



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados

Investigación y Consultoría

Maestría en Sistemas Integrados de Manufactura y
Estrategias de Calidad

Implementación Lean Manufacturing en la Unidad de Negocios
General Motors de la empresa Inteva Products Planta Puebla.

Tesis que para obtener el Grado de Maestro en
Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad

Presenta

Alejandro Torres Vázquez



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice.

	Pag.
I. Introducción.	
I.I Objetivo.....	2
I.II Justificación.....	3
I.III Alcance del trabajo y Riesgos.....	4
I.IV Marco teórico	
I.IV.I Lean Manufacturing.....	5
I.IV.II Lean Manufacturing y el Sistema de Producción Toyota.....	7
I.IV.III El creador del Sistema de Producción Toyota... ..	9
I.IV.IV Técnicas Lean Manufacturing.....	11
I.IV.V Conceptos Clave de Lean Manufacturing.....	12
I.IV.VI Comparación entre la Empresa tradicional y la Empresa Lean Manufacturing.....	13
I.IV.VII Resumen de los Elementos clave.....	16
II. Descripción de la Empresa.....	17
III. Desarrollo del trabajo.	
III.I Diagnóstico de la situación actual.....	24
III.II Mapa de Implementación.....	34
III.II.I Comunicado a la Planta.....	35
III.II.II Seleccionar un equipo.....	36
III.II.III Arrancar con Entrenamiento.....	37
III.II.IV Elaborar VSM Actual.....	38
III.II.V Elaborar VSM Futuro.....	45
III.II.VI Organizar.....	49
III.II.VII Desarrollar Trabajo Estándar / Controles Visuales.....	50
III.II.VIII Generar Calidad en la fuente.....	51
III.II.IX Realizar Entrenamiento Cruzado.....	57
III.II.X Mejorar el Lay-out.....	58
III.II.XI Etapas 11 a 17.....	60
IV. Conclusiones, recomendaciones y propuestas.....	61
V. Anexos.....	63
VI. Bibliografía.....	78

I. Introducción

I.I Objetivo:

Aplicar el Sistema Lean Manufacturing para conseguir:

- 1. Alcanzar la meta de eficiencia del 85%. En la semana 51 de 2010 se encontró en 73% y en la semana 03 de 2011 se encontró en 54%.**
- 2. Alcanzar la meta de Scrap del 1%. En la semana 50 de 2010 se encontró en 2% y en la semana 02 de 2011 se encontró en 3.5%.**

I.II Justificación:

Las Metas de la Compañía no se han logrado. Los resultados de Eficiencia en el periodo de semana 50 de 2010 a semana 03 de 2011 es en promedio de 81.5% que se encuentra por debajo de la meta del 85% y el Scrap en el periodo de la semana 48 de 2010 a la semana 03 de 2011 se encuentra en 1.02 en promedio que se encuentra por encima de la meta del 1%. Ver Figuras 1.1 y 1.2.

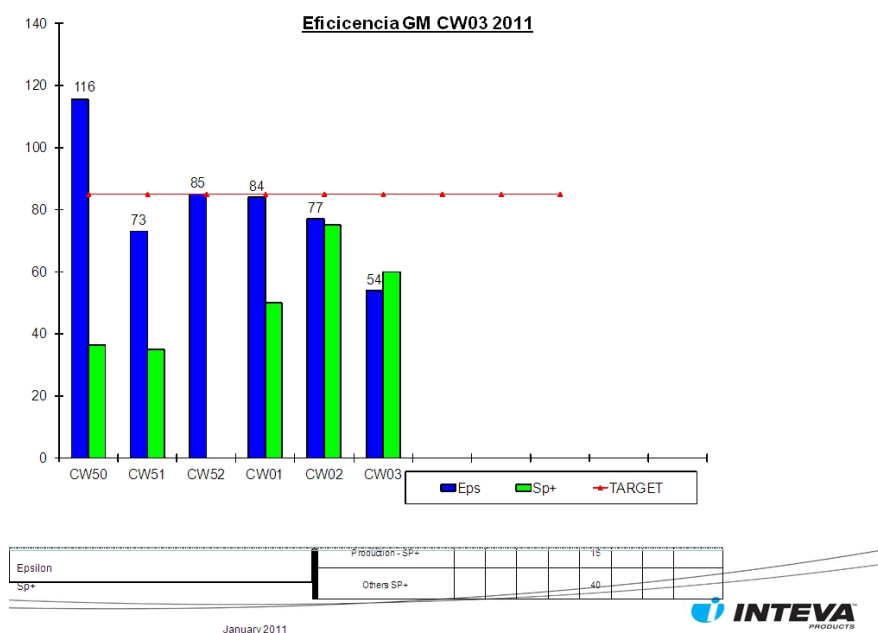


Figura 1.1 Gráfico de eficiencia 2011 de la Unidad de negocios General Motors.

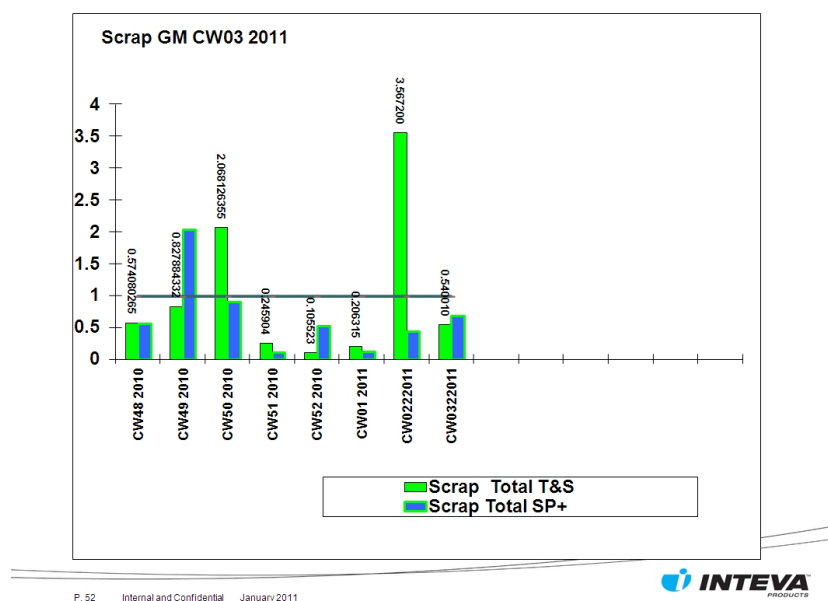


Figura 1.2 Gráfico de scrap 2011 de la Unidad de negocios General Motors.

I.III Alcance del trabajo:

El Sistema Lean Manufacturing será aplicado a la línea de Producción Tilt & Slide en la Unidad de Negocios GM de la empresa Inteva Products en Planta Puebla.

La Línea Tilt & Slide se encuentra en una fase de estabilidad sin problemas de Calidad o Nuevos Lanzamientos, sin embargo no logra los Objetivos. Los esfuerzos del equipo multidisciplinario se enfocaran en la aplicación de las técnicas de Lean Manufacturing.

Riesgos:

Durante la aplicación del Sistema Lean Manufacturing se consideran los siguientes riesgos:

- 1. Falta de apoyo por parte del Staff Gerencial de la Compañía.**
- 2. Falta de información del Proceso de Producción.**
- 3. Problemas de Calidad que desvíen los esfuerzos.**

I.IV Marco Teórico

I.IV.I Lean Manufacturing.

“La definición más popular de Lean Manufacturing es: El establecimiento de técnicas combinadas que al madurar permitirán eliminar los siete desperdicios”. (Wilson 2010).

Para comprender los siete desperdicios se debe partir del concepto “Muda” que es una palabra japonesa traducida al inglés como “waste” o desperdicio en castellano. El concepto de desperdicio en el trabajo fue detectado por Frank Gilbreth (pionero del estudio de los movimientos de las personas) el cual detectó a un albañil, que en cada ocasión que necesitaba un ladrillo se agachaba hasta el piso para poder tomarlo, para ello introdujo un pequeño andamio, el cual acercaba lo ladrillos a la altura de la cintura del albañil, lo que permitió al albañil trabajar tres veces más rápido (eliminando movimiento) y con mucho menos esfuerzo.

¹Los siete desperdicios considerados por Lean Manufacturing son:

- Transporte: Transportar el producto más de lo que es necesario.
- Inventario excesivo: Más producto a la mano del que el cliente necesita.
- Movimiento: Mover el producto más de lo que es necesario.
- Wait / Espera: Cualquier momento en el que el valor no puede ser procesado por causa del retraso.
- Over production / Sobre producción: Cualquier movimiento extra del operador cuando él o ella está realizando una secuencia de trabajo.
- Over Processing / Sobre procesamiento: Hacer más cosas al producto de las que el cliente pidió.
- Defectos: Cualquier cosa no “hecha bien a la primera” que requiera retrabajo o inspección. Incluye scrap y asuntos de apariencia.

El Sistema Lean Manufacturing que se traduce al español como Manufactura Esbelta, hará a la compañía productiva, haciéndola más flexible y comprometida a eliminar desperdicios.

El mismo, es con frecuencia utilizado indistintamente con los términos Manufactura Esbelta, Producción Esbelta y Sistema de Producción de Toyota.

Se le llama Lean o Esbelta porque al final del proceso de cambio; puede seguir produciendo utilizando menos materiales, requiriendo menos inversión, utilizando menos inventario, consumiendo menos espacio y utilizando menos personal.

¹ “Se utiliza el acrónimo TIM WOOD por sus iniciales, para recordar más fácil los siete desperdicios”. (Textron Company 2011).

Por lo anterior se denomina como Flujo de Valor a todo aquello por lo que el cliente pagaría un servicio o producto.

Por lo tanto; crear algo nuevo, que no haga que el cliente pague más, solo aumentará los costos innecesariamente.

Todos los costos innecesarios es la suma del desperdicio en todas las áreas de la compañía.

“Lo más importante de un proceso de producción Lean Manufacturing; es la característica ser tan predecible que reduzca severamente la incertidumbre. Elimina el caos de las típicas plantas de manufactura que cambian el Plan de Producción cada hora, trabajan horas extras y expeditan a todas las compañías”. (Murman/Allen 2002).

“Por el contrario el proceso de producción Lean Manufacturing no sólo será financieramente y físicamente más productiva, también emocionalmente. Las personas trabajan con mayor confianza, mayor facilidad y con paz”. (Wilson 2010)

Si los desperdicios de toda la Compañía son eliminados, el ambiente de trabajo mejora. Cuando el personal trabaja en una empresa con el Sistema Lean Manufacturing, maneja los siguientes conceptos Clave:

1. Cero Tolerancia al Desperdicio.
2. Ambiente de Producción Estable.
3. El pedido del cliente dirige la Producción.

Estos conceptos, generan el Jidoka que es la Cultura de trabajo disciplinada que ayuda a la identificación y eliminación de cualquier desperdicio.

I.IV.II Lean Manufacturing y El Sistema de Producción Toyota

Se considera al Sistema de Producción Toyota como el mejor, porque es el que más se ha documentado. Además de que las empresas de manufactura que han aplicado ésta filosofía, han comprobado sus resultados y ha sido el mejor por mucho tiempo.

“Después de cuatro años de estudio exhaustivo del Sistema Lean Manufacturing en más de 40 plantas, los autores llegaron a entender que en Toyota es la misma rigidez de las operaciones lo que hace que la flexibilidad sea posible. Esto se debe a las operaciones de la empresa que pueden ser vistas como una serie continua de experimentos controlados”. (Wilson 2010).

Las empresas que trabajan con el Sistema Lean Manufacturing inducen a los trabajadores a realizar las actividades con disciplina, repitiéndolas una y otra vez sin variación alguna.

“El Sistema de Producción Toyota está basado principalmente en reglas y una forma de trabajar muy específicas en cuanto al contenido, secuencia, tiempo y resultados. Por un lado cada actividad, conexión y el flujo de la producción está rígidamente guiada. Sin embargo; al mismo tiempo, las operaciones del mismo son enormemente flexibles y sensibles a la demanda de los Clientes. Cada especificación de Toyota, es constitutivo de una hipótesis que se prueba mediante la acción. Por otra parte la conexión Cliente–Proveedor; debe ser directa para que exista un claro entendimiento de las peticiones, para determinar las respuestas. Con lo cual, el camino de cada producto y servicio debe ser simple y directo”. (Wilson 2010).

“Toyota crea todas sus operaciones como experimentos y enseña el Método Científico a sus trabajadores, es la Primera Regla que rige a los mismos en la forma de hacer su trabajo. La Segunda Regla es la forma en que interactúan unos con otros. La Tercera Regla regula la manera en que se construyen las líneas de producción. Y la Cuarta Regla es cómo la gente aprende a mejorar”. (Womack 2003).

Por lo tanto los trabajadores de los Sistemas Lean Manufacturing desarrollan mejores hábitos a comparación a los trabajadores de otras empresas y es su forma de responder a los continuos problemas lo que hace a éste Sistema tan flexible y adaptable a las circunstancias cambiantes.

Se debe respetar una serie de pasos para un trabajo en particular, con lo cual se espera llevar un trabajo secuenciado que permita reducir la variabilidad, mejorar la Calidad, aumentar la Productividad y disminuir los Costos. Más importante aún, ayuda al aprendizaje y la Mejora de la Organización.

La mejor forma de transmitir los Sistemas de Producción a los trabajadores no es solo por medio de Instrucciones de Trabajo. El enfoque enseñanza aprendizaje permite adoptar las Normas mientras lleva acabo la solución de problemas.

Mientras realizan su trabajo, los operadores generan una serie de preguntas; éste proceso da a los mismos la oportunidad de analizar de manera profunda su actividad. De ésta forma ellos obtiene experiencias, las cuales les servirán para que poco a poco aprendan a generalizar la forma de realizar las mismas.

En consecuencia el Sistema de Producción Toyota se transmite con éxito solo cuando los Gerentes han sido capaces y están dispuestos a ser cuestionados para facilitar el aprendizaje por medio de la práctica.

Por tanto, cuando las Organizaciones se gestionan de acuerdo con las Reglas del Sistema de Producción Toyota, los individuos realizan experimentos y prueba de hipótesis en la operación con distintas formas de trabajo; el resultado son los esfuerzos de mejora.

I.IV.III El creador del Sistema de Producción Toyota

El creador del Sistema de Producción Toyota es el ingeniero japonés Taiichi Ohno. Otros contribuyeron en gran medida, incluyendo a Shingeo Shingo y los miembros de la familia de Toyota. Pero Taiichi Ohno obtuvo el mayor crédito por su creación, desarrollo e implementación del mismo. Ohno también obtuvo el mayor crédito porque él escribió la mayor parte sobre el Sistema de Producción Toyota.

Taiichi Ohno describe el Sistema de Producción Toyota como la utilización de diversas técnicas que están diseñadas para reducir el costo de la manufactura. Su método para reducir los costos es eliminando el desperdicio. Este Sistema de eliminación del desperdicio; está cimentado en dos pilares. Ver Figura 1.3.



Figura 1.3 Casa del Sistema de Producción Toyota.

El Primer pilar es el Sistema Justo a Tiempo (JIT); es la técnica de proveer de manera exacta la calidad correcta, en el tiempo correcto y en el lugar correcto. Es el control de Cantidad o Control de Inventarios. Es literalmente el corazón técnico del Sistema de Producción Toyota.

Lo que sorprende a muchos de los que practican el Justo a Tiempo, es que en él se encuentra un profundo entendimiento y control de la variabilidad.

El Sistema Kanban es parte esencial del Justo a Tiempo y tiene como concepto el permitir sólo partes conformes en el flujo del proceso. Esto no es sólo para proteger al cliente y reducir el costo del Scrap, es para permitir el correcto desempeño de Justo a Tiempo.

El Segundo pilar es el Jidoka. Es una serie de elementos culturales y técnicos que requieren el uso de maquinas y fuerza laboral. Se trata de utilizar a las personas para operar máquinas y hacer que las máquinas auto regulen la Calidad.

