y 3. Con cuatro recocidos de vapor, cada uno tomará la salida de dos hilanderos. máquinas. Pero las rutas de flujo son fijas como se muestra: el recocido de vapor 1 tomará material del hilado 1 y 2 únicamente, por ejemplo. El flujo ahora está restringido a las ocho combinaciones posibles que se muestran en la figura 15.3, donde antes de la formación de las celdas virtuales existían 192 caminos posibles ($2 \times 6 \times 4 \times 4$). Por lo tanto, se aplican las ventajas clave de la fabricación celular.

Si bien las nuevas rutas de flujo son el aspecto más evidente de la fabricación celular, el beneficio más significativo es que la cartera de productos se puede dividir en familias, de modo que cada equipo debe procesar muchos menos tipos de productos. Tener menos productos en cada celda simplifica drásticamente el flujo y la extracción.

Un beneficio aún más profundo es que los productos asignados a un equipo específico generalmente se agrupan por características de procesamiento similares, de modo que los cambios en un equipo son mucho más rápidos y menos costosos. Por ejemplo, si los productos asignados a una máquina de hilar específica se hilan todos con el mismo diámetro de filamento, el tiempo necesario para cambiar las hileras en los cambios de producto desaparece.

La parte del proceso de fabricación celular donde se agrupan los productos. en familias con características y requisitos de procesamiento similares a menudo se denomina tecnología de grupo. El diccionario APICS define la tecnología de grupo como "una filosofía de ingeniería y fabricación que identifica la similitud física de las piezas (enrutamiento común) y establece su producción efectiva.

Eso... facilita un diseño celular". Incluso si el equipo no se puede arreglar

en celdas virtuales, o si hay equipos paralelos en un solo paso, Group Technology aún ofrece una ventaja significativa para ese equipo paralelo, al dividir la línea de productos para que cada uno de esos equipos paralelos tenga una combinación de productos más pequeña para procesar.

Resumen

Cuando la configuración del equipo se preste a la fabricación celular, se debe considerar su incorporación al estado futuro. Los patrones de flujo mejorados resultantes de la aplicación de conceptos celulares reducen varios tipos de desperdicio y mejoran el flujo. Cuando la configuración no se preste a las celdas, el concepto de tecnología de grupo debe aplicarse siempre que haya equipos similares en paralelo. Esto no solo reduce la cantidad de productos en cada equipo, sino que generalmente se puede encontrar una agrupación que reduce el tiempo y el costo del cambio, lo que permite ciclos de campaña más cortos e inventarios más bajos.

Por lo tanto, siempre que el VSM muestre equipo paralelo en un paso, se debe considerar la tecnología de grupo, y si existe equipo paralelo en varios pasos, se debe investigar su división en celdas virtuales.

Apéndice D: Tirar

Sistemas de reabastecimiento

¿Por qué es importante tirar?

El desperdicio más grande que se encuentra en la mayoría de los VSM de proceso es el desperdicio de inventario. Hemos descrito varias formas de reducir este desperdicio: SMED para reducir el tiempo de cambio de modo que los ciclos de campaña se puedan acortar, lo que permite la reducción de inventario, fabricación celular para agilizar el flujo y dedicar productos de una manera que acorta los cambios y, por lo tanto, los ciclos de campaña, y ruedas de productos para optimizar aún más los ciclos de campaña. Otra herramienta que ofrece una mejora adicional más allá de esas es el concepto de reabastecimiento de extracción, donde la producción no se programa a partir de ningún pronóstico, sino que se basa en el estado actual de los pedidos e inventarios.

Pull es una parte tan fundamental de los sistemas Lean que casi siempre parece en futuros VSM estatales.

¿Qué es tirar?

El concepto pull tiene dos componentes principales:

1. Solo se permite la producción para reemplazar el inventario que se ha consumido ("retirado" del inventario) desde la última producción de este material, o para satisfacer pedidos inmediatos.
2. La cantidad necesaria se comunica a través de señales visuales, que son fácilmente accesibles para todos los que necesitan comprender los requisitos de producción actuales y futuros.

Por lo tanto, la extracción incluye tanto la reposición del stock consumido como la producción en respuesta a una señal de una operación posterior de que se necesita más material ahora. Art Smalley, en Create Level Pull, utiliza los términos "tracción de reposición" y "tracción secuencial" para distinguirlos.

Un sistema de reabastecimiento pull es una mejora significativa con respecto al sistema "push" más tradicional en el que la producción se programa en función de los pronósticos sin tener en cuenta los inventarios actuales, y luego se "empuja" el material a través del proceso en función de estos pronósticos. Empuje muy a menudo conduce a la sobreproducción y altos inventarios. En los casos en que el consumo ha superado la previsión, el empuje puede provocar desabastecimientos.

Los objetivos que Taiichi Ohno tenía en mente cuando concibió pull para Toyota eran sincronizar el flujo con Takt, reducir el desperdicio de inventario y reducir las tareas de gestión de materiales asociadas con la planificación y programación de la producción mediante la implementación de señales visuales para informar a todos lo que se necesitaba actualmente. .

Ensamblaje de extracción

La gran mayoría de los casos documentados de producción pull se encuentran en procesos de ensamblaje. Pull ha aportado un gran valor a estos procesos por las mismas razones por las que Ohno y sus contemporáneos en Toyota lo desarrollaron: reduce o elimina la sobreproducción, sincroniza el flujo con la demanda actual y simplifica todas las tareas administrativas asociadas con la programación de la producción.

Muchas de estas aplicaciones emplean la lógica kanban, que forma la comunicación cadena de cationes que fluye a la inversa a través del proceso, comenzando con los clientes y fluyendo de regreso hasta las materias primas. Kanban significa literalmente una señal o un signo visible. En los sistemas típicos, la señal puede tomar la forma de tarjetas, bolsas o espacios marcados en el piso que la señal necesita reponer cuando está vacío.

El concepto básico de kanban se muestra en la Figura D.1 y la Figura D.2. En este ejemplo, se ha determinado que cuatro contenedores de producto terminado es el inventario adecuado para satisfacer la demanda del cliente de un SKU específico de manera oportuna, por lo que el supermercado de productos terminados tiene cuatro contenedores con ese producto. (Tenga en cuenta que el término "supermercado" se usa a menudo para describir los inventarios administrados por los principios kanban. De hecho, Ohno primero concibió los procesos pull y kanban después de estudiar los supermercados estadounidenses a principios de la década de 1950. Fue

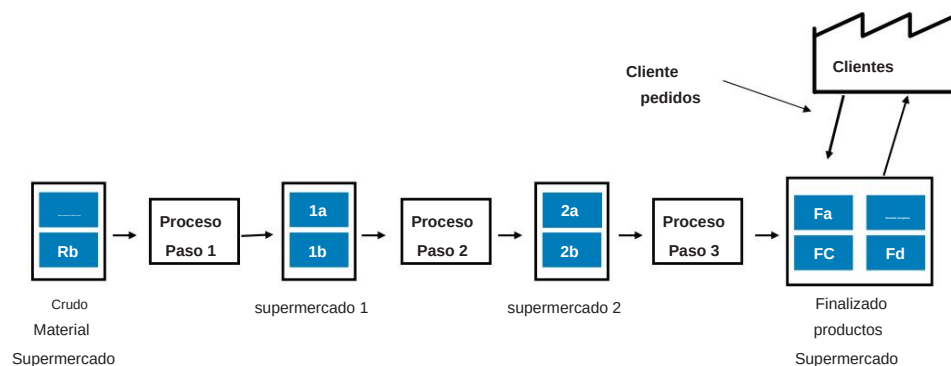


Figura D.1 Concepto Kanban.

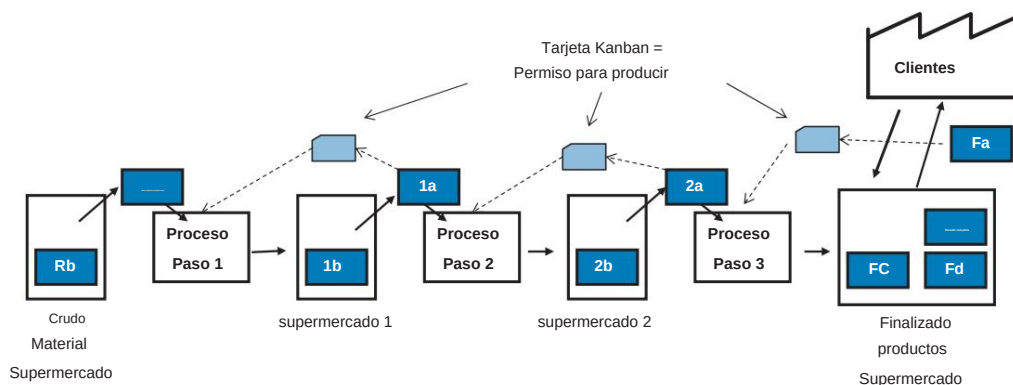


Figura D.2 Operación Kanban.

impresionado de que en un supermercado, los clientes pueden obtener lo que necesitan, en la cantidad que necesitan, cuando lo necesitan, y que los estantes se reponen solo con lo que los clientes han sacado del estante).

También se ha determinado que se requieren dos contenedores de WIP entre cada paso del proceso para garantizar un flujo fluido a través de la planta. Cuando un cliente ordena un contenedor (vea la figura D.2), un contenedor (Fa) se retira del inventario y se envía a ese cliente. Antes de enviarlo, se retira una tarjeta del contenedor y se envía al paso de procesamiento final (Paso 3) para señalar el permiso para que ese paso produzca otro contenedor de ese material para reemplazar el que el cliente ha sacado. Para producir un reemplazo, el Paso 3 necesita material de entrada, por lo que saca un contenedor de WIP (2a) del Supermercado 2. Se retira una tarjeta en ese contenedor y se envía al Paso 2 para indicar el permiso para reponer. De esa manera, a medida que el material se mueve de izquierda a derecha a lo largo del proceso, las señales kanban, en forma de tarjetas, se mueven de derecha a izquierda o hacia arriba en el proceso de fabricación.

En lugar de tarjetas, este sistema podría utilizar contenedores vacíos como señales kanban. Cuando el material en el contenedor Fa se envía al cliente, el contenedor vacío podría enviarse de vuelta al paso 3 del proceso para señalar la necesidad de reposición. Después de que el paso 3 haya extraído el contenedor WIP 2a y consumido el material, ese contenedor se enviaría de regreso al paso 2 para permitir que la producción lo rellene. Otra alternativa es que el sistema podría usar los espacios vacíos de los contenedores en el supermercado para indicar que un contenedor ha sido retirado y necesita ser reemplazado.

Algunos puntos clave sobre pull, kanbans y supermercados son:

- fi Aunque el inventario es un desperdicio, la mayoría de los procesos necesitan algo de inventario para mantener un flujo que coincida con Takt.
- fi En un sistema pull, los inventarios se administran de una manera que evita el exceso producción y, por lo tanto, limita el inventario al mínimo requerido para un flujo fluido.
- ŷ Las señales Kanban son una forma muy eficaz de gestionar el flujo y los inventarios.
- ŷ Kanbans no es la única forma de lograr atracción. Una alternativa, llamada ConWIP, se describirá más adelante.

- En todo caso, debe existir un proceso de comunicación o señalización que sea visible para todos los que están involucrados en las decisiones de reabastecimiento en tiempo real, es decir, cualquiera que dé o reciba permiso para producir. Las señales pueden ser en forma de tarjetas o contenedores, o pueden ser señales electrónicas activadas por un sistema de gestión de inventario o programación de producción.
- La producción se activa ya sea por el consumo de material en el inventario o por una señal de demanda de las operaciones posteriores, no por un cronograma creado a partir de un pronóstico.