Técnicamente, Jidoka utiliza tácticas como Poka yoke (métodos a prueba de errores), Andon (indicadores visuales como luces que indican el estado del proceso - especialmente procesos anormales), y el 100 % de inspección es realizada por la máquina. Como concepto, sólo partes conformes son permitidas en el flujo del proceso. Esto no es sólo para proteger al cliente y reducir el costo del Scrap, es una herramienta de Mejora Continua y es un elemento clave para realizar trabajo de Kanban.

Estos dos pilares o técnicas son la base para lograr el Control de Calidad y el Control de Cantidad. Algunas técnicas muy viejas son utilizadas en el Sistema De Producción Toyota; pero además, algunas con un nuevo giro o algunas técnicas nuevas.

I.IV.IV Técnicas Lean Manufacturing.

Lean Manufacturing está conformada por las siguientes técnicas de trabajo que son sólo algunas y las más representativas.

1. **Mapa de la Cadena de Valor (VSM).** Es la representación grafica de todas las actividades (las de valor agregado y no valor agregado) que se realizan para fabricar un producto y contempla (1) el flujo de material desde la materia prima hasta el producto final, y (2) el flujo de la información desde el requerimiento del cliente hasta la entrega del producto terminado.
2. **5 S's.** Es un sistema para identificar y eliminar desperdicios.
3. **Kaizen (Trabajo Estandarizado).** Es una herramienta que nos ayuda a identificar y eliminar el desperdicio optimizando nuestros productos así como nuestros procesos productivos, administrativos y personales haciendo un uso efectivo de nuestro tiempo, espacio, equipo, materiales y trabajo.
4. **Poka Yoke.** Métodos para mejorar la calidad de los productos y asegurar resultados constantes de los procesos.
5. **Mantenimiento Productivo Total.** Es el método de trabajo donde las áreas de Producción, Mantenimiento, Calidad e Ingeniería trabajan juntas para predecir averías en potencia y proporcionar soluciones permanentes.
6. **Cambios Rápidos (SMED).** Sistema de cambios de herramientas que signifiquen una mayor flexibilidad para el manejo de cambios en la demanda del cliente.
7. **Heijunka.** Control visual del proceso que permita diagnosticar de manera inmediata el status de la producción.
8. **Kan Ban.** Una autorización para realizar trabajos de reabastecimiento de materiales.

(Wilson 2010).

² Ver en el Anexo 5.1 la teoría del VSM para un mejor entendimiento de la herramienta.

I.IV.V Conceptos Clave de Lean Manufacturing:

Se definen tres conceptos claves a seguir y respetar en el Sistema de Producción Lean Manufacturing.

1. Cero Tolerancia al Desperdicio.

- a. Todo el desperdicio innecesario puede ser eliminado.*
- b. Establecimiento simple, el objetivo es la perfección.*

2. Ambiente de Producción Estable.

- a. El producto de más alta calidad puede ser solamente logrado en un ambiente estable. Los problemas son inestabilidades que deben ser resaltados rápidamente y resueltos permanentemente.*
- b. La estandarización, consistencia, predecibilidad y repetibilidad son las metas.*

3. El “jalón” del cliente dirige la Producción.

- a. Un producto solo debe ser construido para cubrir las demandas del cliente. Haga solo lo que el cliente quiere, entréguelo cuando es esperado y con perfecta calidad.*
- b. Este enfoque resulta en el mejor uso de los recursos de la compañía. Que conduce a mayor rentabilidad.*

(Johnson Controls Management System 2010)

I.IV.VI Comparación entre la Empresa tradicional y Empresa Lean Manufacturing.

A continuación se establecen las condiciones de trabajo que se identifican en las empresas:

En la Empresa tradicional; el arreglo de las máquinas, es la clásica en donde se alinean las estaciones de trabajo con un inventario de material en frente y otro después de la estación. Estas líneas no operan en línea, sino como islas. Siempre se enfocan los esfuerzos en maximizar la utilización de la estación de trabajo y el producto es empujado a la siguiente estación.

En la Empresa tradicional; la tasa de producción es determinada por la Dirección, con frecuencia cada estación tiene su propio Plan de trabajo y se produce un modelo a la vez en lotes grandes de producción.

En la Empresa tradicional; los lotes se terminan antes de la fecha planeada, el sistema de Calidad está basado en la inspección normalmente realizada por humanos y los retrabajos son necesarios en el diseño del flujo de proceso.

En la Empresa tradicional; se tiene múltiples modelos, los lotes de producción son grandes aún cuando se utiliza la misma línea. En general la producción por lotes existe ya que se requiere de cambios de herramental.

En la Empresa tradicional; los Sistemas Tradicionales no están diseñados para trabajar con la Mejora Continua y los datos de defectos se emplean principalmente para medir el desempeño o para costos de Calidad.

En la Empresa tradicional; la variación del Tiempo Ciclo no se considera un problema. En la producción tradicional se toma en cuenta el promedio del tiempo ciclo y en relación a los lotes grandes de producción, mientras más tiempo sea mantenido el tiempo ciclo promedio es mejor, existen tableros contadores o relojes que indican si el ritmo de producción es lento y usado como un diagnóstico el supervisor puede determinar que el proceso se debe corregir.

En la Empresa Tradicional la disponibilidad de línea es y el Tiempo Ciclo son no conocidos. Si la Producción se retrasa con respecto de lo planeado, se utiliza el Tiempo Extra o los Envíos Expeditados para cumplir con el Programa de Producción.

Todo lo anterior es muy diferente al estilo de trabajo Lean Manufacturing:

En la Empresa Lean Manufacturing; la célula o línea trabaja con un Sistema Pull (traducido al español como Sistema de Jalar), con Balanceo de línea de acuerdo al ³Takt time siguiendo un flujo de una pieza a la vez y con un Sistema Jidoka.

En la Empresa Lean Manufacturing; se utiliza la nivelación de la mezcla de modelos. Se utiliza SMED que se traduce como cambio de herramental en un minuto o cambios rápidos OTC (One Time Change). Un tablero ⁴Heijunka es utilizado para programar la nivelación de los diferentes modelos. El tablero Heijunka está adaptado a un Sistema Kanban.

En la empresa Lean Manufacturing; los esfuerzos se enfocan a proveer Calidad para proteger al Cliente. Sin embargo la Gestión de Calidad va mucho más a fondo, la información de inspección no sólo de atributos, también variables se utilizan para su análisis y la solución de problemas. Los resultados de la solución de problemas es la entrada para el funcionamiento del Sistema Jidoka que se utiliza en todas las estaciones de trabajo y no sólo en la inspección final. También Jidoka es in Sistema de Mejora Continua que trabaja con Poka yokes y ANDON que hace obvios los defectos en la línea.

En una la Empresa Lean Manufacturing; siempre existen esfuerzos por optimizar el tiempo ciclo incluso por reducir la variación del tiempo ciclo. El Promedio y la variación del Tiempo Ciclo son conocidos, entendidos y administrados. Existen herramientas específicas en la línea de producción para señalar si el tiempo ciclo se está cumpliendo o no. Se utiliza el tablero Heijunka que muestra con

³ Es el intervalo de tiempo necesario de cada paso del proceso para así cumplir la demanda del cliente al ritmo del cliente.

⁴ Control visual del proceso que permita diagnosticar de manera inmediata el status de la producción.

transparencia el flujo del proceso y el tiempo ciclo por cada estación de trabajo, cualquier persona puede evaluar como se está comportando el proceso y poder asistir para generar mejoras.

En la Empresa Lean Manufacturing, la disponibilidad de línea se maneja de dos maneras. La Primera es donde los materiales defectuosos o agotamiento de inventarios no son permitidos. La respuesta, es el uso de Kanban. La Segunda es la causa que afecta adversamente la disponibilidad de línea, es comúnmente los paros o tiempos muertos por problemas con equipos. Herramientas como ANDON existen para señalar los problemas pero la herramienta clave para mejorar la disponibilidad es el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

I.IV.VII Resumen de los Elementos clave.

A continuación se resume la mayoría de los elementos utilizados en el Sistema de Producción Toyota:

1. Flujos de Producción en células que utilizan Sistema de Jalar.
2. Balanceo de Línea, un flujo muy sincronizado es alcanzable.
3. Producir al ritmo del Takt Time.
4. Implementar Kanban para reducir Inventarios.
5. Mezcla de capacidad y productos nivelada para minimizar el Inventario.
6. Utilizar Stocks Ciclo, Stock ⁵Buffer y Stock de Seguridad para soportar fluctuaciones internas o externas de la demanda.

Toyota tiene un Sistema Integrado de Producción que en resumen son los siguientes conceptos:

- Se entiende completamente lo que el Cliente quiere, el Valor agregado.
- Saber cómo suministrar valor, utilizando un sistema optimizador y olvidando la optimización particular.
- Tener información disponible que les indica cómo está produciendo el sistema.
- Capacidad y estar dispuestos a responder al sistema si no está optimizado.

Toyota entienden el concepto de Mejora Continua y reconocen que su Sistema nunca estará optimizado. Si el Sistema de Producción Toyota es mejorar, éste debe cambiar y evolucionar.

Los fundamentos de Mejora Continua de Toyota se consideran en su proceso de entrenamiento. No solo hay Trabajadores y Supervisores entrenados, además los Proveedores están dispuestos a recibir entrenamiento. Se considera que un minuto que paran, es un minuto para aprender y Mejorar.

⁵ Es la reserva de productos para prevenir la variabilidad de la demanda.

II. Descripción de la Empresa

Inteva Products es una empresa líder en innovación con más de 135 años de experiencia global en diseño, ingeniería, manufactura y ensamble. Las divisiones de la empresa son las siguientes:

- Sistemas de interiores.
- Sistemas de cierre.
- Sistemas de techo.
- Motores y electrónicos.

La infraestructura de Inteva Products alrededor del mundo cuenta con 42 Localidades en 18 países de los 4 continentes.

La producción promedio anual de Inteva Products es la siguiente:

- 41 millones de cerraduras.
- 22 millones de motores y módulos electrónicos.
- 12 millones sistemas elevadores de puertas.
- 7 millones de componentes de interiores.
- 6 millones de módulos de puertas.
- 3 millones de paneles de instrumentos.
- 1.5 millones de módulos para techo.
- 600 mil cabinas.

La mezcla global de productos en 2011 se muestra a continuación. Ver Figura 2.1.

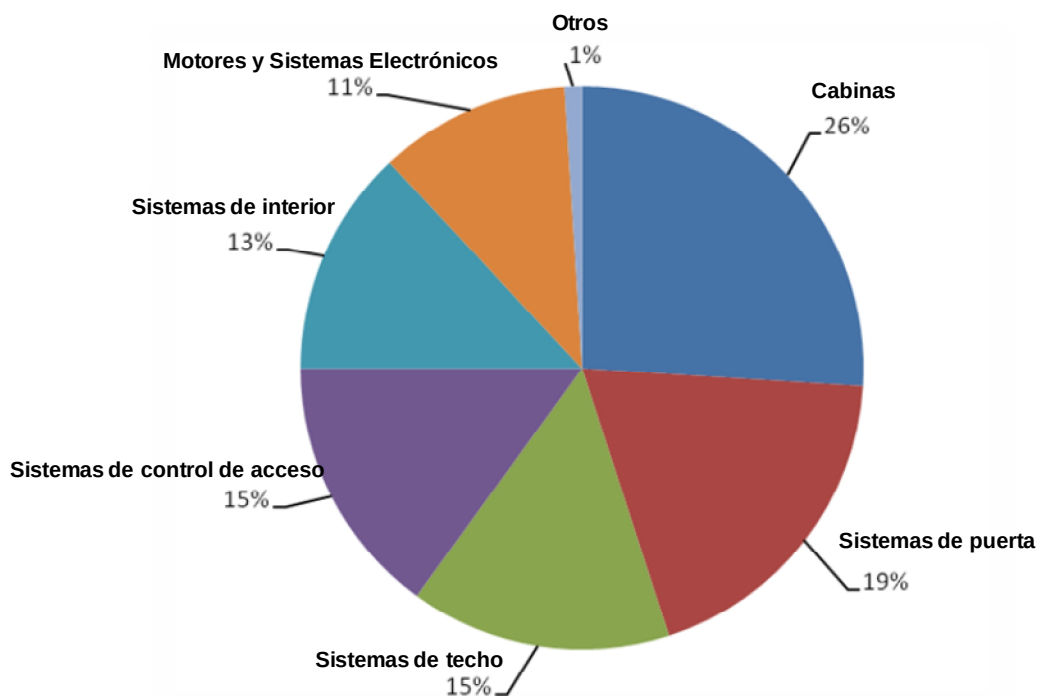


Figura 2.1 Gráfico de la distribución de productos en Inteva Products.

Las Líneas de productos de Sistemas de Interior son las siguientes:

- Sistemas de interior. Ver Figura 2.2.
 - Panel de instrumentos
 - Consolas
 - Guanteras
 - Acabados de interiores
 - Acabados de puertas
- Productos ensamblados y secuenciados. Ver Figura 2.3.
 - Cabezales

- Módulos de cabinas
- Módulos de radiador
- Sub-ensamble de vehículos
- Ensamble de productos



Figura 2.2 Imagen del ensamble de tablero, panel de instrumentos y consola.



Figura 2.3 Imagen de la línea de montaje de cabinas.

Las Líneas de productos de Sistemas de cierre son las siguientes:

- Sistemas de Control y acceso. Ver Figura 2.4.
 - Cerraduras laterales de puerta
 - Cerraduras corredizas de puerta
 - Cerraduras de cajuela

- Cerraduras de compartimentos
- Cerraduras de capo
- Arietes
- Actuadores
- Sistemas de puerta. Ver Figura 2.5.
 - Módulos de puerta
 - Reguladores de ventana
 - Picaportes de puerta
 - Cables
 - Acabados de puerta



Figura 2.4 Imagen de los módulos de apertura y cerraduras.



Figura 2.5 Imágenes de un sistema de elevador de cristal y panel de puertas

Las Líneas de Sistemas de techo son las siguientes:

- Quema cocos de inclinación y deslizamiento
 - Sistemas Estándar
 - Sistemas Premium
 - Sistemas Modulares
- Quema cocos panorámico. Ver Figura 2.6.
 - Sistemas de techo de alerón
 - Sistemas de paneles múltiples
- Módulos de techo. Ver Figura 2.7.
 - Módulos de techo LFI
 - Módulos de techo de vidrio
 - Encapsulado/Modelos de techo Unidos

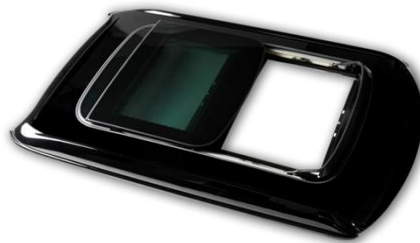


Figura 2.6 Imagen del quemacocos panorámico.



Figura 2.7 Imagen de un quemacocos de techo completo.

Las Líneas de Motores y Sistemas electrónicos son las siguientes:

- Motores. Ver Figura 2.8.
 - Motores de elevadores de puertas
 - Motores de Quema cocos
 - Motores de rollo para sombra
- Electrónicos. Ver Figura 2.9.
 - Módulos electrónicos de puerta
 - Sistemas integrados anti-apriete



Figura 2.8 Imagen de motor eléctrico utilizado en elevadores de cristales de puerta y quemacocos.



Figura 2.9 Imagen de módulos electrónicos.

La Planta Inteva Products en su localidad de Puebla México; tiene operaciones para ensamble de Quemacocos y Sistemas elevadores de cristal.

Abajo en la figura la distribución de las operaciones por cliente. Ver Figura 2.10.



Figura 2.10 Gráfico sobre la distribución de la capacidad de producción por cliente.

Inteva Products está comprometida con el más alto estándar de Calidad mientras cumple con todos los requerimientos y expectativas del cliente. Se enfoca en el cumplimiento total hacia la Mejora Continua de los productos, sistemas y de la compañía.

III. Desarrollo del trabajo

III.I Diagnóstico de la situación actual

Se realizó un recorrido por el Proceso de Producción para levantar evidencia de la situación actual. El objetivo del recorrido es identificar desperdicios a lo largo del flujo de materiales y durante el proceso de transformación para obtener un producto terminado.