Dificultades en Plantas de Proceso

Las plantas de proceso plantean dos desafíos únicos que deben cumplirse para que la extracción sea factible. El primer desafío es que la tracción requiere inherentemente que el equipo se detenga y arranque en cortos períodos de tiempo. Cuando un paso dado en un proceso ha producido lo suficiente para satisfacer la necesidad inmediata, ya sea señalado por kanban o por algún otro medio de señal, el paso debe detenerse o se producirá material que no se necesita actualmente. Esta es una de las características más fundamentales de cualquier sistema pull: la producción se detiene tan pronto como se satisface la necesidad. Surge una dificultad cuando el equipo de producción no se puede detener, lo que no es poco común en las industrias de procesos. Muchas operaciones de fabricación de gránulos de plástico, fibra sintética y pintura comienzan con un proceso de polimerización, que toma varios productos químicos, los mezcla y los hace reaccionar a altas temperaturas y presiones, de modo que la longitud de la cadena molecular crezca y las propiedades como la tracción la fuerza y la viscosidad aumentarán. Los procesos de polimerización continua son muy difíciles y costosos de detener. En muchos casos, si el flujo se detiene incluso durante unos minutos, el polímero se solidificará en los recipientes y las tuberías, lo que requerirá que todo se desmonte y se queme antes de que se pueda reiniciar el proceso. (Esa es la razón por la que las máquinas de hilar en el proceso de fibra de Riverside continúan teniendo flujo de polímero durante un cambio de producto). No es raro que estos procesos funcionen durante 24 a 30 meses antes de detenerse para una revisión del proceso.

Un segundo desafío al aplicar plantas de proceso pull in es el gran número de tipos de productos en las últimas etapas de producción. Si los inventarios se administran mediante kanban en un proceso con 200 tipos semiacabados, debe haber kanbans para los 200 tipos, lo que puede representar una gran cantidad de inventario, anulando así el propósito principal de extracción. Afortunadamente, existen técnicas para abordar ambos desafíos.

Interfaz de empujar y tirar

Al diseñar un sistema de extracción para un proceso con un paso que no se puede detener fácilmente, la creación de una interfaz push-pull suele ser un compromiso razonable. En muchos casos, esto ofrece gran parte del beneficio de atracción, sin incurrir en el

costo extremo de detener los equipos desafiantes. El concepto es encontrar un punto en el proceso aguas abajo de todos los pasos difíciles de detener donde el inventario pueda mantenerse convenientemente y designarlo como la interfaz push-pull.

Luego, el material se empuja a través de los pasos anteriores del proceso para acumularse en el inventario en la interfaz push-pull. Luego, el material se extrae de este inventario solo cuando se señalan las necesidades posteriores.

Esto funciona bien en muchas operaciones de proceso porque los pasos con dificultad en la detención suelen estar al principio del proceso, donde ha tenido lugar poca diferenciación del tipo de producto. Los pronósticos generalmente son más precisos en este nivel agregado, por lo que la combinación se puede ajustar para que los materiales que se empujan sean probablemente los tipos específicos que se necesitan actualmente. En otras palabras, si debe producir en exceso, es mejor producir en exceso los materiales que probablemente se necesitarán más temprano que tarde. En los pasos posteriores, donde suele ocurrir la mayor parte de la diferenciación, se extrae material, por lo que los tipos de productos que se fabrican son los que se necesitan de inmediato. La Figura D.3 ilustra el concepto de un proceso de extrusión de gránulos, donde los pasos de polimerización y extrusión son muy difíciles de detener, pero los pasos de extrusión de mezcla y combinación se pueden interrumpir más fácilmente.

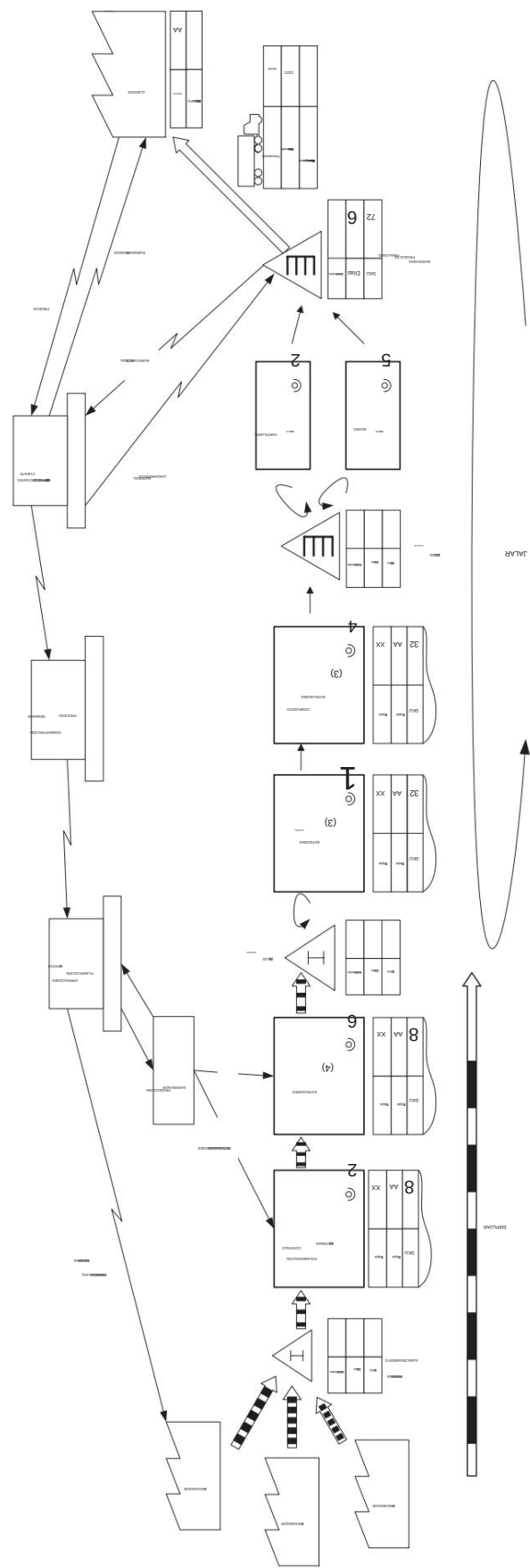
ConWIP

ConWIP (trabajo en proceso CONSTANTE) es una estrategia para administrar la producción de una manera que limita el inventario en proceso y puede usarse como una alternativa a la prohibición de kan. ConWIP puede controlar un proceso completo o varios pasos del proceso. La idea fundamental es que nada puede entrar en el segmento de proceso controlado por ConWIP, el bucle ConWIP, hasta que algo sale. Esta relación de uno por uno entre los lotes que salen y los lotes que entran mantiene el WIP dentro del ciclo en una cantidad fija. Por lo tanto, se evita la sobreproducción, por lo que ConWIP se puede utilizar como mecanismo de control en un sistema pull.

Una de las características más significativas de ConWIP es que el único material en cualquier almacenamiento WIP dentro del proceso está en los materiales que se están procesando actualmente. En una planta de la industria de procesos donde se pueden producir cientos de SKU finales, el WIP dentro de la operación en cualquier momento es solo una fracción de esos. Por el contrario, en un sistema controlado por kanban, WIP debe incluir cantidades kanban para todos los tipos de productos que existen en ese punto. Por lo tanto, ConWIP puede superar el desafío de la industria de procesos mencionado anteriormente, al requerir solo cantidades razonables de WIP incluso en procesos altamente diferenciadores. Por esa razón, ConWIP a veces se ha llamado kanban parcialmente genérico en contraste con la idea más tradicional de kanban parcialmente específico. El concepto se ilustra en la Figura D.4

Señales Visuales

Las señales visuales son una parte extremadamente importante de cualquier sistema pull. Kanban, el corazón del concepto de sistema pull de Toyota, literalmente significa señal visible. Aunque tarjeta



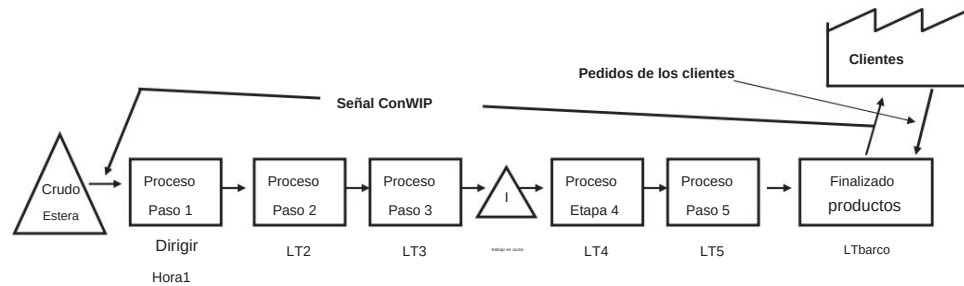


Figura D.4 Concepto ConWIP.

Los sistemas son a menudo la señal de elección en las operaciones de ensamblaje y han visto una aplicación exitosa en algunas operaciones de proceso, los tableros de programación visual llamados tableros Takt han demostrado ser una forma muy efectiva de satisfacer esta necesidad. Los tableros Takt han visto un uso generalizado en plantas de proceso en una variedad de diferentes tipos de procesos, que van desde la fabricación de gránulos de plástico hasta la producción de líquidos de frenos.

Para obtener una comprensión más detallada de cómo los tableros Takt brindan comunicación visual, considere una línea de proceso que fabrica materiales plásticos que los clientes moldean en engranajes. La línea ejecuta una rueda de productos de 7 días (consulte el Apéndice F), que comienza todos los miércoles por la mañana a las 8 am. El martes por la mañana, el planificador de producción verifica los inventarios actuales de todos los materiales fabricados en esa línea. A partir de eso, ella determina lo que se debe hacer en el siguiente ciclo de rueda para devolver los inventarios al stock de ciclo más el objetivo de stock de seguridad. Lo que el planificador de producción programará para ser producido típicamente no será exactamente el inventario del ciclo. Si los datos del inventario muestran que parte del inventario de seguridad se ha consumido en el ciclo actual, programará el reemplazo de ese inventario de seguridad además del inventario del ciclo. Por otro lado, si no se ha consumido todo el inventario del ciclo y queda más del inventario de seguridad, programará una producción menor que el inventario del ciclo. El hecho de que haya una compensación en el tiempo desde el día en que se revisa el inventario (martes) y se iniciará la producción de un material específico (por ejemplo, el viernes) constituye lo que algunos textos de administración de operaciones llaman un “período de revisión”. Esto se puede acomodar fácilmente y se cubre en el Apéndice E.

Una vez calculadas las cantidades a producir, el plan de producción está establecido. La secuencia en la que se fabricarán los diversos productos se ha determinado como parte del diseño de la rueda de productos. A continuación, se comunicará el plan de producción a la persona responsable del funcionamiento de la línea. Este puede ser un supervisor de área o puede ser un administrador de flujo. En este caso, la comunicación del plan se realiza electrónicamente porque el planificador está ubicado en una oficina a varios cientos de millas de la planta.

El administrador de flujo verifica el plan para asegurarse de que tenga en cuenta cualquier evento especial, como la producción de un producto de prueba o una interrupción planificada. Luego se reúne con un miembro del equipo de producción, quien coloca el cronograma en el tablero Takt, que en este caso está escrito a mano pero podría ser electrónico. Así, la junta

proporciona una señal visual a todos en el área sobre lo que se debe producir para reponer lo que se ha consumido del inventario. El tablero Takt tiene el beneficio adicional de proporcionar un lugar para registrar la producción según el plan y registrar las dificultades de producción. Las señales visuales para apoyar la atracción se analizan con mucho más detalle en King (2009).

Cuándo comenzar a tirar: la secuencia de implementación

Hay al menos dos escuelas de pensamiento sobre cuándo es más apropiado comenzar a implementar pull en parte o en todo un proceso. Una escuela cree que llegar a jalar es un componente esencial de cualquier viaje Lean, y que jalar es la plataforma para impulsar la mejora continua. Por lo tanto, la extracción debe implementarse pronto y luego impulsará las mejoras necesarias en el flujo del proceso.