El recorrido en la empresa se realiza desde el área de embarques hasta el recibo de materiales con el Objetivo de identificar áreas de oportunidad para aplicar los principios de Lean Manufacturing.

Para cada hallazgo se implementarán o sugerirán mejoras; sin embargo, no todas tienen un impacto al logro de los Objetivos establecidos para éste proyecto. Se realiza un comentario al respecto en cada implementación de Mejora para clarificar si la misma impacta o no al logro de los Objetivos.

Se decide incluir dichas mejoras aunque no den impacto a los Objetivos de presente trabajo para demostrar que en el caso de cada desperdicio existe una técnica de Lean Manufacturing que ayudará a eliminarlo.

Se citan de nuevo los Objetivos para recordar el Alcance del Proyecto.

Objetivo:

Aplicar el Sistema Lean Manufacturing para conseguir:

- 1. Alcanzar la meta de eficiencia del 85%.**
- 2. Alcanzar la meta de Scrap del 1%.**

Lo anterior corresponde a los Objetivos de la Línea Tilt & Slide.

De acuerdo a los siete desperdicios se determina lo siguiente:

1. Transporte

El manejo múltiple de materiales es un desperdicio, se debe disminuir al máximo el mismo.

Impacto: No impacta al logro de los Objetivos.

Hallazgo: El manejo de materiales se realiza por medio de montacargas y por los almacenistas con ayuda de carrito o sin ellos.

Se observa que durante el traslado se genera manejo inadecuado que daña los componentes. El material que el almacenista traslada a la Línea de producción es un sello de agua que al arrastrarlo lo dañará y provoca un problema de Calidad. Las consecuencias van desde un retrabajo hasta un reclamo de campo con los costos consecuenciales que esto implica. Ver figura 3.1.

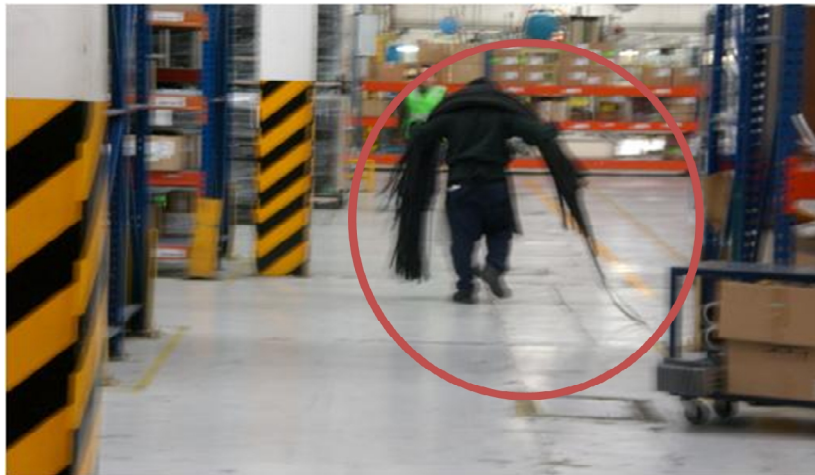


Figura 3.1 El almacenista transporta sellos que arrastran y se dañan.

Hallazgo: El manejo de materiales desde el Almacén hasta el punto de uso, también se realiza con montacargas aún cuando el material no sea lo suficientemente pesado que justifique el uso del montacargas. El uso injustificado del montacargas es un desperdicio.

Hallazgo: El producto terminado se mueve por medio de un montacargas que se traslada vacío desde el Almacén hasta el punto de uso; realiza movimientos en la Línea y traslada los racks de producto terminado al Almacén de Producto Terminado. El recorrido que realiza el montacargas del Almacén a la Línea es un desperdicio ya que no mueve materiales. Ver Figura 3.2.



Figura 3.2 El montacargas maniobra para mover racks de producto terminado.

Propuesta de Mejora: La solución propuesta es implementar el Sistema Kanban.

- a) Es necesario realizar el análisis del tamaño óptimo de máximos y mínimos en cada punto de uso de la Línea.
- b) Se debe tomar en cuenta los espacios disponibles en la Línea para instalar Supermercados de materiales.
- c) Diseño y desarrollo de dispositivos para el movimiento de componentes y producto terminado con los cuales se elimine el uso de montacargas. En específico carros con ruedas y un tractor para el suministro de materiales y traslado de producto Terminado.

2. Inventario excesivo

El tener materiales en exceso en el punto de uso es un desperdicio.

Impacto: No impacta al logro de los Objetivos.

Hallazgo: El departamento de Logística determina el mínimo de materiales por operación con base en la experiencia y con el Objetivo de tener siempre disponible el material en cada Operación

Hallazgo: En la estación 40 Ensamble de Conectores; se observa que tienen exceso de cinta doble cara con la que se fija el sello. Ver Figura 3.3.



Figura 3.3. En la estación 40 tienen más cinta doble cara de la que se necesita en dos turnos.

Propuesta de Mejora: La solución propuesta es implementar el Sistema Kan ban.

- a) Es necesario realizar el análisis del tamaño óptimo de máximos y mínimos en cada punto de uso de la Línea.
- b) Se debe tomar en cuenta los espacios disponibles en la Línea para instalar Supermercados de materiales.

3. Movimiento

El movimiento de componentes o sub-ensambles en las Operaciones es desperdicio.

Impacto: No. impacta al logro de los Objetivos.

El movimiento causa desorganización en la estación de trabajo que genera falta de atención por parte del operador en el correcto ensamble que es lo principal.

El lay out se torna deficiente ya que se utiliza mayor superficie para lograr ese movimiento del operador en la estación de trabajo.

Se genera una secuencia deficiente que no ayuda a establecer one piece flow (El flujo de una sola pieza).

Hallazgo: En la Operación 10 de Toxeado, el operador realiza el traspaleo de rieles de los racks colocados a un costado de la operación hacia la máquina para generar un stock de componentes que le eviten trasladarse cada ciclo hasta los racks. Ver Figura 3.4.



Figura 3.4. El operador traspalea los rieles del rack a la máquina.

Propuesta de Mejora: Implementar Trabajo Estandarizado en cada operación y mejorar el Lay-out.

- a) Desarrollo de Gráficas de Trabajo Estandarizado en cada Operación para obtener el antes y después.
- b) Implementar estanterías y dispensadores de materiales accionados por gravedad.
- c) Implementar ayudas visuales en la estación de trabajo y Poca yokes para optimizar el tiempo de operación.

4. Espera

El esperar por material, ciclo máquina, falla mecánica, siguiente proceso, cambio de instrucciones, entre otros son desperdicio.

Impacto: No impacta al logro de los Objetivos.

Hallazgo: La línea para por falta de cristales en la operación 70 de Ensamble de cristal. El suministro de cristales en ocasiones se convierte en el cuello de botella; no se tiene control de dicho proceso. Ver Figura 3.5.



Figura 3.5. Los operadores esperan por cristales para continuar ensamblando.

Propuesta de Mejora: Desarrollo de Proyecto Six Sigma para reducir el tiempo de ciclo del Proceso de encapsulado y Curvatura de cristales.

- a) Aplicar el proceso ⁶DMAIC; el Objetivo será el eliminar tiempos de proceso innecesarios en encapsulado.
- b) Desarrollo de Gráficas de Trabajo Estandarizado en cada Operación para obtener el antes y después.
- c) Implementar ayudas visuales en la estación de trabajo y Poca yokes para optimizar el tiempo de operación.

5. Over production / Sobre producción

Producir más de lo requerido es desperdicio.

Impacto: Sí impacta al logro de los Objetivos.

Hallazgo : En la operación 20 del Ensamble de mecánicas se ensamblan dos piezas por adelantado mientras se realiza el Set up de máquina en la operación 30 Soldado de boquillas. Las piezas son colocadas en el suelo poniendo en riesgo la integridad del ensamble. Ver Figura 3.6.



Figura 3.6 Dos sub-ensambles son colocados en el suelo esperando la próxima operación.

Hallazgo : En la Operación 20-1 se sub ensamblan por adelantado mecánicas mientras espera a la Operación 20-2 a que termine su ciclo. Ver Figura 3.7.

⁶ Proceso Six Sima que consta de las etapas Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.



Figura 3.7 El operador realiza un stock de sub-ensambles durante el tiempo muerto.

Propuesta de Mejora: Desarrollar Trabajo estandarizado de cada Operación y realizar el Balanceo de Línea.

- a) Desarrollo de Gráficas de Trabajo Estandarizado en cada Operación para obtener el antes y después.
- b) Realizar Balanceo de Línea para lograr el Tak time.

6. Over processing / Sobre procesamiento

Hacer más de lo que pide la especificación es desperdicio.

Impacto: Sí tiene impacto al logro de los Objetivos.

Hallazgo: En la operación 90 Cabina de ruido, el operador limpia en repetidas ocasiones el exceso de grasa que se encuentra en los rieles. La presencia de grasa es normal dado que es el lubricante de las partes móviles. Los rieles no son parte de vista, el usuario final nunca se dará cuenta de tal exceso de grasa. Ver Figura 3.8.

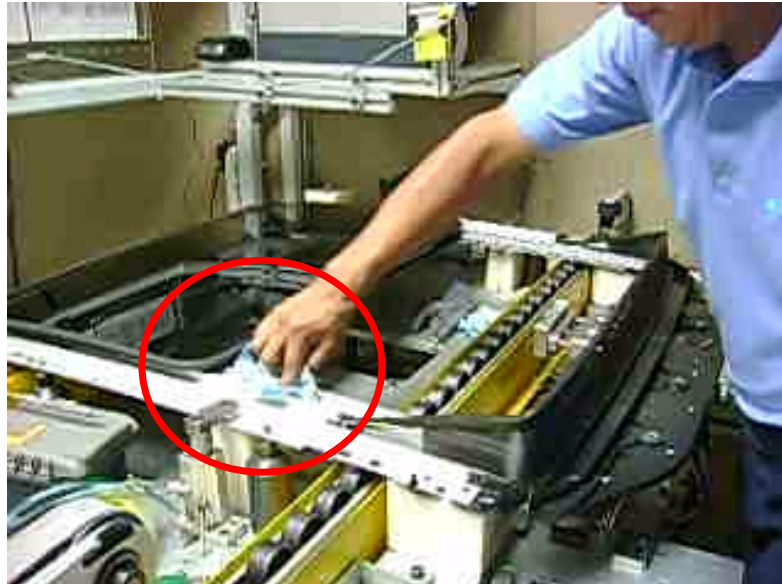


Figura 3.8 El operador limpia el exceso de grasa en una zona que no afecta al cliente.

Propuesta de Mejora: Desarrollar Trabajo estandarizado de cada Operación y realizar el Balanceo de Línea.

- a) Desarrollo de Gráficas de Trabajo Estandarizado en cada Operación para obtener el antes y después.
- b) Realizar Balanceo de Línea para lograr el Takt time.

7. Defectos

SCRAP y/o retrabajos son desperdicio.

Impacto: Sí tiene impacto al logro de los Objetivos.

Hallazgo: Se analiza la información de SCRAP del periodo Enero-Junio de 2011 para identificar la principal causa del mismo. El SCRAP generado por cortinilla sucia o dañada es la principal causa con el 49 % del total. Ver Figura 3.9.

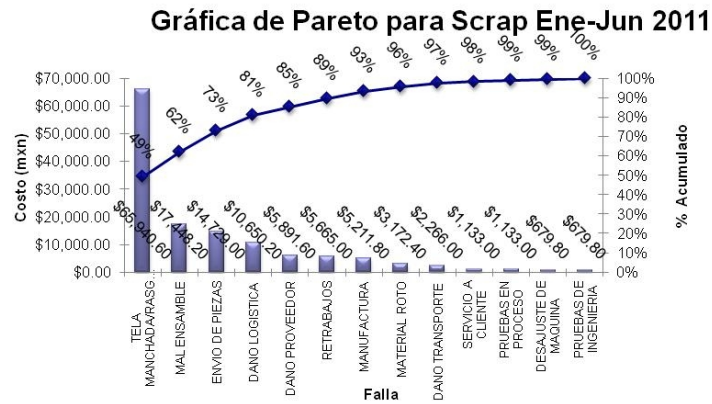


Figura 3.9 Gráfica de Pareto sobre el scrap generado de Enero a Junio 2011.

Propuesta de Mejora: Desarrollar Kaizen para eliminar la causa.

- a) Desarrollar el análisis Causa Efecto.
- b) Documentar Kaizen.

III.II Mapa de Implementación.

El proceso de implementación Lean requiere de una serie de actividades que deben llevarse a cabo de una manera estratégica para lograr el cambio del Ambiente Laboral. Ver Figura 3.10.

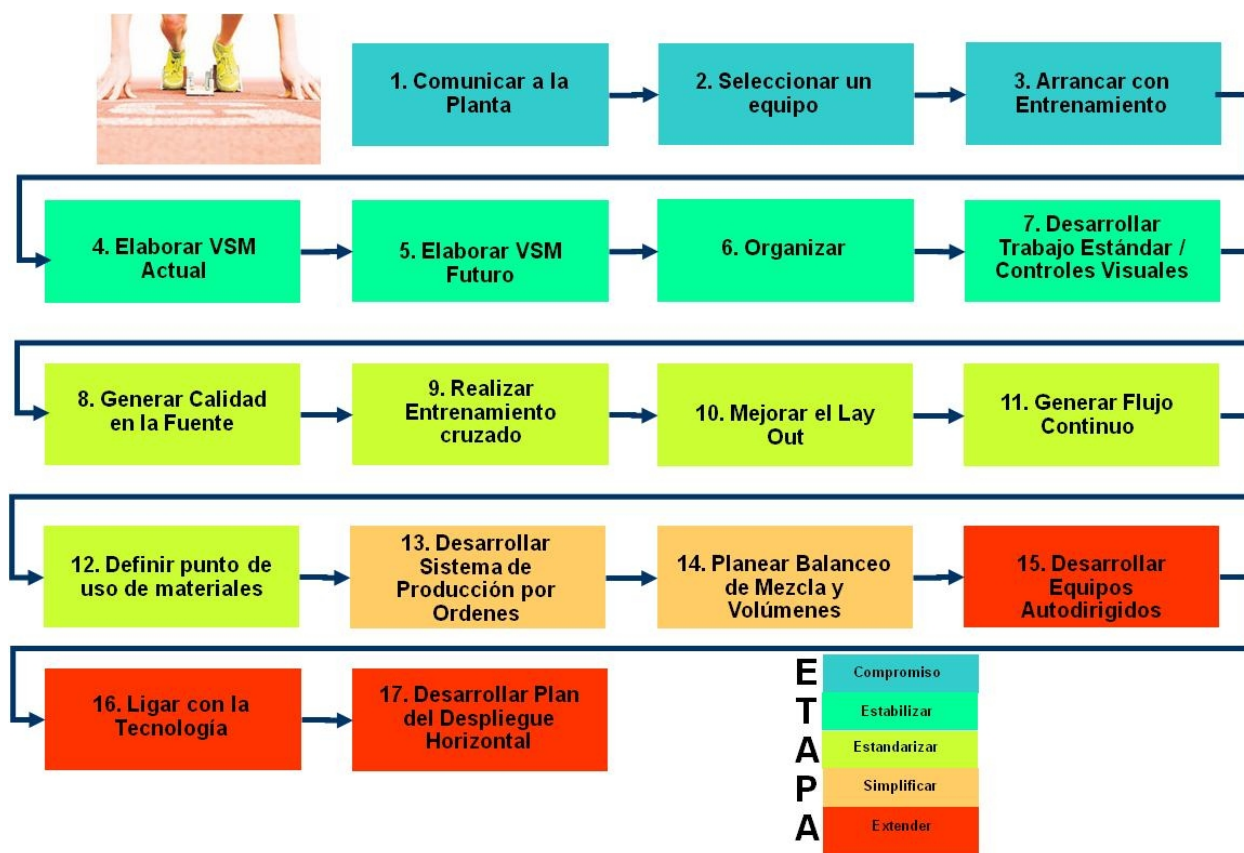


Figura 3.10 Diagrama de flujo sobre las etapas de implementación de Lean Manufacturing.

A continuación se establecen cada una de las Actividades del Proceso de implementación. En cada caso se muestra la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing.

III.II.I Comunicado a la Planta.

El compromiso del cambio es principalmente de la Dirección. La misma debe estar convencida de que las Acciones son encaminadas a lograr la mejora de la Compañía; de tal forma el soporte para la ejecución de todas y cada una de las Actividades será incondicional.

El Comunicado de la Gerencia es el punto de arranque del proceso. Todo el personal debe estar enterado de las Acciones a realizar para comenzar a cambiar la mentalidad de los mismos y predisponerlos a aceptar los cambios.

COMUNICADO

Puebla Pue. a 08 de Febrero 2011.

De acuerdo al Compromiso de Calidad de la Corporación es decisión de la Gerencia General formalizar el Proyecto de Mejora Continua que toma como base el Sistema Lean Manufacturing.

El Proyecto en su etapa Piloto tiene como alcance el Proceso de Manufactura de la Línea Tilt & Slide (Epsilon / Delta) de la Unidad de Negocios de General Motors.

Tilt & Slide es la Línea que se encuentra en una etapa de desarrollo estable sin Nuevos Lanzamientos o Situaciones de Calidad que puedan desviar los esfuerzos encaminados a la alineación del Proceso con los principios de Lean Manufacturing.

Se solicita el total compromiso de los participantes para el logro de los objetivos en tiempo y forma.

Ver adjunto el listado de los integrantes del Equipo de Implementación Lean Manufacturing.

Atentamente: Gerencia General.

III.II.II Seleccionar un equipo

Un equipo multidisciplinario se forma para analizar, planear y ejecutar las actividades.

Equipo de Implementación

Nombre	Puesto	Rol
Eric Ríos	Gerente de UN	Facilitador
Nelson Casiano	Manufactura	Champion
Alejandro Torres	Asesor Externo	Asesoría
Carlos Reyes	Supervisor de Producción	Líder Implementador
Alberto Ruíz	Mantenimiento	Soporte Tecnología
Jorge Bernal	Calidad	Auditor de seguimiento
Marisol Bracamontes	Recursos Humanos/EHS	Entrenamiento
Personal Grupo A	Líder / Operarios	Implementadores
Personal Grupo B	Líder / Operarios	Implementadores
Personal Grupo C	Líder / Operarios	Implementadores

El equipo debe ser capaz de resolver cualquier situación que se presente durante la implementación de actividades dado que pertenecen a todos los departamentos responsables de los diferentes aspectos de la Compañía.

III.II.III Arrancar con Entrenamiento

Se elaboró el material para realizar el Entrenamiento a todo el personal involucrado. Ver Figura 3.11.

Nombre	Tamaño	Tipo
01 Lean Expectations	1,182 KB	Adobe Acrobat Doc...
02 Conceptos Clave	930 KB	Adobe Acrobat Doc...
03 Lean Implementation	529 KB	Adobe Acrobat Doc...
04 Mapa de la cadena de valor VSM	1,364 KB	Adobe Acrobat Doc...
06 5S	1,936 KB	Adobe Acrobat Doc...
07 Kaizen y Trabajo estandarizado	2,352 KB	Adobe Acrobat Doc...
08 Poka Yoke SHW	1,463 KB	Adobe Acrobat Doc...
09 TPM	1,284 KB	Adobe Acrobat Doc...
10 Cambios Rápidos	935 KB	Adobe Acrobat Doc...
13 Heijunka	376 KB	Adobe Acrobat Doc...
14 Kanban	1,844 KB	Adobe Acrobat Doc...
ADN Toyota	318 KB	Adobe Acrobat Doc...
ejercicio dispersión 4.1	130 KB	Adobe Acrobat Doc...
Learnig To See	2,366 KB	Adobe Acrobat Doc...
Machine that Changed the World _ Book Summary	83 KB	Adobe Acrobat Doc...

Figura 3.11 Imagen de los archivos utilizados para el Entrenamiento.

De acuerdo al Cronograma se lleva a cabo el Entrenamiento antes de aplicar algunas de las Herramientas Lean Manufacturing. Ver Figura 3.12.

	Nombre de tarea	Duration	Predecessors	Start	Finish	Late Finish	Finish Slack	% Complete	
17	Material para Entrenamiento	18 days?		Thu 21/04/11	Mon 16/05/11	Mon 16/05/11	0 days?	100%	
18	Conjuntar el material y bibliografía sobre Lean Manufacturing	1 day?	10	Thu 21/04/11	Thu 21/04/11	Thu 21/04/11	0 days?	100%	
19	Elaborar Presentaciones para el entrenamiento del equipo	10 days	18	Fri 22/04/11	Thu 05/05/11	Thu 05/05/11	0 days	100%	
20	Solicitar entrenamiento externo necesario	5 days	19	Fri 06/05/11	Thu 12/05/11	Thu 12/05/11	0 days	100%	
21	Elaborar el Calendario de Entrenamiento	2 days	20	Fri 13/05/11	Mon 16/05/11	Mon 16/05/11	0 days	100%	
22	Elaborar Value Stream Map actual	16 days		Tue 17/05/11	Tue 07/06/11	Tue 07/06/11	0 days	100%	
23	Entrenamiento con el equipo	3 days	21	Tue 17/05/11	Thu 19/05/11	Thu 19/05/11	0 days	100%	
24	Recorrido de diagnóstico en el Proceso	2 days	23	Fri 20/05/11	Mon 23/05/11	Mon 23/05/11	0 days	100%	
25	Elaborar Value Stream Map preliminar	5 days	24	Tue 24/05/11	Mon 30/05/11	Mon 30/05/11	0 days	100%	
26	Elaborar Value Stream Map definitivo	3 days	25	Tue 31/05/11	Thu 02/06/11	Thu 02/06/11	0 days	100%	
27	Presentación de resultados a la Gerencia de Unidad de Negocios GM	3 days	26	Fri 03/06/11	Tue 07/06/11	Tue 07/06/11	0 days	100%	
28	Elaborar Value Stream Map futuro	26 days		Wed 08/06/11	Wed 13/07/11	Wed 13/07/11	0 days	100%	
29	Definir las áreas de oportunidad con base en los desperdicios	5 days	27	Wed 08/06/11	Tue 14/06/11	Tue 14/06/11	0 days	100%	
30	Diseño de mejoras para eliminar desperdicios	10 days	29	Wed 15/06/11	Tue 28/06/11	Tue 28/06/11	0 days	100%	
31	Elaborar Value Stream Map preliminar	5 days	30	Wed 29/06/11	Tue 05/07/11	Tue 05/07/11	0 days	100%	
32	Elaborar Value Stream Map definitivo	3 days	31	Wed 06/07/11	Fri 08/07/11	Fri 08/07/11	0 days	100%	
33	Presentación de resultados a la Gerencia de Unidad de Negocios GM	3 days	32	Mon 11/07/11	Wed 13/07/11	Wed 13/07/11	0 days	100%	
34	Implementar fase de Organización (5 S's)	156 days?		Mon 18/07/11	Mon 20/02/12	Mon 20/02/12	0 days?	26%	
35	Entrenamiento 5 S's	1 day?		Mon 20/02/12	Mon 20/02/12	Mon 20/02/12	0 days?	100%	
36	Capacitación 5's personal operativo y supervisores.	1 day?	33	Mon 20/02/12	Mon 20/02/12	Mon 20/02/12	0 days?	100%	
37	Implementación primera S: Selección (SEIRI)	12 days?		Mon 18/07/11	Tue 02/08/11	Wed 01/02/12	131 days?	80%	
38	Preparación, como y en que lugar se colocara basura o materiales sin u	1 day?	36	Tue 02/08/11	Tue 02/08/11	Tue 02/08/11	0 days?	100%	
39	Reconocer lo innecesario en la línea de producción	1 day?	38	Mon 18/07/11	Mon 18/07/11	Mon 18/07/11	0 days?	100%	
40	Identifique y deseché cosas innecesarias (tarjeta TPM)	1 day?	38	Mon 18/07/11	Mon 18/07/11	Mon 18/07/11	0 days?	100%	
41	Listado de tarjetas TPM (seguimiento)	1 day?	40	Tue 19/07/11	Tue 19/07/11	Tue 19/07/11	0 days?	100%	
42	Listado de tarjetas TPM (seguimiento)	1 day?	41	Wed 20/07/11	Wed 20/07/11	Wed 01/02/12	140 days?	0%	
43	Implementación de segunda S: Orden u Organización (SEITON)	5 days?		Thu 21/07/11	Wed 27/07/11	Wed 08/02/12	140 days?	0%	
44	Ordenar el área donde se van a colocar las cosas	1 day?	42	Thu 21/07/11	Thu 21/07/11	Thu 02/02/12	140 days?	0%	
45	Definir el lugar donde se van a colocar las cosas	1 day?	44	Fri 22/07/11	Fri 22/07/11	Fri 03/02/12	140 days?	0%	
46	Definir la forma de ordenar (forma-como)	1 day?	45	Mon 25/07/11	Mon 25/07/11	Mon 06/02/12	140 days?	0%	

Figura 3.12 Imagen del Plan de Entrenamiento en temas Lean Manufacturing.

III.II.IV Elaborar VSM Actual

A continuación se describe la situación actual del VSM. Figura 3.13.

La representación del proceso se realizó tomando en cuenta el flujo de los rieles de Aluminio que son los componentes sobre los cuales el movimiento de componentes se lleva a cabo.

Actualmente, los rieles del proveedor HITECH son causa de atraso de la producción dado el nivel bajo de calidad. El proveedor debe ser el inicio del cambio que mejore el tiempo de respuesta de la línea.

- a) Los pedidos a proveedores se realizan con base al nivel de stock en el Almacén, es decir se busca siempre mantener dicho nivel. La demanda de los clientes debe ser de seis mese en firme, sin embargo, las variaciones en la misma ocasionan que el nivel de Inventarios sea grande.
- b) El Proceso actual trabaja con base en lotes de producción tratando de correr con la menor cantidad de Cambios de modelo.
- c) El concepto de Takt time lo tienen presente sólo como referencia.
- d) Existen inventarios grandes tanto de componentes como de Producto Terminado. Los inventarios deben ser verificados físicamente.
- e) En la línea de producción existen tiempos de espera entre cada operación.
- f) El Lead time actual es de 10.5 días - el tiempo de valor agregado es 16.5 minutos – se utilizan 11 operadores por turno.

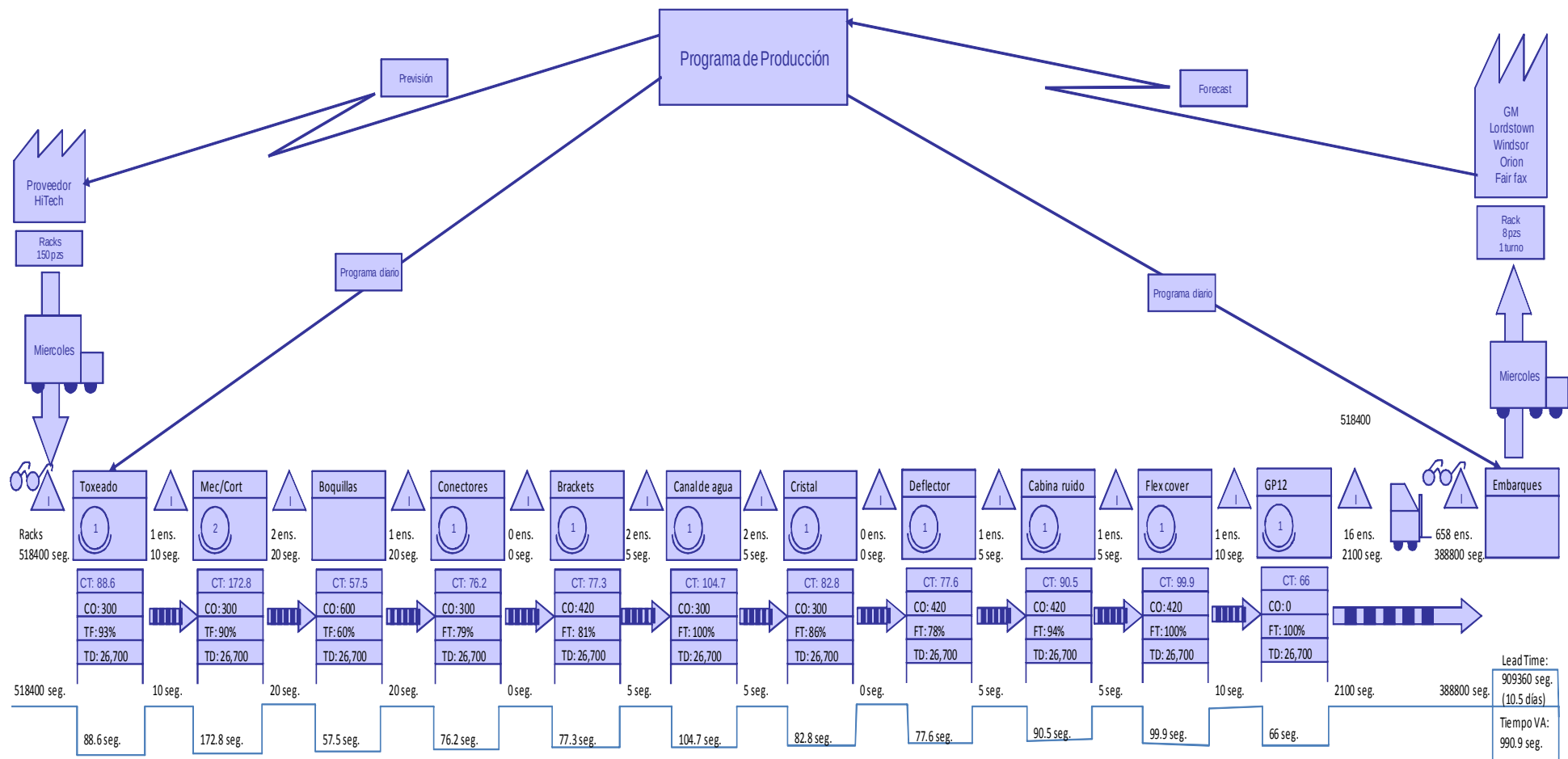


Figura 3.13 Diagrama del Value Stream Map de la situación actual del proceso.

Análisis de tiempos situación actual

El primer paso es analizar la capacidad de la línea. Se toma en cuenta el Takt time para saber si cada operación cumple con el mismo y si la Línea está balanceada. Se observa que varias operaciones no cumplen con el Takt time y por consiguiente la Línea se encuentra desbalanceada. Ver Figura 3.14.