El concepto más apropiado (Figura D.5) es que es mejor hacer pull después de que se hayan logrado otras mejoras de flujo, después de que el proceso fluya sin problemas, con alta estabilidad y disciplina, y toda la variabilidad del proceso se haya reducido tanto como sea posible. El concepto es que la atracción será más fácil de diseñar e instalar si el proceso se ha simplificado y estabilizado, y será más fácil de sostener si hay menos interrupciones y eventos de causas especiales.

El último punto de vista es reforzado por Umble y Srikanth en Synchronous Fabricación (1990):

Una debilidad del enfoque JAT es la incapacidad de identificar sistemáticamente los recursos críticos de restricción de capacidad en la operación por adelantado. El enfoque japonés para atacar el despilfarro y apoyar el proceso de mejora continua dentro de la planta está esencialmente desenfocado.

Enfoque de flujo de valor

Debe enfatizarse que lo que se atrae en un sistema pull es el flujo de valor, no el equipo. Los implementadores Lean a veces dicen que quieren

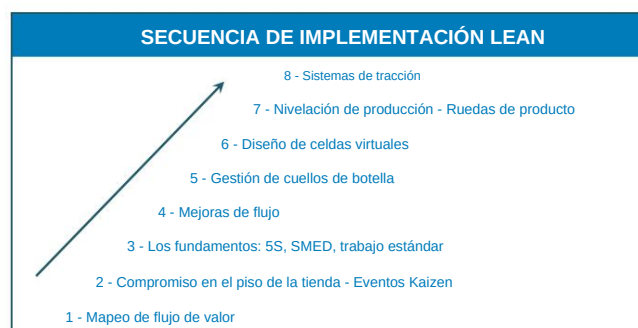


Figura D.5 Ruta preferida para tirar.

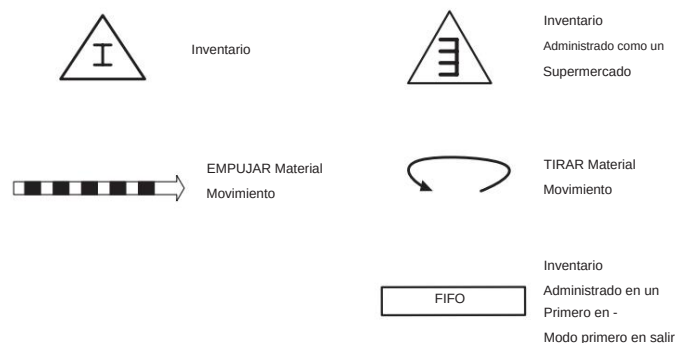


Figura D.6 Iconos de VSM para sistemas pull.

ponga en funcionamiento una extrusora, un autoclave o una máquina para hacer mechones de alfombras. Lo que quieren decir (o deberían querer decir) es que quieren poner en marcha el flujo de valor que fluye a través de ese equipo. Esta es una distinción importante, y mucho más que solo semántica o terminología.

Mostrando Pull en un mapa de flujo de valor

La figura D.6 muestra los íconos de VSM para el inventario y el flujo del supermercado cuando se extrae de un supermercado.

En la figura 15.4 se muestra un VSM de estado futuro que incorpora la atracción.

Resumen

Un sistema pull es aquel en el que la producción diaria se basa en las condiciones actuales en la planta en lugar de programarse a partir de un pronóstico, la producción se sincroniza con la verdadera demanda del cliente y el inventario se mantiene al mínimo necesario para un flujo uniforme. Aunque el término extracción puede implicar que estamos reemplazando el material que se ha extraído del almacenamiento ("extracción de reabastecimiento"), la extracción también se puede utilizar para producir el material necesario para cumplir con los pedidos actuales de los clientes ("extracción secuencial").

La forma tradicional de gestionar la fabricación y el montaje de piezas pull in utiliza señales kanban en forma de tarjetas, contenedores y espacio disponible en un área de almacenamiento. Aunque kanban a veces se usa en plantas de proceso, la gran cantidad de tipos de productos a menudo favorece un sistema alternativo llamado ConWIP (también llamado kanban genérico parcial) frente al kanban específico de partes más tradicional.

Los sistemas pull requieren inherentemente que el equipo de fabricación se inicie y se detenga de acuerdo con las señales kanban o ConWIP. Con algunos equipos de proceso, detenerse de esta manera no es práctico porque apagar y reiniciar puede costar cientos de miles de dólares. En consecuencia, muchas líneas de proceso hacen uso de una interfaz push-pull, donde el material se empuja a través de la

equipos difíciles de detener a un inventario en proceso. Luego, el material se extrae de ese inventario según sea necesario para alimentar las operaciones posteriores.

Si bien la extracción puede ofrecer un gran beneficio tanto para las líneas de proceso como para las líneas de ensamblaje, no debe comenzar a diseñar la extracción hasta que el proceso se haya estabilizado y la variación se haya reducido tanto como sea posible. Si las celdas virtuales son apropiadas, deben implementarse antes de tirar, al igual que las ruedas de productos. Con todas las mejoras fundamentales implementadas con éxito, estará bien preparado para una implementación de extracción muy exitosa y efectiva.

Apéndice E: Stock de ciclo y Stock de seguridad

Hemos hablado mucho sobre el hecho de que el inventario es uno de los desperdicios más generalizados en las operaciones de proceso y hemos sugerido una serie de conceptos Lean que pueden mejorar el rendimiento del proceso para reducir ese desperdicio. Pero lo primero que se debe hacer es comprender si realmente necesita el inventario que tiene actualmente, si el rendimiento del proceso actual requiere tanto.

Muy a menudo, el inventario es más de lo necesario incluso en las condiciones actuales, por lo que antes de intentar mejorar el rendimiento, debe ajustar el tamaño del inventario según el rendimiento actual. Por lo general, esta es una manera de reducir el desperdicio de inventario a un costo bajo o nulo antes de esforzarse en los enfoques Lean específicos para la reducción de inventario, como SMED, celdas virtuales, ruedas de productos y sistemas de extracción.

Si la regla empírica discutida en la sección sobre cuadros de datos de inventario en el Capítulo 9 le dice que el inventario que ve en el VSM es alto, existe una buena posibilidad de que pueda hacer una mella significativa simplemente realizando estos cálculos y luego dejando el inventario cae naturalmente a los niveles apropiados, es decir, deja de comprar o fabricar los SKU altos específicos hasta que la demanda normal los reduzca al nivel apropiado.

Stock de ciclo y Stock de seguridad

Cuando el inventario se mantiene deliberadamente, generalmente tiene dos componentes: stock de ciclo y stock de seguridad. El ciclo de existencias es el inventario que se lleva para adaptarse a la naturaleza cíclica de la entrega o producción de materiales. Es la cantidad de un producto específico que se fabricará durante el ciclo de producción, para satisfacer la demanda durante todo el ciclo, incluida la parte del ciclo en la que otros productos utilizan el activo. Por ejemplo, si el proceso de producción se basara en una rueda de productos de 7 días, el ciclo de existencias para el material A sería de siete días.

Si el material A ocupa un día en la rueda, al final de su día de producción debe haber seis días de material en el siguiente paso del proceso posterior o en la siguiente ubicación de inventario. Ese material es necesario para satisfacer la demanda del material A en el intervalo de 6 días hasta que el material A se fabrique nuevamente. Por lo tanto, el ciclo

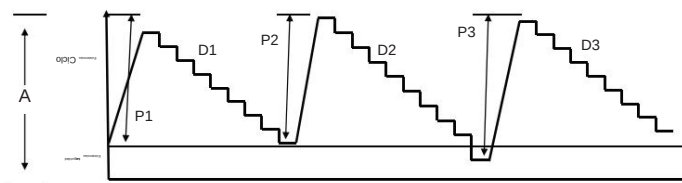


Figura E.1 Stock cíclico y stock de seguridad.

el stock para el material A incluye el día que se consumió mientras se producía el material A y los seis días para satisfacer la demanda durante el resto del ciclo.

El segundo componente del inventario es el stock de seguridad, material que se mantiene para satisfacer la demanda en los casos en que la demanda real es mayor que la esperada, o cuando el próximo ciclo se demora en comenzar.

La figura E.1 muestra un perfil de inventario frente al tiempo para un solo SKU en un caso en el que están presentes el stock de ciclo y el stock de seguridad. En el período de producción P1, se produce stock de ciclo para elevar el nivel a A. La demanda durante el siguiente ciclo, D1, es igual a la demanda promedio, por lo que se consume el stock de ciclo pero no el stock de seguridad. La producción P2 eleva el inventario total de regreso al nivel A. La demanda durante el siguiente ciclo, D2, es más alta que el promedio, por lo que además de consumir todo el inventario del ciclo, se necesita parte del inventario de seguridad. Este también sería el caso si el proceso tardara más de lo normal en completar su ciclo y volver a fabricar este material. Por lo tanto, el inventario de seguridad protegerá el flujo contra variaciones en la demanda o variaciones en el tiempo de entrega del suministro. La producción P3 debe ser mayor que el promedio para reemplazar las existencias del ciclo más la cantidad de existencias de seguridad que se consumió.

El ciclo de existencias se basa en la demanda promedio esperada. Esto puede basarse en el historial de demanda o en un pronóstico. Si se considera que la demanda anterior es el mejor predictor de la demanda futura, se debe usar el historial de demanda para establecer el inventario del ciclo. Si hay un pronóstico que se cree que es una indicación más precisa de la demanda futura, el stock de ciclo debe basarse en el pronóstico. Debido a que los pronósticos pueden variar de un período a otro, el inventario del ciclo puede ajustarse hacia arriba o hacia abajo en cada período de acuerdo con el pronóstico.

Algunos pueden considerar que llevar existencias de seguridad va en contra de Lean, que es un desperdicio, que es material que se almacena "por si acaso". Si bien es un desperdicio, es necesario proteger a los clientes contra las variaciones en nuestro proceso y la variación con la que los propios clientes nos presentan. Hasta que se puedan eliminar estas variaciones, el flujo fluido de productos a los clientes requiere cierto nivel de existencias de seguridad.

El inventario de seguridad se mantiene porque tenemos la intención de usarlo y lo usaremos con frecuencia. Debido a que la demanda será superior al promedio aproximadamente la mitad del tiempo e inferior al promedio la otra mitad, debe esperar consumir parte del stock de seguridad durante aproximadamente la mitad de los ciclos, como se muestra en la Figura E.2. Además, si el inventario de seguridad se calcula con base en un nivel de servicio del ciclo del 95 %, se debe esperar que se agoten las existencias en el 5 % de los ciclos.

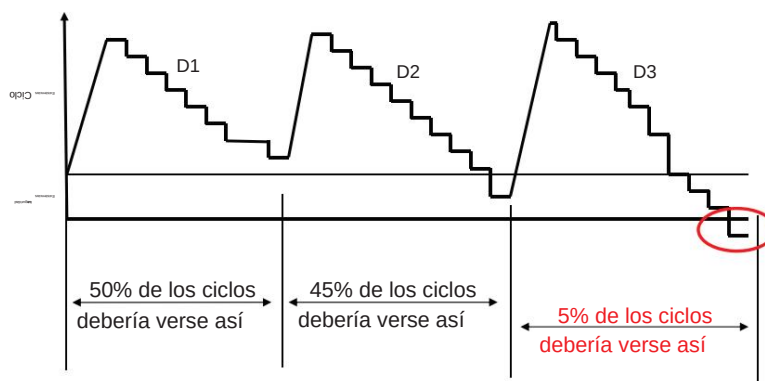


Figura E.2 Con un nivel de servicio del 95%, pueden ocurrir desabastecimientos.