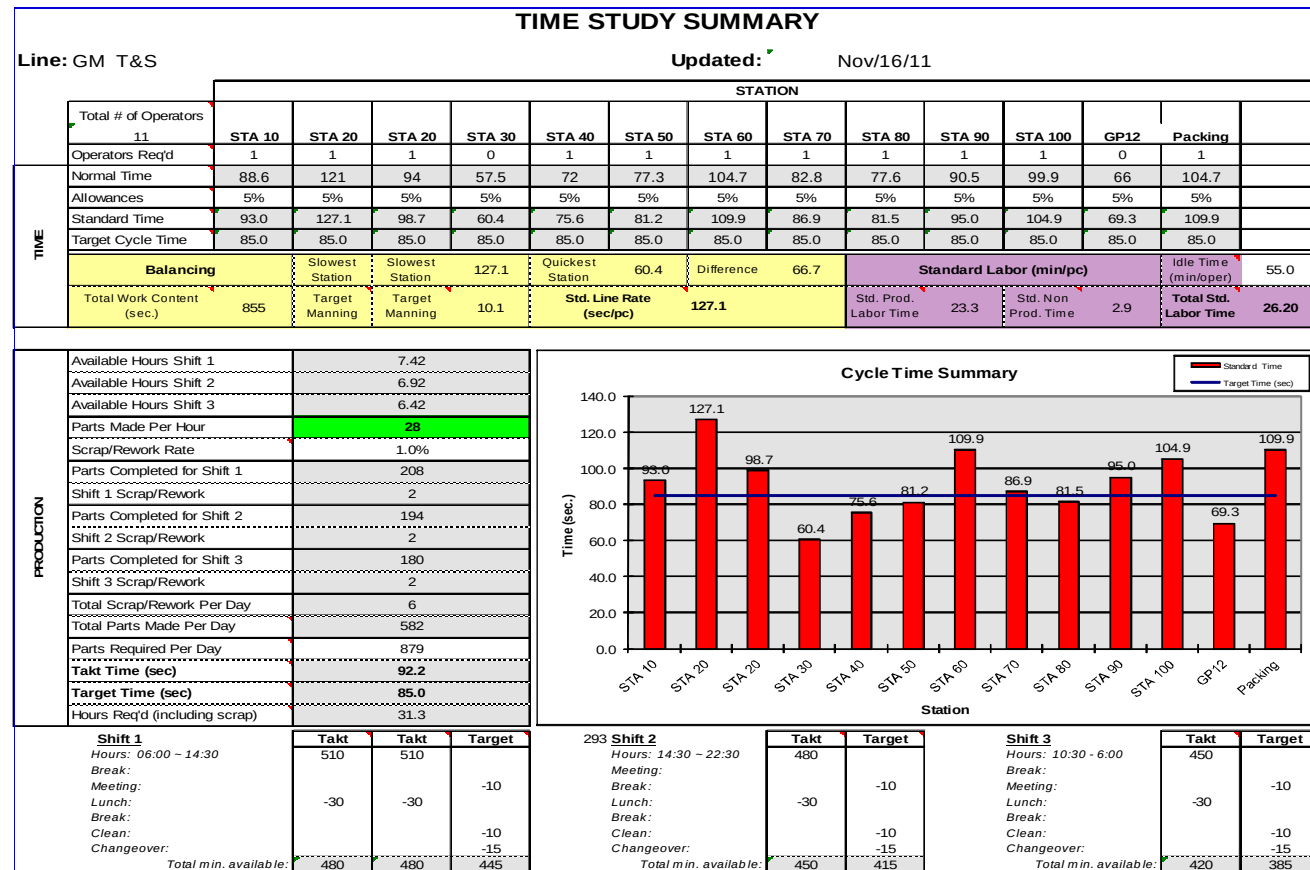


Figura 3.14 Estudio del balanceo de Línea situación actual.

El segundo paso es analizar los tiempos de cada elemento de las Operaciones.

Se consideran las Operaciones 20 y 40 para buscar eliminar una operación por medio de optimizar el tiempo de la Operación 20.

La Operación 20 cuenta con dos operadores, por lo que se divide en Operación 20-1 y 20-2.

La Operación 20-1 genera un stock de sub-ensambles mientras espera por el siguiente frame. Se observa el elemento 8 con un tiempo de 84 segundos. Ver Figura 3.15.

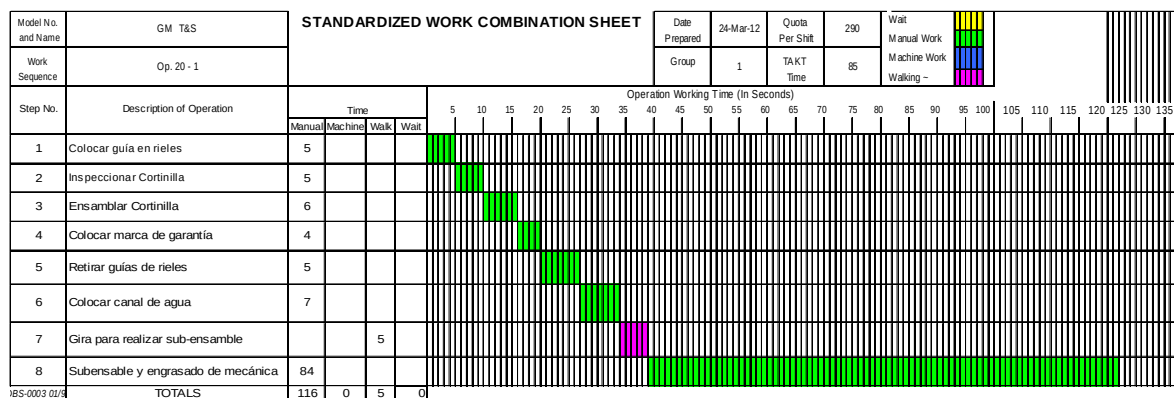


Figura 3.15 Estudio de Trabajo Estandarizado Operación 20-1 situación actual.

La Operación 20-2 se encuentra justa de tiempo. Todas las operaciones se realizan en 94 segundos. Ver Figura 3.16.

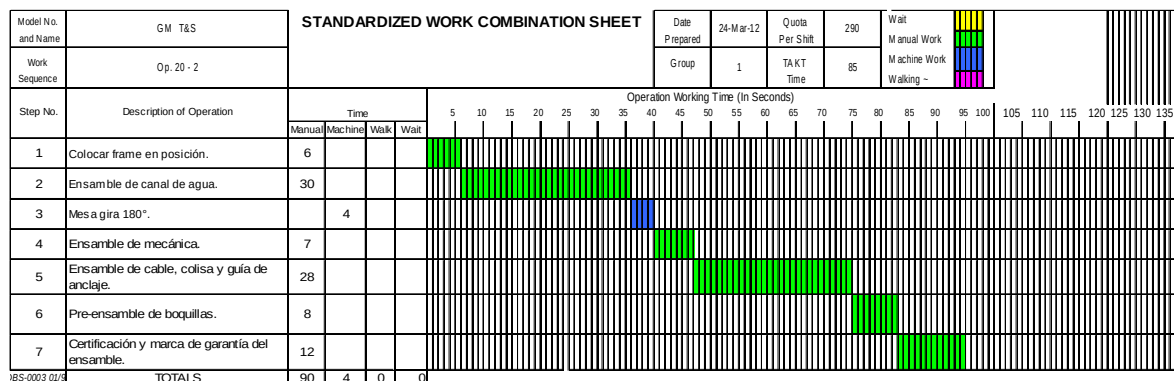


Figura 3.16 Estudio de Trabajo Estandarizado Operación 20-2 situación actual.

La Operación 40 se realiza en 72 segundos. Ver Figura 3.17.

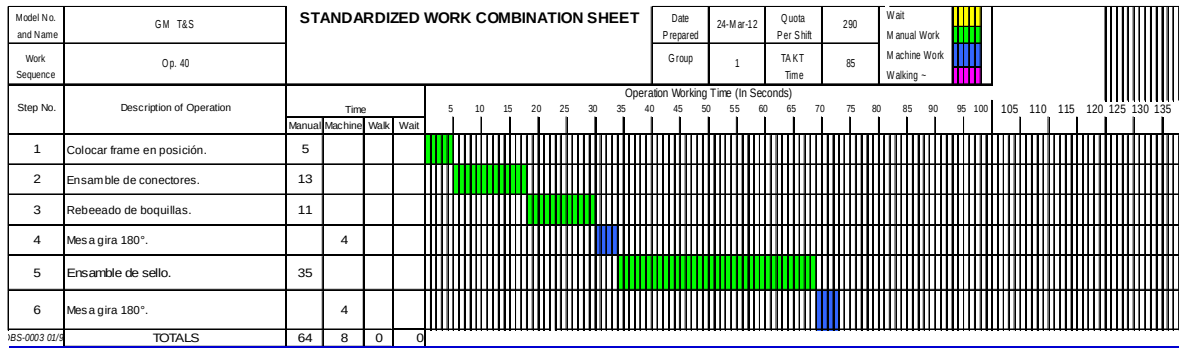


Figura 3.17. Estudio de Trabajo Estandarizado Operación 40 situación actual

Análisis de tiempos situación balanceada

El resultado del análisis es la eliminación de la Operación 40. Las actividades de la Operación 40 se realizan en la Operación 20.

La operación 20 se estandariza en Frontal y Trasera. Con el cambio se elimina el girar el ensamble 180°. Además no se realiza el stock de sub-ensambles de mecánicas, por lo que ese tiempo se utiliza en realizar las actividades de la Operación 40. Ver Figuras 3.18 y 3.19.

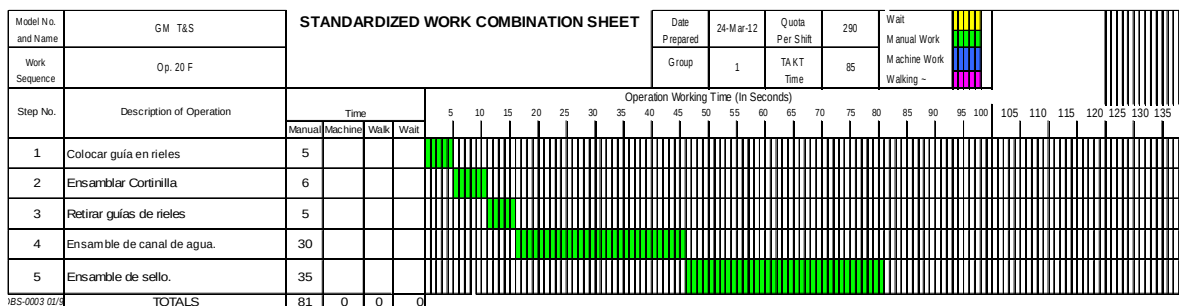


Figura 3.18 Estudio de Trabajo Estandarizado Operación 20 F situación mejorada.

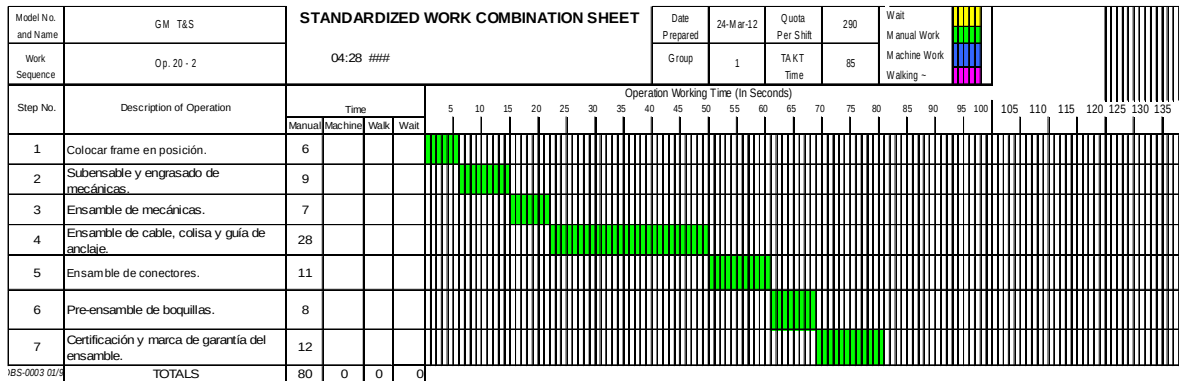


Figura 3.19 Estudio de Trabajo Estandarizado Operación 20 B situación mejorada.

Se realiza el análisis del antes y después para asegurar la correcta distribución de todas las actividades de las tres operaciones. Las dos operaciones resultantes cumplen con el Takt time. Ver Figura 3.20.

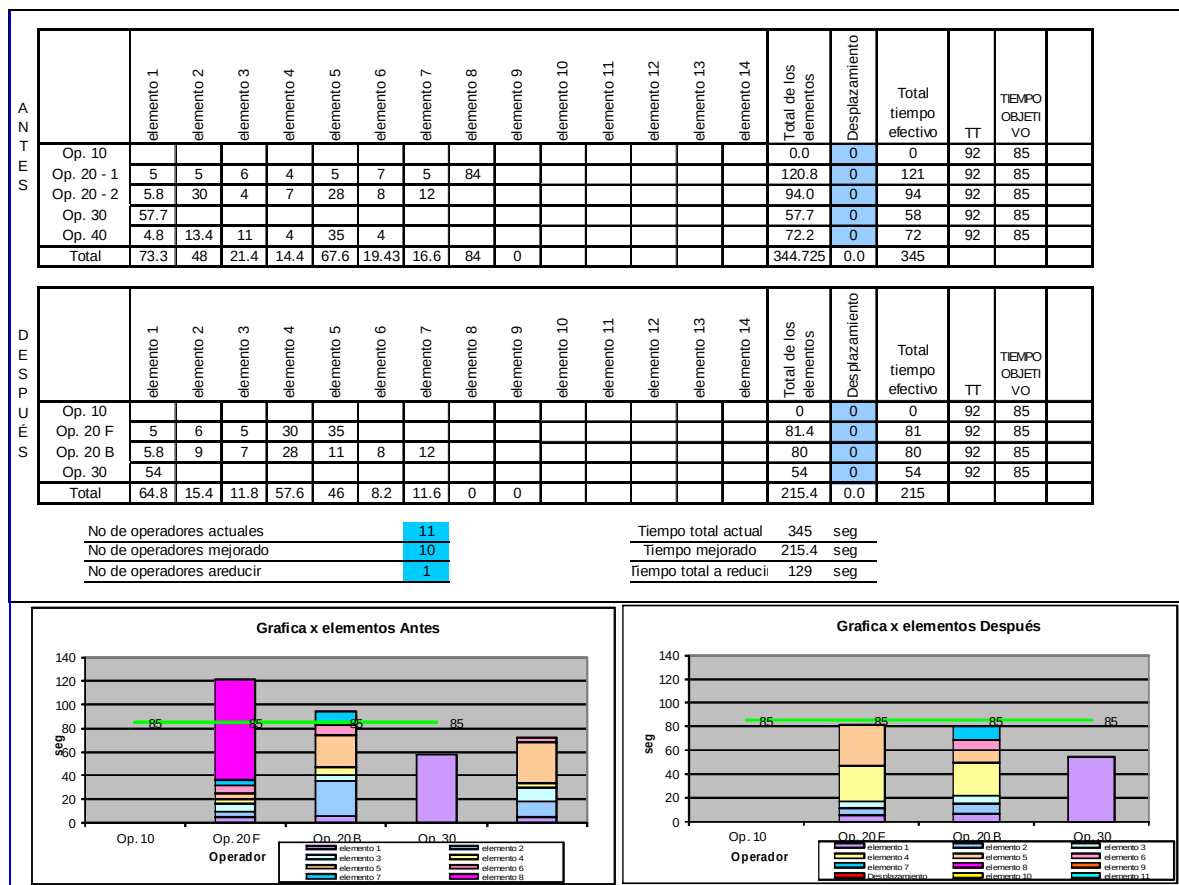


Figura 3.20 Análisis de la situación antes y después del balanceo de Línea.

El resultado del análisis de los elementos de cada Operación es el balanceo de la Línea. Ver Figura 3.21.

Las mejoras realizadas son básicamente el 1) eliminar tiempos muertos, 2) eliminar operaciones que no agregan valor como limpiar y/o retira excesos de butilo y 3) ajustar herramentales para eliminar retrabajos.

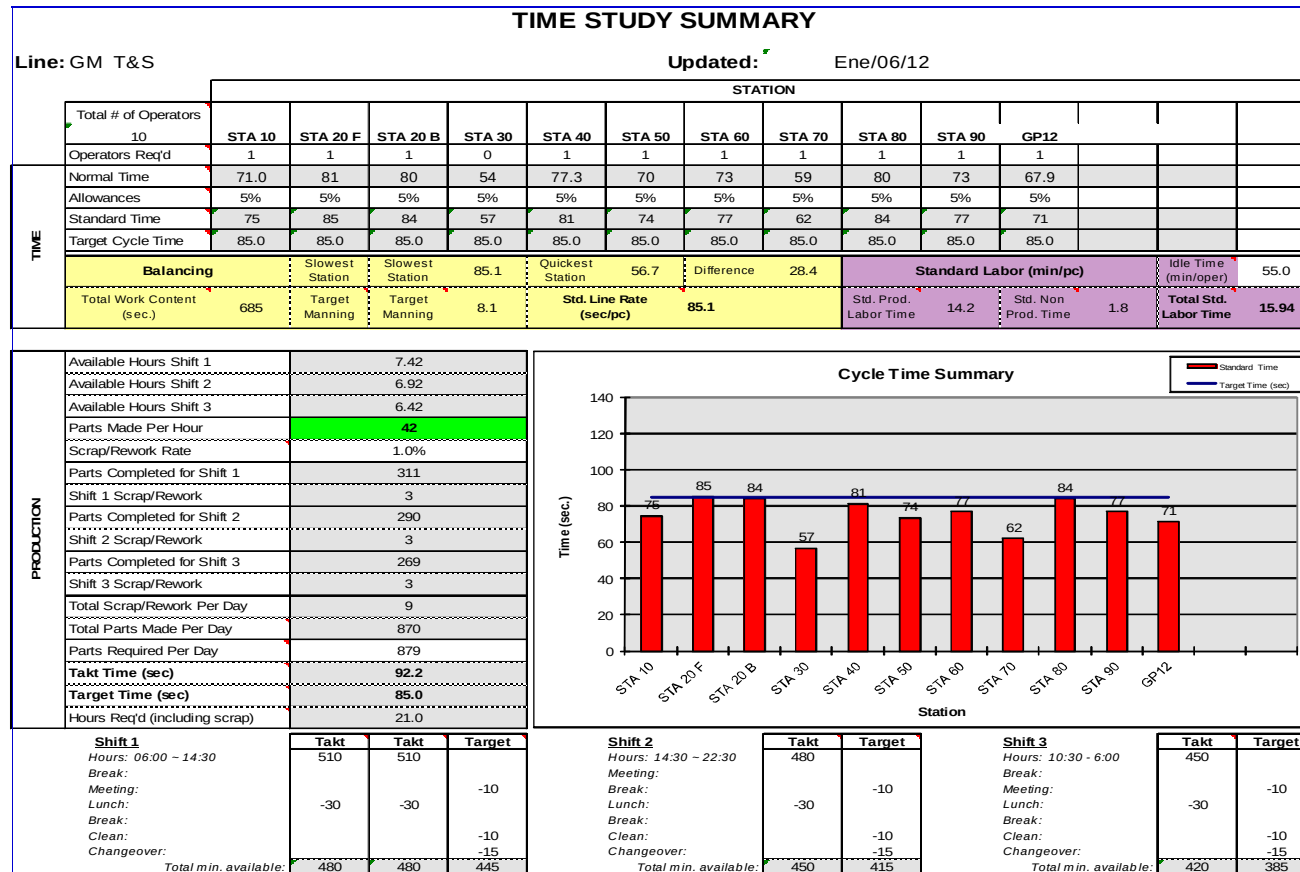


Figura 3.21 Estudio del balanceo de Línea situación mejorada.

III.II.V Elaborar VSM Futuro

El resultado del análisis de los elementos de cada Operación y del balanceo de Línea es una nueva representación del Value Stream Mapping. Ver Figura 3.22.

Se considera la implementación de acuerdo con los siguientes puntos.

- a) La implementación de los cambios se llevarán a cabo en cuatro etapas.
- b) 1ra. Trabajar con proveedores localizados en México para implementar Justo a Tiempo con base en Kanban, producir al ritmo y de acuerdo a lo que jale Inteva. Se mejora el Inventario de 4.5 a 3 días.
- c) 2da. Se redistribuyen los componentes a ensamblar por estación, se balancea la línea, se genera el flujo pieza a pieza y se elimina un operador.
- d) 3ra. Se establece el Supermercado de acuerdo a lo que jala el Cliente y se establece el Sistema Kanban para los embarques.
- e) 4ta. La Programación de la Producción y los embarques se realizan con base en Kanban y con base en lo que jale el Cliente.
- f) El Lead time se reduce de 10.5 a 3 días - el tiempo de valor agregado pasa de 16.5 a 13 minutos – se optimiza la plantilla de personal de 11 a 10 operadores por turno.

La efectividad en la implementación será directamente proporcional al soporte brindado por el Staff gerencial, mandos medios y operadores.

Al final de la implementación el ambiente de trabajo será completamente diferente ya que se trata de una transformación del Proceso. Las áreas implicadas van desde la disposición de materiales hasta la preparación de los embarques.

Análisis Costo-Beneficio

Los costos generados por las modificaciones de la Línea de Producción son las siguientes:

1. Se utiliza a un técnico de mantenimiento por 6 horas extra dobles (se trabaja en sábado para no parar la Línea) para ajuste y puesta a punto de las máquinas en las operaciones 20 y 40.
2. La modificación de la Línea se realiza en 16.5 horas extra dobles (se trabaja en sábado para no parar la Línea), realizada por dos técnicos de mantenimiento y un operador. Se corta la estructura, se realiza movimiento de toxeadora, marcado de área, ajustes y liberación.
3. Se invierte en materiales varios para organización de cableado. Los materiales son conexiones, charolas, cables, etc.
4. Se invierte en una estantería para el Supermercado de materiales que se coloca en el espacio optimizado por la modificación de la Línea de producción. Se utiliza una estantería Lean de material MDC.

El beneficio es dejar de pagar un operador que se elimina por la redistribución de las actividades de las operaciones 20 y 40.

El resultado del Análisis Costo Beneficio nos demuestra que la inversión se recupera en 23 semanas. Ver Figura 3.23.

		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	
Costos																									
Ajustes de máquinas Op. 20 y 40.	Trabajo de 1 técnico de Mantenimiento por 3 horas extras dobles.	157.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Modificar Línea de Producción Op. 10, 20, 30 y 40.	Trabajo de 2 técnicos por 16.5 horas extras dobles.	1729.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trabajo de 1 operador por 16.5 horas extras dobles.	617.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Materiales varios (cable, conectores, charloas, etc).	7000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Estantería Lean de material MDC para supermercado de materiales.	12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total costos		21503.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficios																									
Dejar de pagar el sueldo de un operador.	Sueldo de 1 operador por semana (incluye prestaciones).	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7	953.7
Total		-20549.8	-19596.1	-18642.4	-17688.7	-16735	-15781.3	-14827.6	-13873.9	-12920.2	-11966.5	-11012.8	-10059.1	-9105.4	-8151.7	-7198	-6244.3	-5290.6	-4336.9	-3383.2	-2429.5	-1475.8	-522.1	431.6	

Figura 3.23 Análisis Costo-Beneficio por optimización de Línea de Producción.

III.II.VII Desarrollar Trabajo Estándar / Controles Visuales

El nuevo ambiente laboral (después de la transformación del proceso) debe mantenerse por medio de la estandarización y el aspecto visual. Lo que les recordara en todo momento a los operadores la nueva manera de realizar su trabajo. Se realizará de acuerdo al Plan de implementación. Ver Figura 3.24.

Los principales objetivos:

- a) Herramientas a la mano.
- b) Estaciones de trabajo Organizadas.
- c) Estandarizar las prácticas de trabajo.

Beneficios:

- a) Facilitar el trabajo de operadores multihabilidades.
- b) Cero problemas en caso de ausentismo.

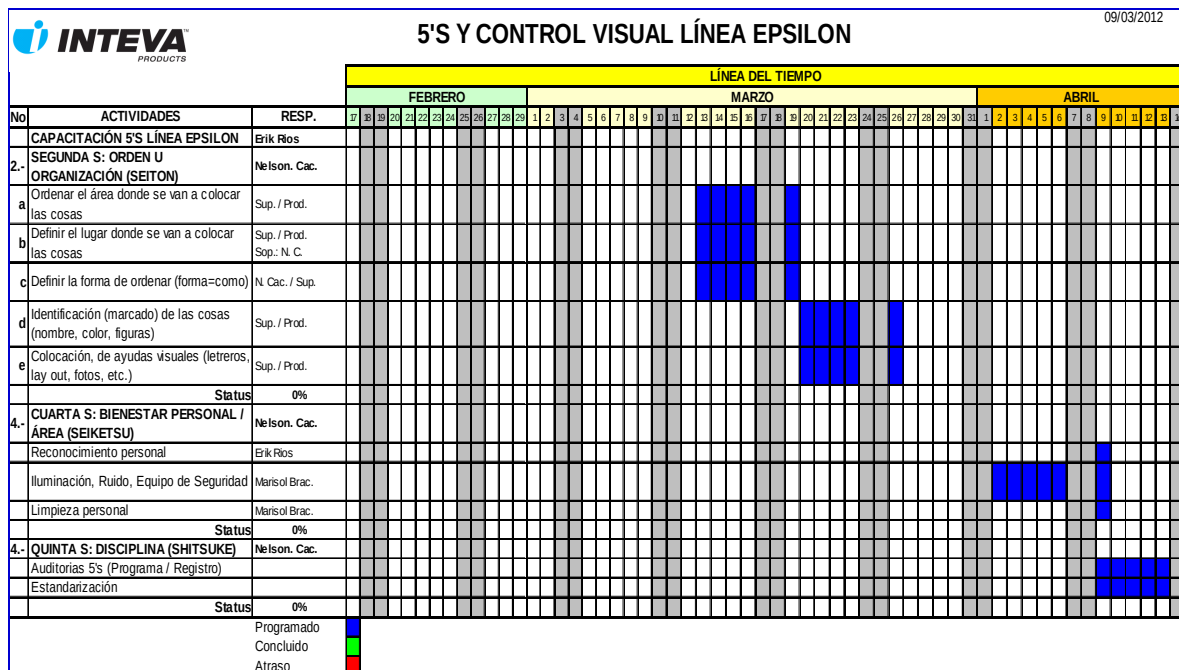


Figura 3.24 Plan de implementación de controles visuales.

III.II.VIII Generar Calidad en la Fuente

Para generar Calidad en la fuente o en el proceso, se analizó la situación actual del Scrap en el periodo Enero-Junio 2011 y de un problema de Calidad en el periodo Mayo-Septiembre 2011.

La solución de los mismos se obtiene de la aplicación de dos eventos Kaizen.

Aplicación Kaizen.

Caso 1 Eliminación Scrap en Cortinillas.

La principal causa es el Scrap por cortinillas con tela manchada o rasgada con el 49 % que son \$65,940.60. Los datos analizados son datos históricos de lo reportado por producción. Ver Figura 3.25.

Gráfica de Pareto para Scrap Ene-Jun 2011

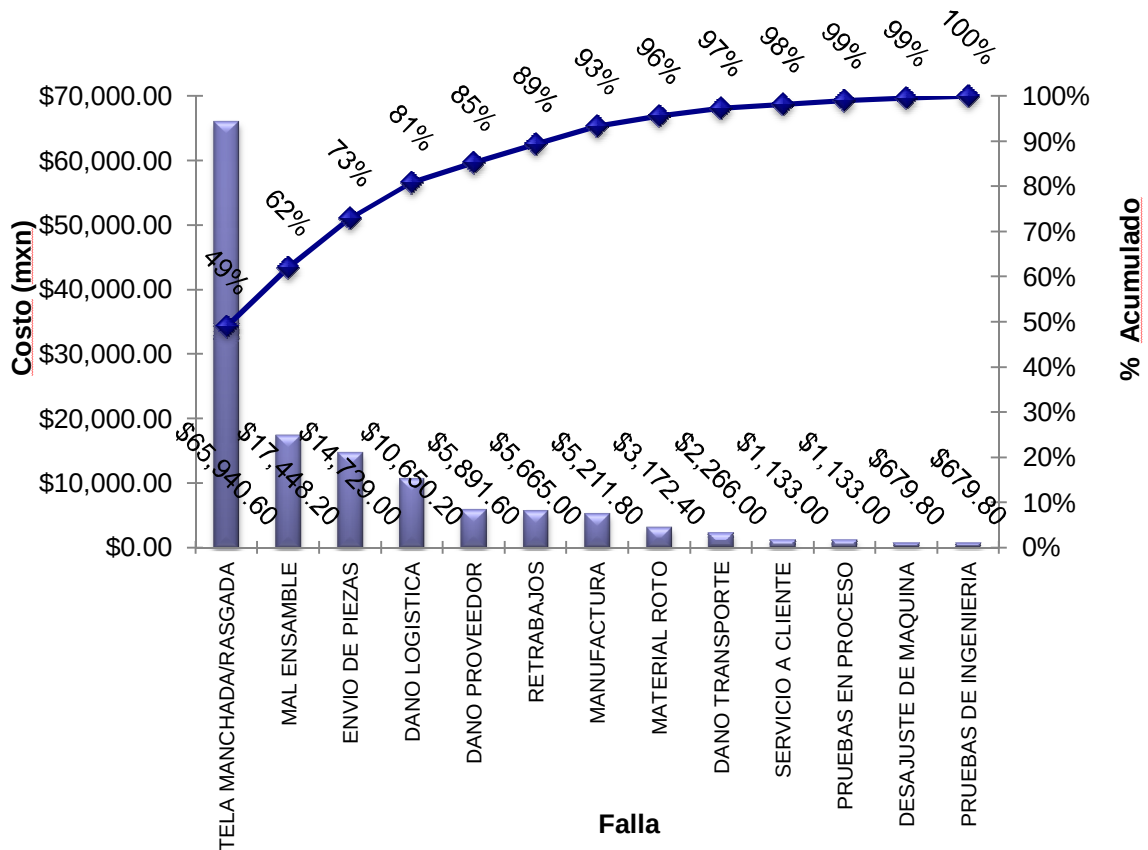


Figura 3.25 Gráfica de Pareto sobre scrap generado de Enero a Junio 2011.

El análisis de la principal causa de Scrap se realiza utilizando el Diagrama Causa- Efecto, se documenta en el formato de Kaizen junto con las Actividades Correctivas y Preventivas así como con las Lecciones aprendidas. Ver Figura 3.26.

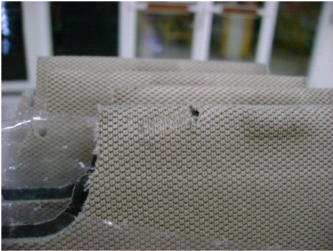
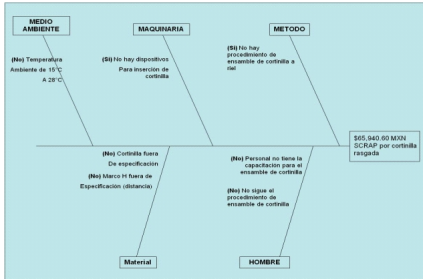
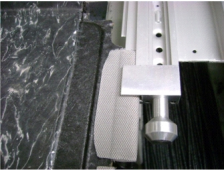
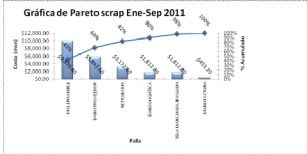
REPORTE DE IMPLEMENTACIÓN KAIZEN															
EQUIPO: Nelson Caciano, Alejandro Torres, Carlos Reyes, Alberto Ruíz, Jorge Bernal, Operadores Operación 50.		PROCESO: Línea de ensamble T & S (GM BU)													
		FECHA: 23.06.2011													
1.- Problema antes del Kaizen		3.- Contramedidas													
Nivel del problema Se analizó la información sobre SCRAP generada desde Enero a la fecha. Ver Pareto Anexo. En el periodo de Enero-Junio 2011; se generaron \$134,600.40 MXN por scrap de diferentes problemas. De acuerdo con el análisis de Pareto, el principal contribuyente es "Tela manchada/rasgada". El monto generado por scrap de cortinillas es de \$65,940.60 MXN que representa el 48.99%.		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Contramedidas propuestas</th> <th style="width: 20%;">Responsable</th> <th style="width: 20%;">Fecha compromiso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acción 1. Fabricación de guías para inserción de Cortinillas.</td> <td>N. Casiano</td> <td>30/06/2011</td> </tr> <tr> <td>2. Elaboración de Procedimiento para inserción de Cortinilla.</td> <td>N. Casiano</td> <td>30/06/2011</td> </tr> <tr> <td>3. Entrenamiento del personal para implementar el nuevo Procedimiento para inserción de Cortinillas.</td> <td>N. Casiano</td> <td>30/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>		Contramedidas propuestas	Responsable	Fecha compromiso	Acción 1. Fabricación de guías para inserción de Cortinillas.	N. Casiano	30/06/2011	2. Elaboración de Procedimiento para inserción de Cortinilla.	N. Casiano	30/06/2011	3. Entrenamiento del personal para implementar el nuevo Procedimiento para inserción de Cortinillas.	N. Casiano	30/06/2011
Contramedidas propuestas	Responsable	Fecha compromiso													
Acción 1. Fabricación de guías para inserción de Cortinillas.	N. Casiano	30/06/2011													
2. Elaboración de Procedimiento para inserción de Cortinilla.	N. Casiano	30/06/2011													
3. Entrenamiento del personal para implementar el nuevo Procedimiento para inserción de Cortinillas.	N. Casiano	30/06/2011													
2.- Causa raíz del problema															
1. No hay dispositivos para inserción de cortinilla. 2. No hay procedimiento de ensamble de cortinilla a riel.															
 															