Cálculo del ciclo de existencias

El ciclo de existencias se puede reponer en un intervalo fijo o en una cantidad fija. (Estos son los dos modelos principales; hay otros, que no se discutirán aquí). Como su nombre lo indica, los reabastecimientos de intervalos fijos ocurren en un ciclo que se repite regularmente, donde el tiempo entre reabastecimientos puede cambiar ligeramente, pero la cantidad puede variar significativamente. , dependiendo de cuánto material se haya consumido durante el ciclo más reciente. El reabastecimiento de cantidad fija se comporta de manera opuesta: la cantidad se determina en función de algunos criterios específicos y no varía. El intervalo puede variar significativamente, nuevamente en función de la tasa de consumo desde la última reposición.

En nuestro proceso de fibra sintética, el inventario de materia prima se reabastece con base en un modelo de cantidad fija, donde la cantidad fija es un vagón. Todos los demás inventarios se rellenan en función de un ciclo de producción definido, o EPEI, por lo que tienen un intervalo fijo.

Modelo de reabastecimiento de intervalo fijo

La Figura E.3 muestra el perfil de inventario para un solo material en una estrategia de intervalo fijo. El caso específico que se muestra es una rueda de producto, con un tiempo de rueda de 14 días, pero también podría representar un paso de proceso con un EPEI de 14 días programado por alguna otra estrategia. Al producir este material, debemos hacer lo suficiente para que dure hasta el

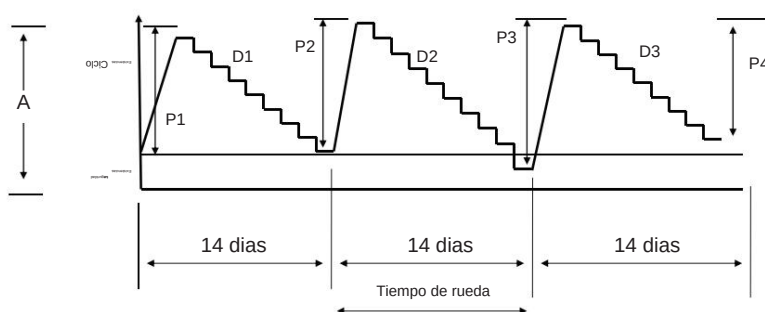


Figura E.3 Perfil de inventario con reabastecimiento de intervalo fijo.

200 y Apéndice E: Stock de ciclo y Stock de seguridad

próxima producción de este material, o 14 días. Por lo tanto, el inventario del ciclo será la demanda promedio durante un período de 14 días, y el inventario máximo será el inventario del ciclo más el inventario de seguridad, o el valor de 14 días más el inventario de seguridad. Lo que realmente se produce durante cualquier ciclo no siempre es el inventario del ciclo, sino que depende del inventario actual. En el Período 2, por ejemplo, la demanda D2 es ligeramente mayor que el promedio, por lo que parte del stock de seguridad se ha consumido. Así, la cantidad a producir, P3, incluirá el stock de ciclo normal más la cantidad de stock de seguridad que se consumió.

Las ecuaciones que se aplican a esas situaciones son las siguientes:

$$\text{Inventario pico} = \text{Ciclo de existencias} \frac{D}{C} + \text{Seguridad S stock}$$

$$\text{Inventario promedio} = \frac{1}{2} \left(\text{Ciclo de existencias} \frac{D}{C} + S_{\text{Stock de seguridad}} \right)$$

donde D es la demanda de ese material por unidad de tiempo y PR es la tasa de producción, la cantidad total producida durante ese mismo tiempo.

El término $(1 - D/R)$ está ahí para reflejar el hecho de que parte del stock del ciclo se consume en pasos posteriores durante su ciclo de producción. Esto tiene un efecto menor en productos con una parte relativamente pequeña del ciclo de producción, pero puede ser significativo si un producto ocupa una gran parte del ciclo.

La cantidad a producir en cualquier ciclo será:

$$\text{Cantidad producida} = \text{Stock de ciclo} + \text{Stock de seguridad} + \text{Inventario actual}$$

Debido a que el inventario actual será en promedio aproximadamente igual al inventario de seguridad, la cantidad producida generalmente será aproximadamente el inventario del ciclo.

Si este modelo se usa para ordenar materias primas, generalmente habrá un tiempo de entrega antes de que se reciba el material. En este caso, cuando comienza el intervalo normal de pedido, se debe pedir suficiente material para cubrir la demanda durante el tiempo de entrega, así como el necesario para restaurar el inventario total al stock de ciclo más el objetivo de stock de seguridad. Por lo tanto, la cantidad a pedir es:

$$\text{Cantidad de pedido} = \text{DDL T} + \text{Stock de ciclo} + \text{Stock de seguridad} - \text{Inventario actual}$$

donde DDLT = demanda durante el tiempo de entrega.

El inventario actual normalmente será aproximadamente DDLT más el stock de seguridad, por lo que la cantidad ordenada será aproximadamente el stock del ciclo.

Modelo de reabastecimiento de cantidad fija

El reabastecimiento de cantidad fija es una alternativa al intervalo fijo y se usa cuando hay algún beneficio en comprar o producir materiales en cantidades específicas.

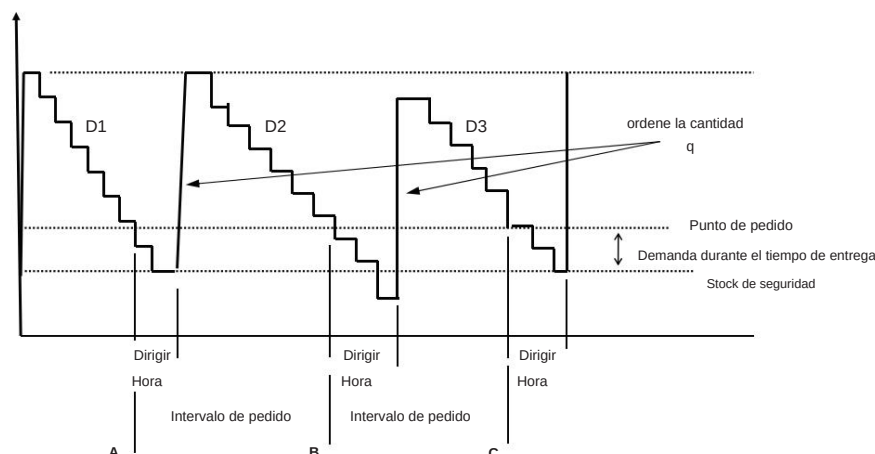


Figura E.4 Perfil de inventario con reabastecimiento de cantidad fija.

En las industrias de procesos, algunos materiales se reciben en camiones cisterna o vagones, por lo que la economía del transporte sugiere comprar cantidades en camiones o vagones, como es el caso del ácido adípico y la diamina en nuestro proceso de fibra.

En el proceso de producción, a menudo hay un tamaño de campaña específico que equilibra mejor el costo de cambio con el costo de mantenimiento de inventario, según lo determinado por un cálculo de EPQ (Calidad de producción económica). Esa cantidad podría usarse para reponer el inventario de productos terminados en una cantidad fija.

Un perfil de inventario para un solo material reabastecido usando una cantidad fija El modelo se ilustra en la Figura E.4. Debido a que ya se conoce la cantidad de pedido Q , la pregunta que debe responderse es cuándo realizar el próximo pedido. Cada vez que el inventario actual cae por debajo del punto de pedido, se realiza un nuevo pedido. El tiempo entre pedidos puede ser variable: el intervalo de pedido B-C es ligeramente más corto que el intervalo A-B porque la demanda D2 consumió parte del stock de seguridad, por lo que la cantidad de reposición Q no elevó el inventario hasta el objetivo y, por lo tanto, alcanzamos el objetivo. punto de reorden antes en el próximo ciclo. Si, por el contrario, no se hubiera consumido todo el stock de ciclo, Q habría aumentado el stock por encima del stock de ciclo más el objetivo de stock de seguridad. Por lo tanto, en esta estrategia de reabastecimiento, los picos de inventario flotarán hacia arriba y hacia abajo, pero la lógica del punto de pedido garantizará que el próximo pedido siempre se realice en el momento correcto.

Así, en contraste con el modelo de intervalo fijo, aquí el intervalo variará, mientras que la cantidad pedida permanece fija. En el caso más simple, el punto de pedido se calcula como:

$$\text{Punto de pedido} = + \text{Stock de seguridad DDLT}$$

donde DDLT = demanda durante el tiempo de entrega.

En un mundo perfecto, sin existencias de seguridad, el nuevo pedido llegaría justo antes se produciría un desabastecimiento. Sin embargo, en el mundo real, el nuevo pedido puede llegar tarde o la demanda durante el tiempo de entrega puede ser mayor que el promedio, por lo que

202 y Apéndice E: Stock de ciclo y Stock de seguridad

necesita stock de seguridad para cubrir esas situaciones. Por lo tanto, el punto de pedido se establece de modo que, en promedio, el nuevo pedido llegue justo cuando el inventario cae al nivel de existencias de seguridad.

Este modelo a menudo se denomina revisión continua porque supone que el nivel de inventario se supervisa continuamente y que el nuevo pedido se realiza inmediatamente cuando el inventario cae al punto de reorden. En muchos casos eso es cierto, pero en algunas situaciones el inventario no se revisa continuamente.

El estado del inventario se puede verificar una vez al día, a la semana o con alguna otra frecuencia.

El tiempo entre los exámenes de inventario se denomina período de revisión.

Si el proceso de reposición incluye un período de revisión, se debe acomodar en el punto de pedido. En estos casos el cálculo del punto de pedido es:

$$\text{Punto de pedido} = \text{DDRP} + \text{DDLT} + \text{Stock de seguridad}$$

donde DDRP = demanda durante el período de revisión.

En los casos en que el tiempo de entrega sea muy largo, esta ecuación dará como resultado un punto de pedido muy grande, lo que puede alarmarlo. Sin embargo, en cualquiera de estas situaciones, el inventario actual incluye no solo el inventario disponible, sino también el inventario actualmente en tránsito y los pedidos realizados pero aún no recibidos.

Por lo tanto, un pedido realmente se realiza cuando:

$$(\text{Facturación en mano} + \text{Inventario en tránsito} + \text{Órdenes sin completar} - \text{Demanda}) < \text{Punto de pedido} + \text{Stock de seguridad} + \text{DDLT}$$

Y:

$$\begin{aligned} \text{Inventario pico} &= \text{Stock de ciclo} + \text{Stock de seguridad} \\ \text{Promedio Inventario} &= \left(\frac{1}{2} \right) \times \text{Stock de ciclo} + \text{Stock de seguridad} \\ \text{ciclo} &= Q \end{aligned}$$

Stock de seguridad

El inventario de seguridad es un inventario que se lleva a cabo para prevenir o reducir la frecuencia de los desabastecimientos y así brindar un mejor servicio a los clientes. El inventario de seguridad se puede utilizar para acomodar:

- fi Variabilidad en la demanda del cliente o demanda de los pasos posteriores del proceso (donde el historial de demanda se usa para establecer el stock del ciclo).
- y Errores de pronóstico (donde los pronósticos se usan para establecer objetivos de stock de ciclo).
- fi Variabilidad en el tiempo de entrega del suministro o en el tiempo de entrega de la producción.

Si todas las variaciones en la demanda y el tiempo de entrega son aleatorias y están razonablemente distribuidas normalmente, los siguientes cálculos darán como resultado una seguridad apropiada.

niveles de existencias. Si no es así, aún pueden brindar alguna orientación, y generalmente son preferibles a las reglas generales que a veces se recomiendan, que el inventario de seguridad se establezca en 10%, 20% o 50% del inventario del ciclo, o en algún número arbitrario de días de suministro.