4.- Resultado esperado		5.- Resultado actual													
Eliminación de scrap por cortinilla rasgada. \$ 0.00 MXN de scrap por cortinilla rasgada.		El costo de Scrap por Cortinilla rasgada se eliminó. En el periodo Julio-Noviembre 2011 se generaron \$1,812.80 MXN por cortinillas manchadas.													
															
		6.- Lecciones aprendidas													
		1. Los operadores realizan el trabajo según lo indicado. 2. Las Instrucciones de Trabajo deben estar bien definidas. 3. Analizar cada operación de acuerdo con el análisis de trabajo estandarizado de acuerdo a los modos de falla potenciales. 4. Utilizar la mayor cantidad de dispositivos a prueba de errores y no dejar que el operador controle la Calidad.													

Figura 3.26 Reporte Kaizen de eliminación scrap por cortinilla rasgada.

La Validación de la efectividad de las Acciones implementadas se muestra en el comportamiento del Scrap en el periodo Julio-Noviembre 2011. Ver Figura 3.27.

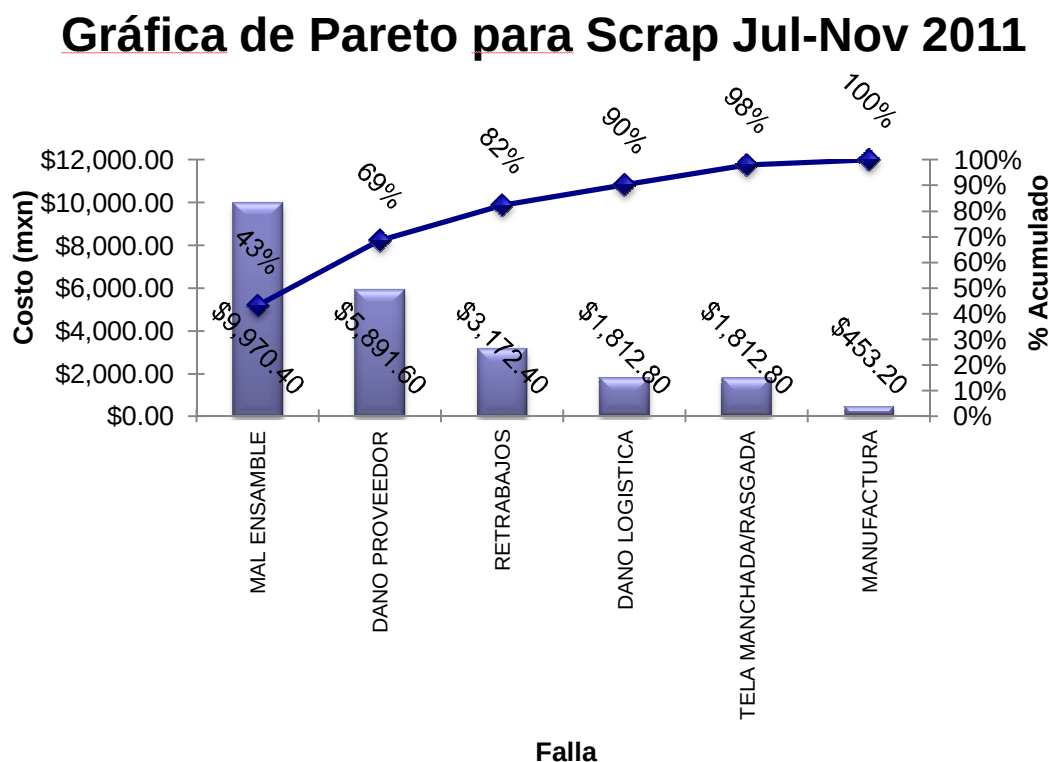


Figura 3.27 Gráfica de Pareto sobre scrap generado de Julio a Noviembre 2011.

El resultado que se puede observar en el comportamiento de la Gráfica en el periodo Julio-Noviembre 2011 es la generación de sólo \$1,812.80 MXN por cortinillas manchadas. Pasó de 49% al 8%.

El porcentaje que continua generándose es debido a manchas en la tela, el personal mancha la tela por el manejo de los componentes al momento del ensamble. El caso de las cortinillas con tela rasgada se elimina por completo.

La mejora no incurre en costos ya que se utiliza al taller interno para la fabricación de las guías de ensamble de cortinilla. Se estima cambiar guías cada año.

Aplicación Kaizen.

Caso 2 Eliminación Fuga de agua.

En el periodo Mayo-Septiembre 2011 se presenta el problema de fuga de agua. Existe riesgo alto de enviar quemacocos con fuga al Cliente.

El comportamiento de la detección de quemacocos con fuga se muestra en las Gráficas de los retrabajos realizados en el periodo Mayo- Septiembre 2011. Ver Figuras 3.28 y 3.29.

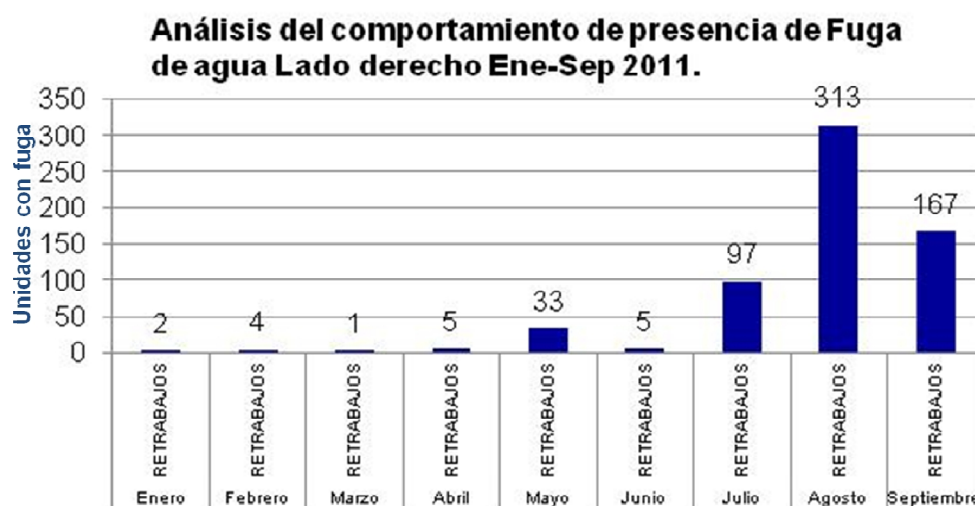


Figura 3.28 Gráfica de retrabajos boquilla derecha por fuga de agua de Enero-Septiembre 2011.

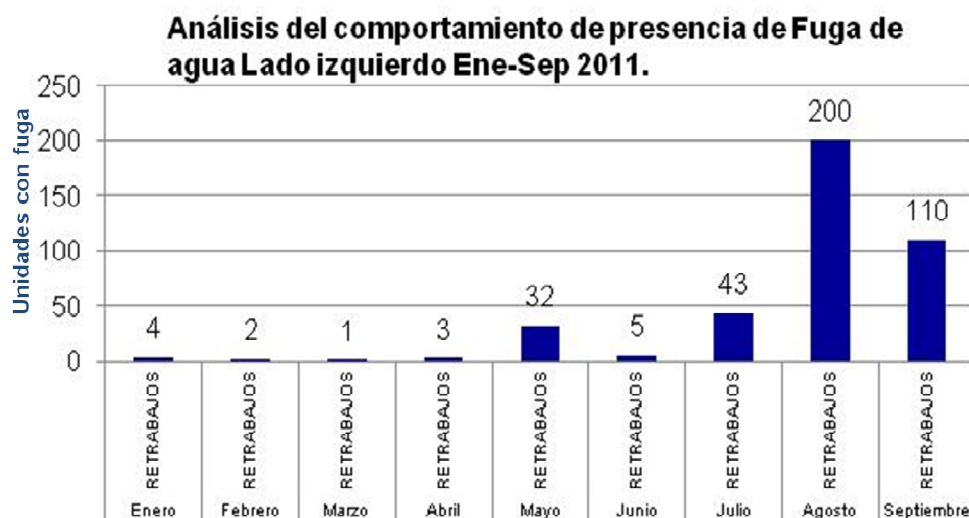


Figura 3.29 Gráfica de retrabajos boquilla izquierda por fuga de agua de Enero-Septiembre 2011.

El análisis del problema de Calidad por fuga de agua se realiza utilizando el Diagrama Causa- Efecto, se documenta en el formato de Kaizen junto con las Actividades Correctivas y Preventivas así como con las Lecciones aprendidas. Ver Figura 3.30.

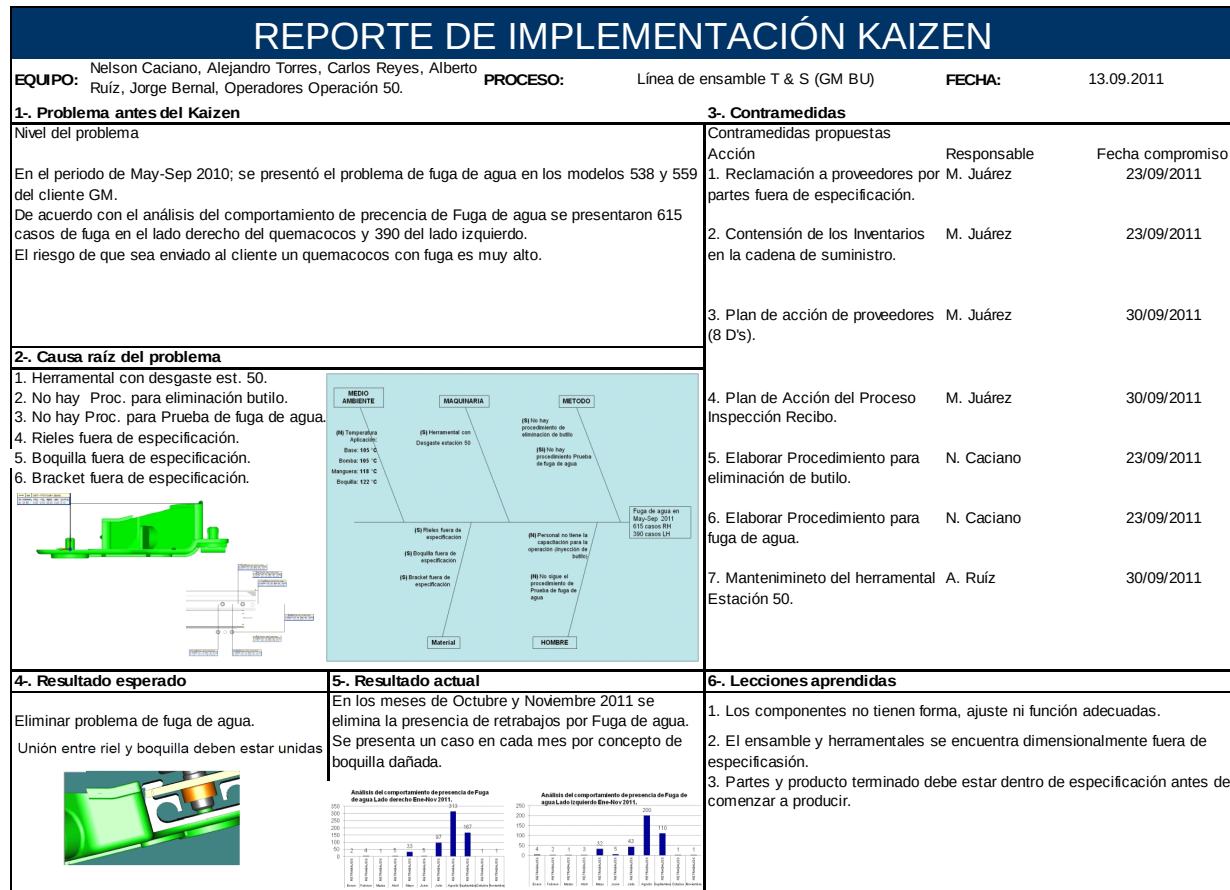


Figura 3.30 Reporte Kaizen sobre la eliminación de scrap por fuga de agua.

La Validación de la efectividad de las Acciones implementadas se muestra en el comportamiento de los retrabajos en el periodo Octubre-Noviembre 2011. Ver Figuras 3.31 y 3.32.

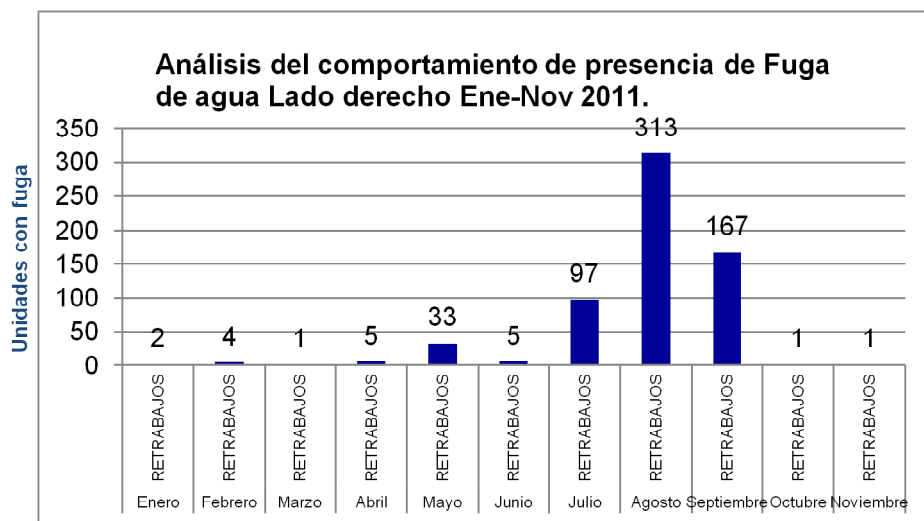


Figura 3.31 Gráfica de retrabajos boquilla derecha por fuga de agua de Enero-Noviembre 2011.

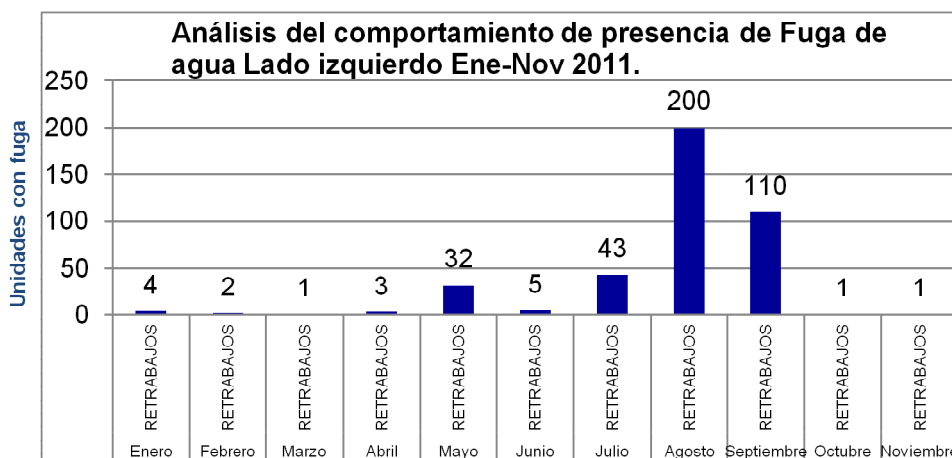


Figura 3.32 Gráfica de retrabajos boquilla izquierda por fuga de agua de Enero-Noviembre 2011.