Variabilidad en la Demanda

Para comprender cómo podemos evitar los desabastecimientos ante la demanda de los clientes, que puede variar hacia arriba y hacia abajo, es necesaria una breve lección de estadística. La figura E.5 es un histograma, un gráfico que muestra el número de ciclos en los que se produce cada rango de demanda. Si consideramos el producto A en la empacadora número 2, con una demanda promedio de 14 pacas por ciclo de producción semanal, el histograma muestra cuántas semanas estuvo la verdadera demanda dentro de cada rango. El histograma muestra que, para los 52 ciclos de producción dentro de un año, la demanda estuvo muy cerca del promedio de 18 de esas semanas. En esta gráfica, el ancho de cada barra representa 1 fardo; así que en estas 18 semanas (9 semanas más 9 semanas), la demanda fue de entre 13 y 15 fardos. Fue algo mayor, 16 pacas, durante 7 de las semanas, y 17 pacas durante 4 de las semanas. A medida que aumenta el rango de valores de demanda, disminuye el número de semanas dentro de ese rango. Hay un patrón similar al otro lado del promedio; durante 7 de las semanas, la demanda fue de 12 fardos y de 11 durante 4 semanas. Esta curva en forma de campana es típica de muchos patrones de demanda.

Algunos productos tendrán poca variabilidad y, por lo tanto, un histograma muy estrecho, mientras que otros tendrán una mayor variabilidad y un histograma más amplio. El ancho de la curva y la variabilidad subyacente pueden caracterizarse mediante una propiedad estadística llamada desviación estándar y simbolizada por sigma, σ . Si bien el cálculo de la desviación estándar está más allá del alcance de esta discusión, comprender σ

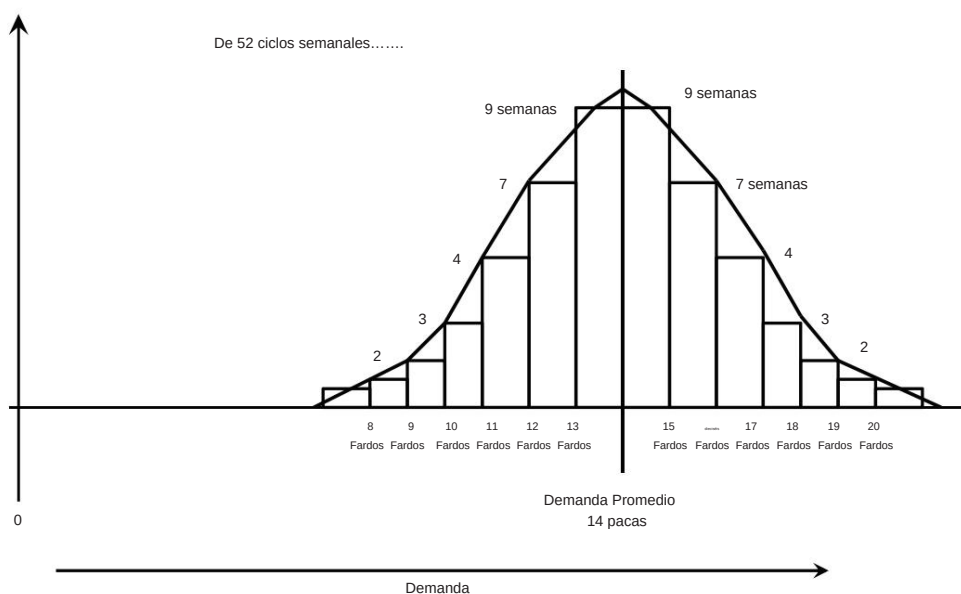


Figura E.5 Un histograma de la demanda semanal.

204 y Apéndice E: Stock de ciclo y Stock de seguridad

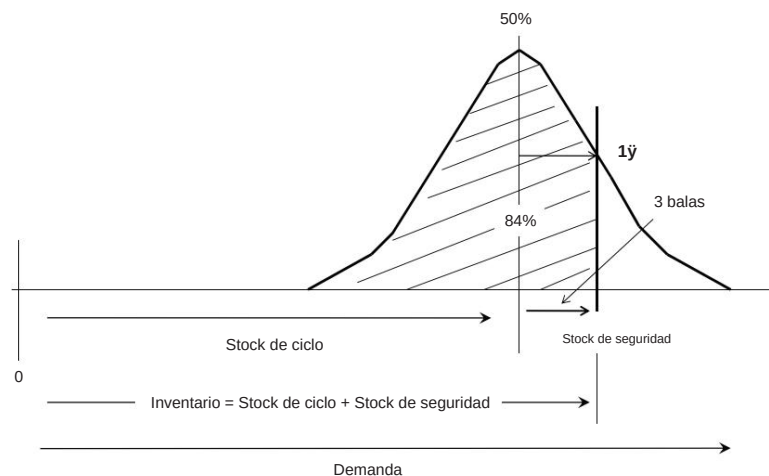


Figura E.6 El stock de seguridad igual a una desviación estándar cubre el 84% de los ciclos.

puede ayudarnos a calcular cuánto stock de seguridad necesitamos para brindarnos varios niveles de protección contra la variabilidad de la demanda.

Si no contamos con existencias de seguridad y solo contamos con las 14 pacas de existencias de ciclo, eso será suficiente para satisfacer toda la demanda del producto A en la mitad de los ciclos; la mitad del tiempo la demanda será de 14 fardos o menos, y la mitad del tiempo mayor. Por lo tanto, sin stock de seguridad, seremos vulnerables a desabastecimientos en la mitad de los ciclos. Las estadísticas nos enseñan que si mantenemos un stock extra igual a 1σ , será suficiente para cubrir la demanda en el 84% de todos los ciclos, como se muestra en la Figura E.6. Sigma es de 3 fardos para el producto A, por lo que si llevamos 3 fardos de stock de seguridad además de los 14 fardos de stock de ciclo, eso debería ser suficiente para evitar roturas de stock en el 84 % de los ciclos, unas 44 semanas. Si mantenemos stock de seguridad igual a 2σ , eso debería cubrir el 98% de los ciclos, como se muestra en la Figura E.7

Por lo tanto, la clave para determinar el stock de seguridad es decidir la tolerancia para los desabastecimientos y luego usar eso para determinar cuántos sigmas de variabilidad necesita cubrir. Por ejemplo, si decide que puede tolerar desabastecimientos sin

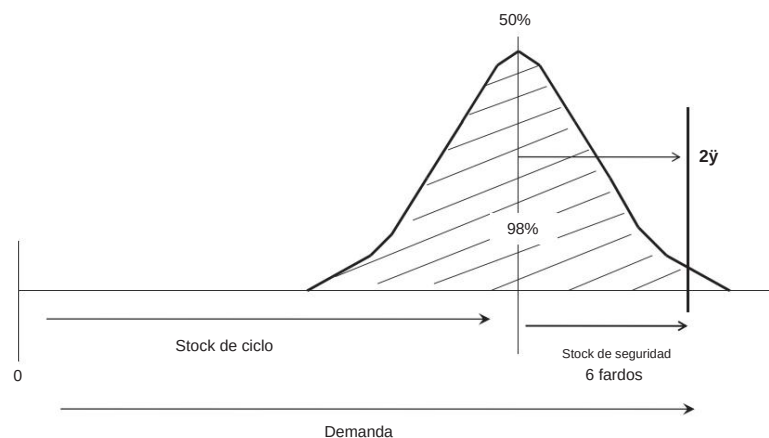


Figura E.7 El stock de seguridad igual a dos desviaciones estándar cubre el 98% de los ciclos.

CICLO DESEADO NIVEL DE SERVICIO	FACTOR Z
84	1
85	1.04
90	1.28
95	1.65
97	1.88
98	2.05
99	2.33
99.9	3.09

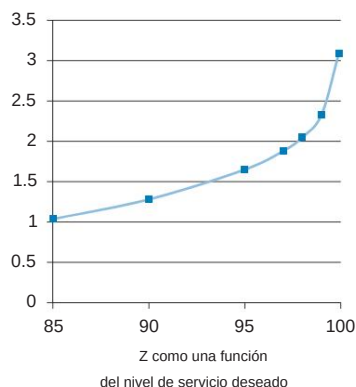


Figura E.8 Relación entre factor de servicio y nivel de servicio.

más del 2 % de los ciclos, lo que establece el objetivo del nivel de servicio del ciclo en el 98 %, y vimos en la Figura E.7 que eso requiere 2 σ de existencias de seguridad, o 6 fardos. El porcentaje de ciclos que espera no tener desabastecimientos se denomina nivel de servicio del ciclo, y la cantidad de sigmas necesarios para lograrlo se denomina factor de nivel de servicio o factor Z.

Por tanto, la ecuación general del stock de seguridad necesario para cubrir la variabilidad de la demanda es:

$$\text{Stock de seguridad} = \sigma \times Z \times \sqrt{D}$$

La Figura E.8 muestra la relación entre Z y el nivel de servicio. Como puede ser Como se ve, la relación es altamente no lineal: valores de nivel de servicio más altos, es decir, menor potencial de desabastecimiento, requieren niveles de inventario de seguridad desproporcionadamente más altos. Estadísticamente, el nivel de servicio al 100% es imposible.

Los objetivos de nivel de servicio típicos están en el rango de 90 a 98%, pero una buena práctica de gestión de inventario sugiere que, en lugar de usar un valor Z fijo para todos los productos, Z se establezca de forma independiente para grupos de productos en función de la importancia estratégica, el margen de beneficio, el dólar. volumen, o algún otro criterio. Hacer esto colocará más inventario de seguridad en aquellos SKU con mayor valor para el negocio y menos inventario de seguridad en los productos que se cree que son menos importantes para el éxito del negocio.

La ecuación anterior supone que la desviación estándar de la demanda se calcula a partir de un conjunto de datos donde los períodos de demanda son iguales al tiempo de entrega o la duración del ciclo de producción. De lo contrario, se debe hacer un ajuste al valor de la desviación estándar para estimar estadísticamente cuál sería la desviación estándar si se calculara en base a los períodos iguales al tiempo de entrega total. Como ejemplo, si la desviación estándar de la demanda se calcula a partir de los datos de demanda semanal y el tiempo de entrega es de 2 semanas, la desviación estándar de la demanda calculada a partir de un conjunto de datos que cubre períodos de 2 semanas sería la desviación estándar semanal multiplicada por la raíz cuadrada de la relación de las unidades de tiempo, o 2. Bowersox y Closs, en Gestión logística, utilizan el término Ciclo de rendimiento (PC) para indicar el tiempo de entrega total. Si dejamos que T1 represente los incrementos de tiempo a partir de los cuales el estándar

206 y Apéndice E: Stock de ciclo y Stock de seguridad

se calculó la desviación (1 semana en el ejemplo anterior), PC para representar el tiempo de entrega total o la duración del ciclo de producción, luego

$$\text{Stock de seguridad} = \times Z \sqrt{\frac{\text{desviación estándar}}{T 1}} \times \ddot{y} D$$

Al adquirir materias primas, el ciclo de desempeño incluye el tiempo para:

- fi Decida qué ordenar (intervalo de pedido o período de revisión).
- y Comunicar el pedido al proveedor.
- fi Fabricar o procesar el material.
- y Entregar el material.
- y Realizar un almacenamiento.

Dentro de nuestras propias instalaciones de fabricación, el ciclo de rendimiento incluye el tiempo para:

- fi Decidir qué producir.
- y Fabricar el material.
- y Liberar el material al inventario posterior.
- y Regresar al siguiente ciclo.
- fi Si llevamos inventario en un almacén de productos terminados y los clientes permiten un tiempo de entrega mayor que el tiempo necesario para entregar al cliente, entonces el tiempo de entrega restante del cliente se puede restar del ciclo de desempeño.

Y con las ruedas del producto, la PC de ciclo de rendimiento incluye:

- y El tiempo de rueda del producto.
- y El tiempo para llegar al inventario posterior reabastecido por la rueda.
Puede haber pasos de proceso adicionales entre el paso de rueda y la siguiente ubicación de almacenamiento de inventario.
- y Cualquier período de revisión incluido en el proceso de programación de ruedas.
- y Nuevamente, cualquier exceso de tiempo de espera del cliente se puede restar del ciclo de rendimiento.

El Ciclo de Desempeño puede ser considerado como el tiempo en riesgo, es decir, el tiempo que transcurre entre la determinación de cuánto producir y el tiempo para tomar la siguiente determinación y realizarla.

Si el inventario del ciclo se calculó a partir de la demanda histórica, entonces la variación utilizada en el cálculo del inventario de seguridad debe basarse en la variación de la demanda pasada.

Si los pronósticos se utilizan para establecer el ciclo de existencias, entonces lo que requiere protección es el error de pronóstico. La desviación estándar del error de pronóstico reemplazaría la desviación estándar de la demanda pasada en la fórmula del inventario de seguridad, que se convertiría en:

$$\text{Stock de seguridad} = z \sqrt{\frac{\text{desviación estándar}}{T}} \times \bar{y} \times \text{Err Fcst}$$

Si hay sesgo en el pronóstico, debe eliminarse para que el cálculo del stock de seguridad sea válido. (El manejo del sesgo de pronóstico está más allá del alcance de este manual).

Variabilidad en el tiempo de entrega

La ecuación anterior calcula el stock de seguridad necesario para mitigar la variabilidad en la demanda. Si la variabilidad en el tiempo de entrega es motivo de preocupación, es decir, a veces lleva más tiempo volver a ese producto en el ciclo debido a fallas en la máquina, interrupciones temporales en la línea u otros problemas, el inventario de seguridad necesario para cubrir eso es:

$$\text{Stock de seguridad} = z \times D \times \bar{y}_{LT} \times \text{promedio}$$

donde LT es el tiempo de entrega.

El término de demanda promedio (D_{avg}) está en la ecuación para convertir la desviación estándar del tiempo de entrega expresado en unidades de tiempo en unidades de volumen de producción (galones, libras, pacas, etc.).

Variabilidad combinada

Si tanto la variabilidad de la demanda como la variabilidad del tiempo de entrega están presentes, el inventario de seguridad requerido para proteger contra cada uno puede, bajo algunas condiciones, combinarse estadísticamente para dar un inventario de seguridad total más bajo que la suma de los dos cálculos individuales. Si la variabilidad de la demanda y la variabilidad del tiempo de entrega son independientes, es decir, los factores que causan la variabilidad de la demanda no son los mismos factores que influyen en la variabilidad del tiempo de entrega, y si ambas variabilidades tienen una distribución razonablemente normal, el stock de seguridad combinado es z veces la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las variabilidades individuales:

$$\text{Stock de seguridad} = z \sqrt{\frac{\text{desviación estándar}}{T}^2 + D^2 \times \bar{y}_{LT}^2 \times \text{promedio}^2}$$

La idea detrás de esto es que existe una baja probabilidad de que vea la mayor demanda y el mayor retraso en la producción en el mismo ciclo, es decir, que estará en los extremos de ambas curvas de variabilidad al mismo tiempo.

Si $\bar{y}_D$ y $\bar{y}_{LT}$ no son estadísticamente independientes entre sí, es decir, ambos están influenciados por los mismos factores, entonces no se puede usar esta ecuación y el stock de seguridad combinado es la suma de los dos cálculos individuales:

$$\text{Stock de seguridad} = z \sqrt{\frac{\text{desviación estándar}}{T}} \times \bar{y}_D + (z \times \bar{y}_{LT} \times \text{promedio})$$

Ejemplo—Cut–Bale 2 Material de seguridad

Como ejemplo del uso de los cálculos anteriores, considere los niveles de inventario requeridos en el almacenamiento que reabastece la empacadora 2. Mirando específicamente los requisitos de inventario para el producto A:

- y Demanda semanal = 14 pacas
- y Desviación estándar de la demanda semanal = 3 pacas
- y Desviación estándar del tiempo de entrega = 0

Debido a que la empacadora está ejecutando un ciclo de 7 días y se está produciendo el producto A cada ciclo, el stock de ciclo para el producto A es el valor de 7 días, 14 balas.

El tiempo de entrega es estable y muy predecible; la confiabilidad de la empacadora es pobre, pero lo suficientemente alta como para que el tiempo de entrega nunca exceda los siete días. Entonces, con una desviación estándar del tiempo de entrega de cero, el requisito de existencias de seguridad se puede calcular a partir de:

$$\text{Stock de seguridad} = z \sqrt{\frac{\text{desviación estándar}}{T}} \times \bar{y} \cdot D$$

Si el 95 % es el nivel de servicio de ciclo deseado (la empresa puede tolerar desabastecimientos de este producto en no más del 5 % de los ciclos de reabastecimiento, un poco más de 2 por año), el valor Z se puede encontrar en la Figura E.8 para ser 1.65. PC, el ciclo de rendimiento, es el EPEI de 7 días. T1, los incrementos de tiempo a partir de los cuales se calculó yD, es de 7 días, por lo que no es necesario corregir la desviación estándar.

Por lo tanto,

$$\text{Stock de seguridad} = 1.65 \sqrt{\frac{7}{7}} \times 3.5 \text{ pacas} = 5.775 \text{ pacas}$$

(Si el objetivo del nivel de servicio hubiera sido del 98 %, Z sería 2.05 y el stock de seguridad sería de 6 fardos).

$$\text{Inventario pico} = 1 + \text{Stock de ciclo} + \frac{D}{PR} + \text{Stock de S + seguridad}$$

donde D = 14 fardos/semana y PR = 125 fardos/semana

$$\text{Inventario pico} = 14 \text{ fardos} + 1 + \frac{14}{125} + 5.775 \text{ fardos} = 19.775 \text{ fardos}$$

$$\text{Inventario promedio} = \frac{1}{2} (\text{ciclo de existencias}) + \frac{D}{PR} + \text{Stock de seguridad}$$

$$\text{Inventario Promedio} = \left(14 \times \frac{1}{2} \right) \text{ pacas} + 125 \times \frac{14}{125} + 5 \text{ cervezas} = 12 \text{ pacas}$$

Cuando se empaca el producto A, debe producir lo suficiente para que el inventario A vuelva al nivel de 18 pacas al final de su producción. Esto requerirá la producción de 14 pacas más cualquier stock de seguridad que se haya consumido, ya que se consumirán aproximadamente 2 pacas mientras se produce.

Si hubiera variabilidad en el tiempo de entrega, si las fallas del equipo empacador causaran que el ciclo de 7 días variara, es posible que se requieran más existencias de seguridad para cumplir con los objetivos de rendimiento del inventario. Si, por ejemplo, el tiempo de entrega variara con una desviación estándar de 1/2 día o 0,07 semanas, el cálculo del stock de seguridad sería el siguiente:

$$\text{Stock de seguridad} = Z \sqrt{\frac{\sigma_D^2}{T} + \bar{D}^2 L T + \frac{\sigma_L^2}{2} \bar{D}^2}$$

$$\text{Stock de seguridad} = 1.65 \sqrt{\frac{7}{7} + 0.7^2 (14)^2 (30) + \frac{0.07^2}{2} (14)^2}$$

$$\text{Stock de seguridad} = 1.65 \sqrt{9} = 15.2 \approx 15 \text{ pacas} \sim 15 \text{ pacas}$$

Dos cosas se pueden ver de este resultado. La primera es que, en este ejemplo, la variabilidad de la demanda tiene la influencia dominante en los requisitos del inventario de seguridad: su efecto en el inventario de seguridad es casi 10 veces mayor que la variabilidad del tiempo de entrega. A menudo sucede que un factor u otro dominará el cálculo; es importante reconocer eso, para que los esfuerzos de mejora puedan enfocarse en las cosas más apropiadas. En este caso, si decidimos reducir la necesidad de existencias de seguridad, es mucho más productivo trabajar con la variabilidad de la demanda que con la variabilidad del tiempo de entrega.

La segunda observación es que la influencia de la variabilidad del tiempo de entrega es tan pequeña que los requisitos de inventario de seguridad aumentan en una pequeña fracción de un fardo, por lo que el aumento efectivo del inventario de seguridad requerido se pierde en el redondeo.

Para resumir, dados los parámetros anteriores, si el inventario para A incluye 5 fardos de existencias de seguridad, se debe esperar que no ocurran desabastecimientos del producto A en más del 5% de los ciclos, o durante 2 a 3 de los ciclos semanales cada año. Con los mismos objetivos de servicio, también se deben esperar desabastecimientos de cada uno de los otros productos en el 5% de los ciclos.

Si ese número de desabastecimientos es inaceptable, entonces se deben establecer objetivos de nivel de servicio más altos, lo que resultará en valores Z más altos y se requerirá más inventario de seguridad. Una ventaja clave de estos cálculos sobre las reglas generales arbitrarias es que las compensaciones se pueden cuantificar, por lo que la empresa puede tomar decisiones informadas sobre cómo desea equilibrar el costo del inventario frente al riesgo de desabastecimiento.

Resumen

El inventario para cualquier producto específico consiste en stock de ciclo y stock de seguridad.

Las existencias cíclicas cubren la naturaleza cíclica del reabastecimiento y están determinadas por la demanda esperada promedio, con base en el historial de demanda o en un pronóstico. El stock de seguridad está ahí para proteger contra los desabastecimientos frente a la oferta, la producción o la demanda variables.

Calcular los requisitos de inventario utilizando principios matemáticos sólidos es siempre mejor que dimensionar el inventario por tradición, instinto, porcentajes fijos u objetivos arbitrarios de días de suministro. Cuando se han utilizado métodos arbitrarios, con frecuencia vemos que algunos inventarios son mucho más altos de lo necesario, mientras que otros son demasiado pequeños. El uso de un enfoque matemático debería reducir el inventario total y mejorar el rendimiento de la entrega al cliente porque ahora tenemos el inventario adecuado para cada SKU en la cartera de productos.

Apéndice F: Ruedas de productos

Introducción a las ruedas de productos

Varias de las oportunidades de mejora encontradas al analizar nuestro VSM de estado actual incluyen la implementación de ruedas de productos, una metodología de programación que equilibra la producción de todos los productos o materiales fabricados en un equipo.

Proporciona la nivelación de la producción y es una forma en que muchas operaciones de proceso logran heijunka (el término Lean para la nivelación de la producción). También establece los ciclos de campaña en el equilibrio óptimo entre un alto inventario (el problema de los ciclos largos) y los altos costos de cambio (el problema de los ciclos cortos) y, en general, es muy eficaz para reducir los inventarios.

En general, se reconoce que los recursos de fabricación se utilizan con mayor eficacia cuando la producción está nivelada, cuando la producción se realiza a un ritmo uniforme, constante e invariable. Esto tiende a maximizar la utilización del equipo y la mano de obra, y suavizar la necesidad de materias primas e instalaciones de apoyo. Por eso, los principios Lean nos enseñan a nivelar nuestra producción, concepto llamado heijunka.

La manufactura esbelta también sugiere que la producción se sincronice con la tasa o el ritmo de la demanda del cliente, es decir, Takt. El concepto es que si puede sincronizar los pasos en el proceso de fabricación al ritmo de la demanda del cliente, tiene una base para trabajar hacia tamaños de lote más pequeños, un flujo más continuo y menores inventarios, mientras satisface la demanda del cliente con menos desperdicio. como sea posible.

Desafortunadamente, para la mayoría de las operaciones, la demanda no es uniforme en absoluto. Por lo tanto, si tenemos los recursos, en mano de obra, equipos y materias primas, para producir hasta los picos de demanda, gran parte de eso está inactivo en los valles y, por lo tanto, se desperdicia.

Heijunka desafía a los gerentes de operaciones a equilibrar la necesidad de producir según la demanda variable de los clientes con la necesidad de nivelar la producción. Varias empresas en las industrias de procesos, incluidas DuPont, Dow Chemical, Exxon Mobil, Apvion y BG Products, Inc., han logrado este equilibrio utilizando el enfoque de rueda de productos. Estas empresas han descubierto que las ruedas de productos no solo nivelan la producción, sino que también ayudan a optimizar las secuencias de productos.

212 y Apéndice F: Ruedas de producto

y la duración de las campañas, y establezca los niveles de inventario en el mínimo requerido para un flujo fluido.

Los beneficios que han visto incluyen inventarios más bajos y un mayor rendimiento de entrega al cliente porque el inventario, aunque más bajo, ahora está en la combinación correcta. Además, la capacidad de producción utilizable generalmente aumenta porque la regularidad y la previsibilidad del cronograma reducen o eliminan los cambios de cronograma no planificados y el tiempo que se pierde.

Ruedas de producto definidas

Una rueda de producto (Figura F.1) es una metáfora visual de una secuencia estructurada que se repite regularmente de la producción de todos los materiales que se fabricarán en un equipo específico, dentro de un recipiente de reacción, dentro de un sistema de proceso o en toda una línea de producción. El tiempo de ciclo total de la rueda es fijo.

El tiempo asignado a cada producto (un "rayo" en la rueda) es relativamente fijo, basado en la demanda promedio de ese producto durante el ciclo de la rueda. La secuencia de productos es fija y se determina a partir de un análisis de la ruta a través de todos los productos, lo que dará como resultado el tiempo de cambio total más bajo o el costo de cambio general más bajo.

Los radios pueden tener diferentes longitudes, lo que refleja las diferentes demandas promedio de los distintos productos: los productos de alta demanda tendrán radios más largos que los productos de menor demanda.

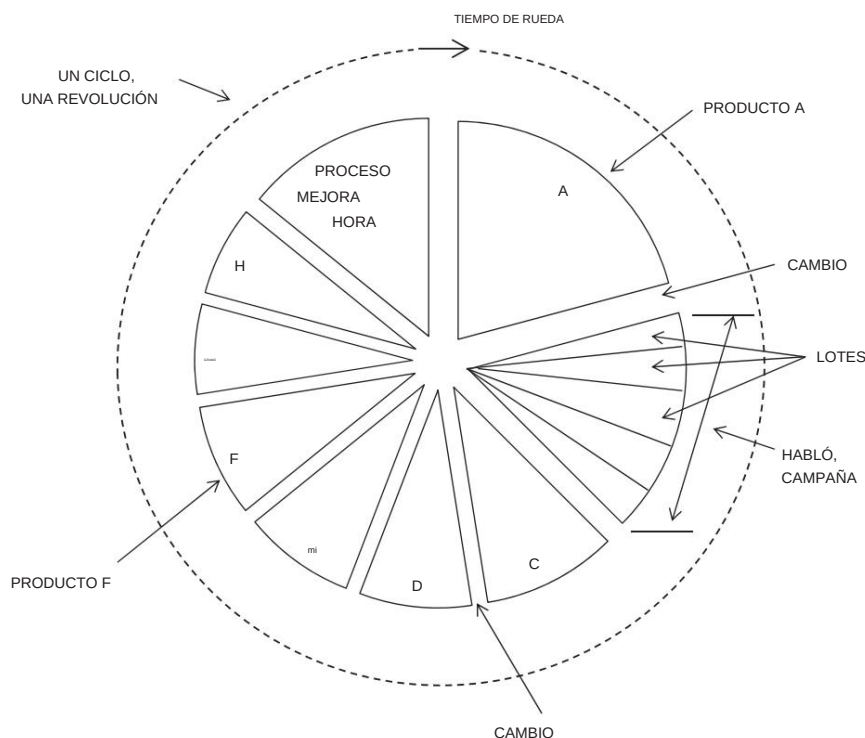


Figura F.1 Concepto y terminología de la rueda del producto.

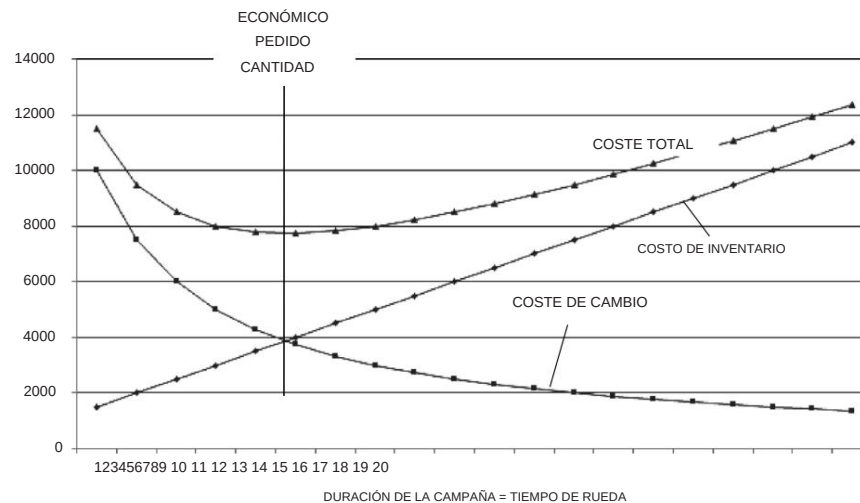


Figura F.2 Factores económicos de cantidad de pedido.

Las ruedas de productos admiten un modelo de reabastecimiento de extracción. Es decir, la rueda se diseñará en función de la demanda histórica promedio o de la demanda prevista para cada producto, pero lo que realmente se produce en cualquier radio es suficiente para reponer lo que se ha consumido del inventario aguas abajo, de acuerdo con los principios de Lean pull. Por lo tanto, el ancho de cada radio puede variar de un ciclo a otro en función de la demanda real, pero el tiempo total del ciclo de la rueda permanecerá fijo.

Varios factores pueden influir en la determinación del tiempo total de la rueda.

Si es primordial contar con el tiempo de espera más corto posible a través de la operación, entonces se puede seleccionar el tiempo de rueda más corto que permita toda la producción requerida y todos los cambios necesarios. Si el costo de fabricación más bajo es un factor clave, entonces se puede calcular el tiempo de rueda para lograr el mejor equilibrio entre los costos de cambio, que disminuyen con ruedas más largas, y el costo de inventario, que aumenta con ruedas más largas.

El gráfico de la figura F.2 ilustra esto: se puede ver que el costo de mantenimiento del inventario aumenta con ciclos de rueda más largos porque debe haber suficiente inventario de cada producto para llevarlo de un ciclo al siguiente. Los costos de cambio exhiben el efecto opuesto. Los tiempos de rueda más largos dan como resultado menos cambios, mientras que las ruedas más cortas significan más cambios dentro de cualquier período de tiempo. Si mantener el costo operativo práctico más bajo es primordial para el negocio, entonces el tiempo de rueda se puede establecer en función del equilibrio óptimo entre estos dos costos, a veces denominado Cantidad económica de pedido (EOQ) o Cantidad económica de producción (EPQ).

El ícono que usamos en los VSM de estado futuro para indicar un paso de proceso programado por ruedas de producto se muestra en la Figura F.3.

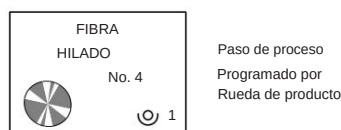


Figura F.3 Ícono de VSM para un paso con programación de rueda de producto.

ATRIBUTOS DE LA RUEDA DE PRODUCTO

- El tiempo de ciclo total está fijo
- El tiempo del ciclo se optimiza en función de las prioridades comerciales.
- La secuencia es fija: los productos siempre son hecho en el mismo orden
- La secuencia está optimizada para una mínima pérdida de cambio
- Los radios tendrán diferentes longitudes, según el Takt para cada producto
- La cantidad realmente producida puede variar de un ciclo a otro, según el consumo real
- Es posible que no se fabriquen algunos productos de bajo volumen cada ciclo
- Cuando se hacen, siempre es al mismo punto en la secuencia
- Productos fabricados sobre pedido y fabricados para existencias se puede entremezclar en una rueda

Beneficios de las ruedas de productos

Las ruedas de producto tienden a nivelar la producción como un comportamiento natural. Y debido a que la producción de un producto específico en un ciclo específico se basa en el inventario consumido durante el último ciclo, la producción se sincroniza con el Takt actual para ese producto.

La metodología de diseño de ruedas de productos tiende a impulsar la programación al tamaño de campaña práctico más pequeño, lo que reduce el inventario. El proceso de diseño de ruedas encuentra el ciclo global óptimo (EPEI) para la gama de productos fabricados. Proporciona una comprensión clara de las compensaciones entre los costos de cambio y los costos de inventario, por lo que el tiempo del ciclo se puede optimizar en función de las prioridades comerciales: menor tiempo de entrega o menor costo de operación. La técnica también cuantifica los beneficios de otras actividades de mejora del cambio, de modo que se pueda determinar la justificación de las mejoras de capital que mejorarían la flexibilidad.

El diseño de la rueda del producto obliga a un análisis estructurado de varios tipos de cambio excesos requeridos, para optimizar la secuencia de producción. Las personas a veces asumen que están siguiendo una secuencia optimizada, pero un análisis basado en datos a menudo revela que se pueden realizar mejoras.

Un cronograma fijo y repetible brinda una base firme para determinar los requisitos de inventario. Debido a que sabemos cuándo fabricaremos un producto determinado a continuación, podemos determinar cuánto inventario se necesitará para respaldar la demanda hasta el próximo ciclo. También sabemos cuánto tiempo estaremos en riesgo de variación y, por lo tanto, tenemos una base lógica para calcular el stock de seguridad.

Las ruedas de productos ofrecen una gran flexibilidad de programación en ese bajo volumen los productos se pueden programar para que se fabriquen a una frecuencia inferior a cada ciclo, y los productos de fabricación contra pedido se pueden fabricar en la misma rueda que los productos de fabricación contra stock.

Las ruedas de productos agregan previsibilidad a las operaciones de alta mezcla, es decir, operaciones que fabrican una gran cantidad de productos. Todos los asociados a una operación programada por ruedas de producto saben qué se va a producir y en qué momento.

Cualquier herramienta, material o personal especial que se requiera para los cambios se puede programar con anticipación. Si la puesta en marcha del siguiente material genera una carga adicional en el laboratorio de pruebas, esto se puede planificar.

Esta regularidad, previsibilidad y ritmo, lo que Ian Glenday llama las "Economías de repetibilidad", es quizás uno de los mayores beneficios que las ruedas aportan a la operación. Esta regularidad conduce a una reducción drástica de los cambios de horario no planificados y, por lo tanto, a una mayor capacidad utilizable. Además, debido a que las personas ya no dedican la mayor parte de su tiempo a combatir incendios, ahora tienen el ancho de banda para hacer frente a cualquier emergencia de horario real que surja.

En resumen, la reducción de todo el caos normal y la extinción de incendios conduce a una mayor capacidad utilizable; el ciclo fijo y repetible permite que los requisitos de inventario se conozcan con mayor precisión y se reduzcan en general; y debido a que el inventario está en la combinación correcta, el desempeño de la entrega al cliente mejora.

BENEFICIOS DE LA RUEDA DE PRODUCTO

1. Producción nivelada
2. Cambios mejorados a través de secuencias optimizadas
3. Mayor capacidad utilizable
4. Longitudes de campaña optimizadas
5. Configuración de objetivos de inventario más realista
6. Inventario reducido
7. Rendimiento de entrega mejorado
8. Un mayor grado de regularidad y previsibilidad en las operaciones
9. Una base matemática creíble para apoyar la toma de decisiones

Aplicabilidad de la rueda del producto

Las ruedas de productos se pueden aplicar a una línea de producción completa, como una línea de embotellado de aderezos para ensaladas, una operación de hilado de fibras sintéticas o una línea de fabricación/empacado de pizza congelada. O se pueden aplicar a una sola pieza grande

216 ¿ Apéndice F: Ruedas de producto

de equipos de proceso, como una extrusora de gránulos de plástico, una máquina formadora de papel o un reactor de resina utilizado en la fabricación de pinturas.

Tiempo de mejora de procesos

A menudo hay más tiempo dentro de una revolución de la rueda que el necesario para la producción y los cambios. Este tiempo puede ser extremadamente valioso para la operación para:

- Tareas de mantenimiento preventivo
- Modificaciones de equipos
- Pruebas de desarrollo de nuevos productos
- Ejecuciones de calificación de nuevos productos
- Capacitación del operador
- Eventos Kaizen para implementar prácticas 5S
- Eventos Kaizen para reducir el tiempo y el costo de cambio, usando un solo minuto
- Intercambio de troqueles (SMED) u otras técnicas

Referirse a este tiempo disponible como "Tiempo de mejora del proceso" (Tiempo PIT) tiende a resaltar lo valioso que puede ser y crea una mentalidad de que no debe desperdiciarse.

Resumen

Las ruedas de productos son una metodología comprobada y probada para resolver una serie de problemas de gestión de operaciones de una manera integrada y holística. DuPont ha estado utilizando ruedas de forma beneficiosa durante más de 20 años, y Dow Chemical más de 10. La optimización de la secuencia de productos generalmente reduce las pérdidas por cambios y, por lo tanto, aumenta la capacidad utilizable. Las ruedas de previsibilidad y estabilidad que aportan a la operación reducen la frecuencia de cambios de horarios ilógicos y, por lo tanto, también contribuyen a reducir las pérdidas y aumentar la capacidad. El dimensionamiento adecuado del inventario para respaldar el programa de ruedas generalmente reduce el inventario y lo coloca en el equilibrio de mezcla correcto para que mejore el servicio al cliente. Por lo tanto, no sorprende que, a medida que más y más empresas conocen las ruedas de productos, adoptan el concepto como una forma de equilibrar la producción de una amplia variedad de tipos de productos.

En *The Product Wheel Handbook—Creating Balanced Flow in High Mix Process Operations*, PL King y JS King, Productivity Press, 2013, se puede encontrar un recorrido completo por los pasos del diseño, la implementación y el funcionamiento de las ruedas.

Apéndice G: Lectura adicional

- Arnold, JR Tony y Stephen N. Chapman, *Introducción a la gestión de materiales*. Upper Saddle River, Nueva Jersey: Pearson Prentice Hall, 2004.
- Blackstone, John H. Jr. (Editor), *Diccionario APICS*, 12ª ed. Chicago, IL: APICS, la Asociación para la Gestión de Operaciones, 2008.
- Bowersox, Donald J. y David J. Closs, *Gestión logística*. Nueva York: McGraw-Hill, 1996.
- Chopra, Sunil y Peter Meindl, *Gestión de la cadena de suministro: estrategia, planificación y operación*. Upper Saddle River, Nueva Jersey: Pearson Prentice Hall, 2007.
- Floyd, Raymond C., *Liquid Lean*. Nueva York: Prensa de productividad, 2010.
- Ford, Henry, *hoy y mañana*. Portland, Oregón: Productivity Press, 1988.
- Glenday, Ian y Daniel Jones, *Rompiendo camino hacia el flujo: elimine la extinción de incendios y produzca según la demanda del cliente*. Herefordshire, Reino Unido: Lean Enterprise Academy, Ltd., 2006.
- Goldratt, Eliyahu M., *Teoría de las Restricciones*. Great Barrington, MA: North River Press, 1990.
- King, Peter L., *Lean for the Process Industries—Lidiando con la complejidad*. Nueva York: Prensa de productividad, 2009.
- King, Peter L. y Jennifer S. King, *The Product Wheel Handbook—Creating Balanced Flow in High-Mix Process Operations*. Nueva York: Prensa de productividad, 2013.
- Liker, Jeffrey K., *El estilo Toyota*. Nueva York: McGraw-Hill, 2004.
- Liker, Jeffrey K. y David Meier, *The Toyota Way Fieldbook*. Nueva York: McGraw-Hill, 2006.
- Ohno, Taiichi, *Sistema de producción de Toyota: más allá de la producción a gran escala*. Nueva York: Prensa de productividad, 1988.
- Panchak, Patricia, "La nivelación y la optimización de la producción en las industrias de procesos". *Revista Target*, primer número, 2009.
- Rother, Mike y John Shook, *Aprendiendo a ver*. Cambridge, MA: La empresa ajustada Instituto, 2003.
- Rummler, Geary A. y Alan P. Brache, *Mejora del rendimiento: cómo gestionar los espacios en blanco en el organigrama*. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1995.
- Schonberger, Richard J., *Fabricación de clase mundial, Las lecciones de la simplicidad aplicada*. Nueva York: The Free Press, 1986.
- Shingo, Shigeo y Andrew P. Dillon, *Una revolución en la fabricación: el sistema SMED*. Cambridge, MA: Prensa de productividad, 1985.
- Smalley, Arte, *Creación de un tirón de nivel*. Brookline, MA: Instituto Lean Enterprise, 2004.
- Smith, Wayne K., *Tiempo fuera*. Nueva York: John Wiley & Sons, 1998.
- Umble, Michael y Mokshagundam L. Srikanth, *Fabricación síncrona, Principios para la Excelencia de Clase Mundial*. Cincinnati, OH: South-Western Publishing Co., 1990.
- Womack, James P., Daniel T. Jones y Daniel Roos, *La máquina que cambió el mundo*. Nueva York: Macmillan Publishing Company, 1990.

Sobre los autores

Jennifer S. King es analista de investigación de operaciones en MCR LLC, analiza los impactos operativos de las tecnologías emergentes de la FAA y desarrolla modelos de costos y rendimiento para respaldar las decisiones de inversión de las aerolíneas. Antes de eso, pasó cinco años en el Departamento de Defensa desarrollando modelos de simulación de eventos discretos para ayudar al ejército a establecer requisitos de confiabilidad para nuevas plataformas y analizar el rendimiento de las alternativas de sistemas de armas. Su experiencia previa en publicaciones incluye la edición de libros de texto y el desarrollo de problemas matemáticos y soluciones para ExploreLearning. Es coautora de *The Product Wheel Handbook—Creating Balanced Flow in High Mix Process Operations*

(Prensa de productividad, 2013).

Jennifer tiene títulos en Matemáticas y Psicología de la Universidad de Virginia y una maestría en Investigación de Operaciones de la Universidad de Delaware. Es miembro de INFORM.

Peter L. King es el presidente de Lean Dynamics, LLC, una empresa consultora de mejora de la fabricación ubicada en Newark, DE. Antes de fundar Lean Dynamics, Pete pasó 42 años en DuPont Company, en una variedad de asignaciones de sistemas de control, ingeniería de sistemas de fabricación, fabricación de flujo continuo y fabricación ajustada. Eso incluyó 18 años aplicando técnicas de Lean Manufacturing a una amplia variedad de productos, incluidos productos laminados como DuPont™ Tyvek®, Sontara® y Mylar®; fibras tales como nailon, Dacron®, Lycra® y Kevlar®; pinturas para automóviles; lubricantes de rendimiento; productos químicos a granel; adhesivos; sustratos de placas de circuitos electrónicos; y materiales biológicos utilizados en cirugía humana.

En nombre de DuPont, Pete ha realizado consultas con clientes clave en las industrias de alfombras y alimentos procesados. Pete se retiró de DuPont en 2007, dejando un puesto como consultor principal en el Lean Center of Competency. Los clientes recientes han incluido productores de productos laminados, lubricantes y aditivos para combustibles, vitaminas y suplementos nutricionales, y gránulos de polietileno y polipropileno.

Pete recibió una licenciatura en Ingeniería Eléctrica de Virginia Tech, graduándose con honores. Tiene la certificación Six Sigma Green Belt (DuPont, 2001), la certificación Lean Manufacturing (Universidad de Michigan, 2002) y es un profesional certificado de la cadena de suministro (APICS, 2010). Es miembro de la Asociación

para la Excelencia en Manufactura, APICS y el Instituto de Ingenieros Industriales.

Se desempeñó como presidente de la División de Industria de Procesos del IIE en 2009–2010.

Pete es el autor de *Lean for the Process Industries—Dealing with Complexity* (Productivity Press, 2009) y de varios artículos publicados sobre la aplicación de conceptos Lean a operaciones de procesos. Es coautor de *The Product Wheel Handbook—Creating Balanced Flow in High Mix Process Operations* (Productivity Press, 2013). Ha sido ponente invitado en varios congresos y reuniones profesionales. Ha presentado seminarios y dictado cursos en todo el mundo sobre la aplicación de conceptos Lean a las operaciones de procesos.

Métodos Lean e implementación / Gestión del flujo de valor

"Value Stream Mapping se ha convertido en una herramienta clave para implementar el pensamiento Lean y el cambio positivo en todo nuestro negocio. Este libro describe en detalle el proceso mediante el cual Pete King ha ayudado a muchas organizaciones como la nuestra a deleitar a los clientes y eliminar implacablemente el desperdicio... una lectura obligada para cualquier ejecutivo que desee facilitar un viaje de transformación dentro de las industrias de procesos".

—**Steve Anderson**, vicepresidente global de suministro, Afton Chemical

"Pete King ha desarrollado una reputación internacional como una autoridad líder en el tema de Lean en las industrias de procesos. ... Desde el diagnóstico de los principales desperdicios e inhibidores del flujo, hasta el diseño y la ejecución de una hoja de ruta, Pete ofrece todo lo necesario para brindar una verdadera excelencia operativa a partir de Value Stream Mapping".

—**Pete Wright**, Director Gerente y Consultor Principal, Pico Consulting Ltd.

"Una lectura obligada tanto para profesionales como para consultores... Los procesos alimentarios, farmacéuticos y químicos son, por su naturaleza, diferentes y necesitan un enfoque adaptado. La profunda experiencia práctica de Peter King proporciona a la industria de procesos un conjunto de herramientas de última generación para eliminar el desperdicio y alcanzar un rendimiento innovador".

—**Hans van Oosteren**, socio gerente, Improvium

"El libro es muy práctico en su organización: para cada paso teórico, King incluye ejemplos del mundo real. ... Es notable cómo se las arregló para incluir tanto conocimiento y experiencia en un libro que es tan agradable de leer".

—**Henrique Fagundes**, líder de implementación de operaciones, McKinsey & Company

"Este es el primer libro que leo sobre este tema que aborda el nivel requerido de profundidad y detalle para demostrar claramente el camino hacia una transformación Lean completa".

—**John Cockburn-Evans**, Miembro, Institución de Ingenieros Químicos; Certificado Entrenador Profesional; Consultor sénior y entrenador Lean, DuPont Sustainable Solutions

Este libro describe, en detalle, cómo crear un VSM completo para una operación de fabricación de la industria de procesos. Al identificar las características únicas de las operaciones de proceso, explica por qué requieren ajustes en los VSM tradicionales. Al guiarlo a través de los pasos para analizar el mapa, explica cómo definir el alcance de los proyectos de mejora, priorizarlos y luego usar los VSM de estado futuros para ilustrar y motivar la mejora sistémica.

Los autores presentan un proceso de fabricación objetivo y lo usan para demostrar cómo crear un VSM completo. El proceso de destino es lo suficientemente complejo como para ilustrar los problemas comunes que se encuentran al mapear una operación de la industria de procesos, pero lo suficientemente sencillo como para proporcionar una comprensión clara de la lógica detrás de todas las consideraciones y decisiones del mapeo.



CRC Press
Taylor & Francis Group
an informa business

www.productivitypress.com

6000 Broken Sound Parkway, NW
Suite 300, Boca Raton, FL 33487
711 Third Avenue
New York, NY 10017
2 Park Square, Milton Park
Abingdon, Oxon OX14 4RN, UK

K23644

ISBN: 978-1-4822-4768-8



9 781482 247688