En los meses de Octubre y Noviembre 2011 se elimina la presencia de retrabajos por Fuga de agua.

Se presenta un caso en cada mes por concepto de boquilla dañada.

La mejora no incurre en costos ya que el juste de máquinas se realiza como parte del Programa de Mantenimiento Preventivo.

III.II.IX Realizar Entrenamiento cruzado

Una vez que le Proceso de Cambio este en marcha, el equipo multidisciplinario debe ser entrenado en la mayoría de las herramientas de Lean Manufacturing.

El Proceso de Entrenamiento formará en cada uno de los integrantes la Cultura de Cambio que mantendrá funcionando el nuevo Proceso de Producción y con lo que se logrará el principal logro de Lean Manufacturing, el Jidoka o Cultura de Mejora Continua. Ver Figura 3.33.



Figura 3.33 Imagen del Programa de Entrenamiento en temas Lean Manufacturing.

III.II.X Mejorar el Lay Out

Análisis de Lay-out situación actual

La situación actual se encuentra con Once estaciones de trabajo con once operadores por turno. Ver Figura 3.34.

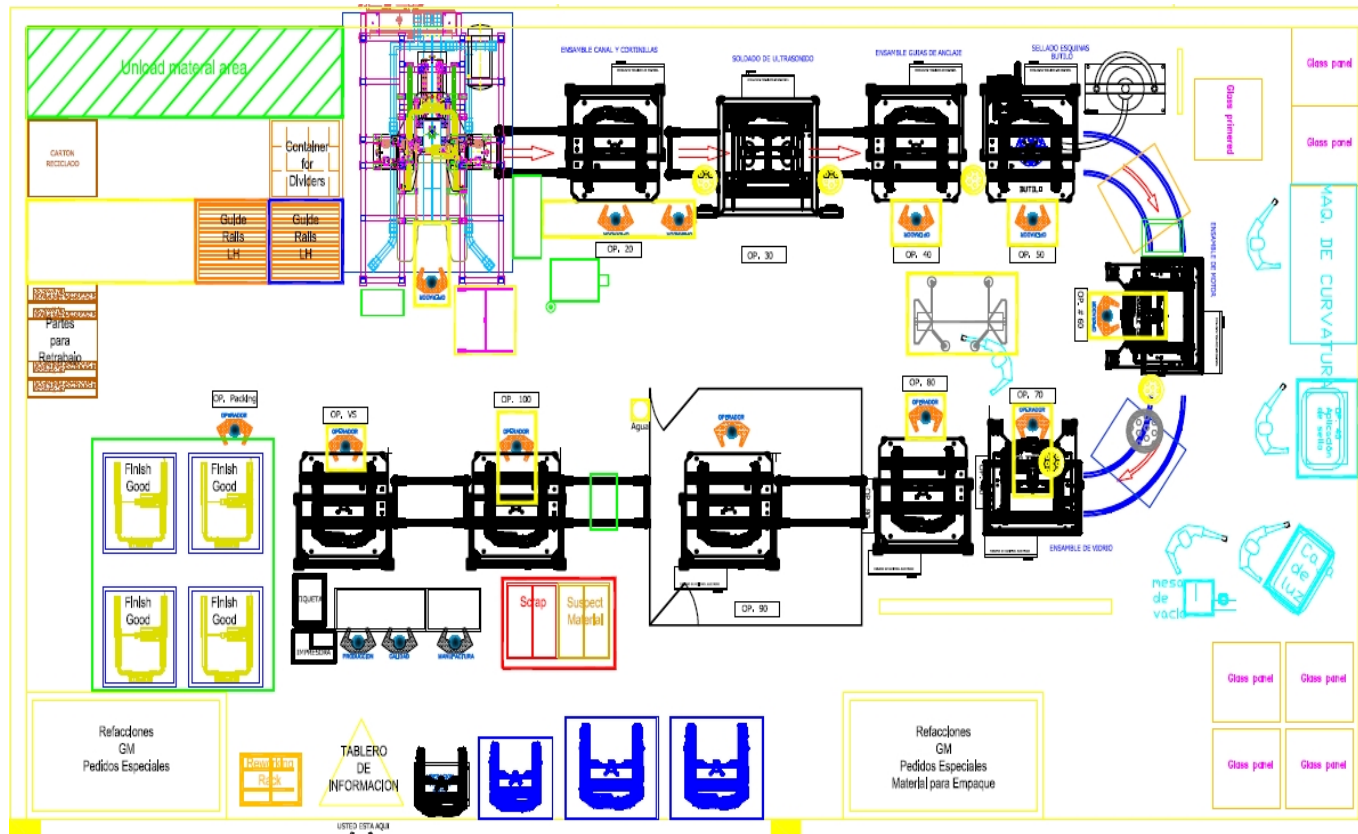


Figura 3.34 Lay-out de la Línea de Producción Épsilon situación actual.

Análisis de Lay-out con redistribución

De acuerdo a los resultados del balanceo de Línea y del trabajo estandarizado se modifica el Lay-out de la misma. Ver Figura 3.35.

Se optimizará a diez estaciones de trabajo con diez operadores.

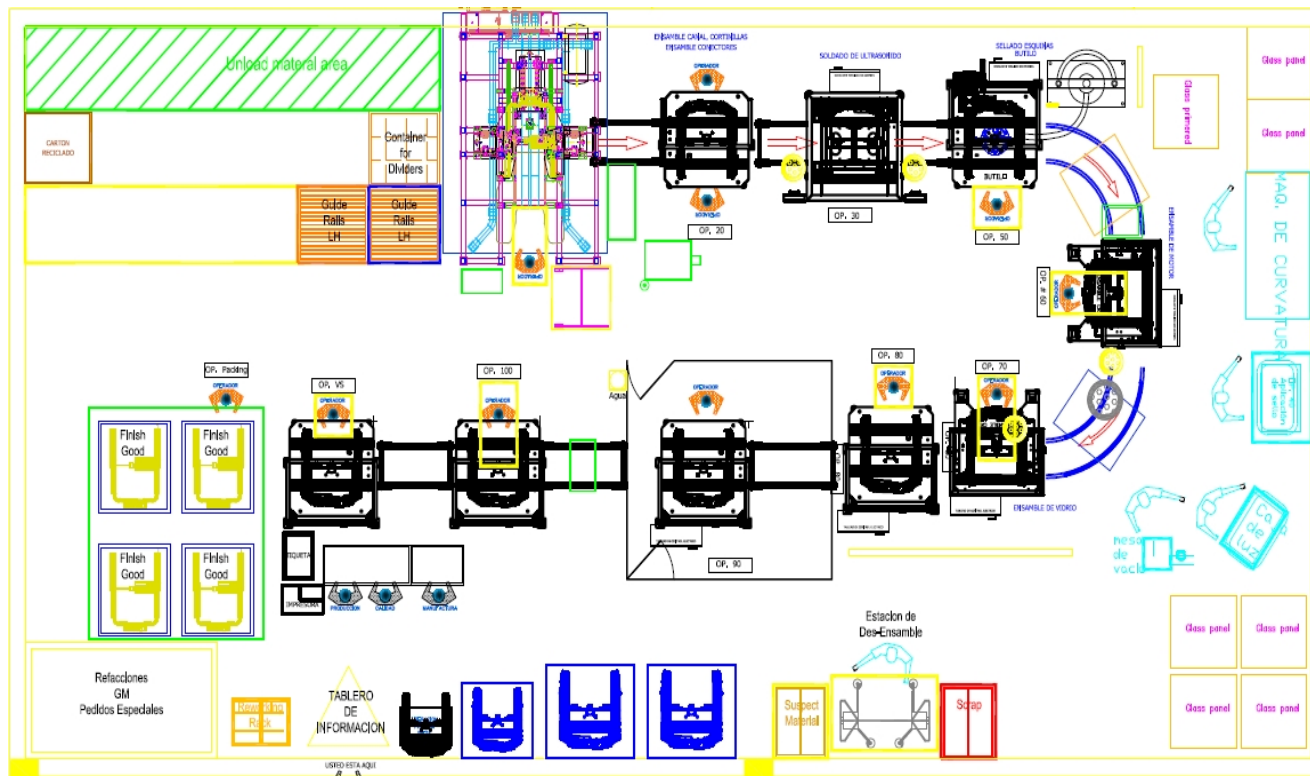


Figura 3.35 Lay-out de la Línea de Producción Épsilon situación mejorada.

III.II.XI Etapas de 11 a 17

Para el resto de las etapas se requiere la participación del equipo multidisciplinario e implementar una a otra todas las etapas. Dado el avance del proyecto, se queda hasta el paso 10 el desarrollo del presente Proyecto.

El mismo continuará su desarrollo de acuerdo a lo dispuesto por la gerencia de la Unidad de Negocios General Motors.

A continuación se mencionan las etapas a desarrollar.

11. Generar Flujo Continuo

12. Definir punto de uso de materiales

13. Desarrollar Sistema de Producción por Ordenes

14. Planear Balanceo de Mezcla y Volúmenes

15. Desarrollar Equipos Autodirigidos

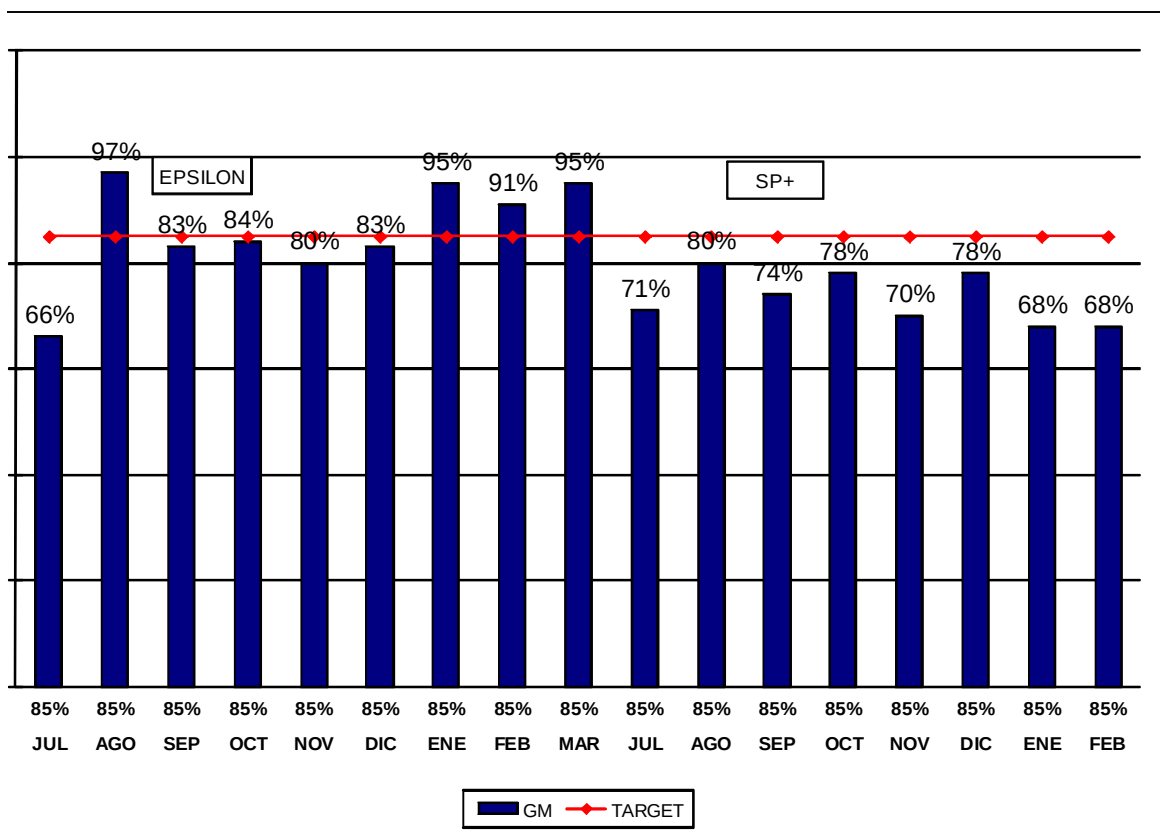
16. Ligar con la Tecnología

IV. Conclusiones

El Proceso de Cambio está en marcha y de acuerdo al soporte por parte de la Dirección se puede apresurar o atrasar.

1. Se consigue el Objetivo de Eficiencia del 85%. En el periodo Enero a Marzo 2012 la eficiencia se encuentra por encima del 85%. Ver Figura 4.1.

EFICIENCIA PUEBLA GM LINEAS DE ENSAMBLE PERIODO JULIO 2011 MARZO 2012



JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
66%	97%	83%	84%	80%	83%	95%	91%	95%	71%	80%	74%	78%	70%	78%	68%	68%	75%



Figura 4.1 Gráfico de eficiencia Julio 2011-Marzo 2012 de la Unidad de negocios General Motors.

2. Se consigue el Objetivo de Scrap de 1%. En el periodo Enero a Marzo el Scrap se encuentra por debajo del 1%. Ver Figura 4.2.

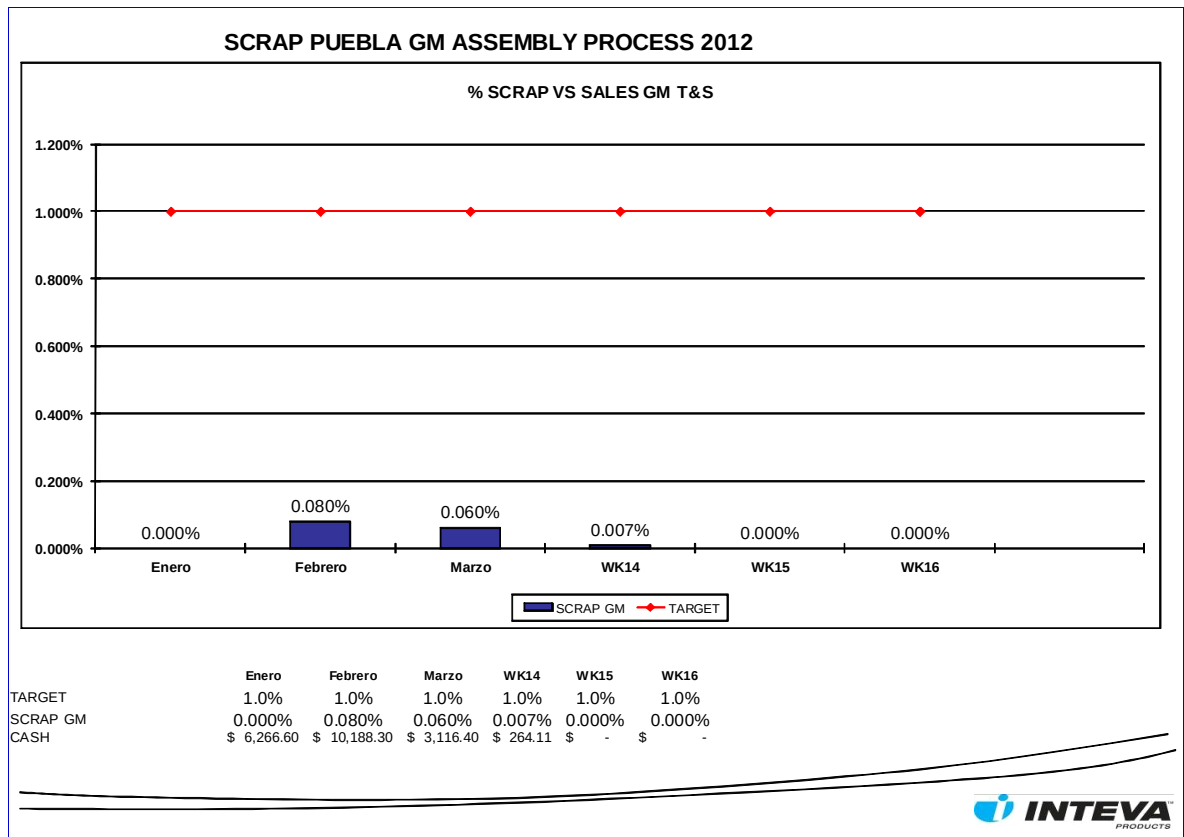
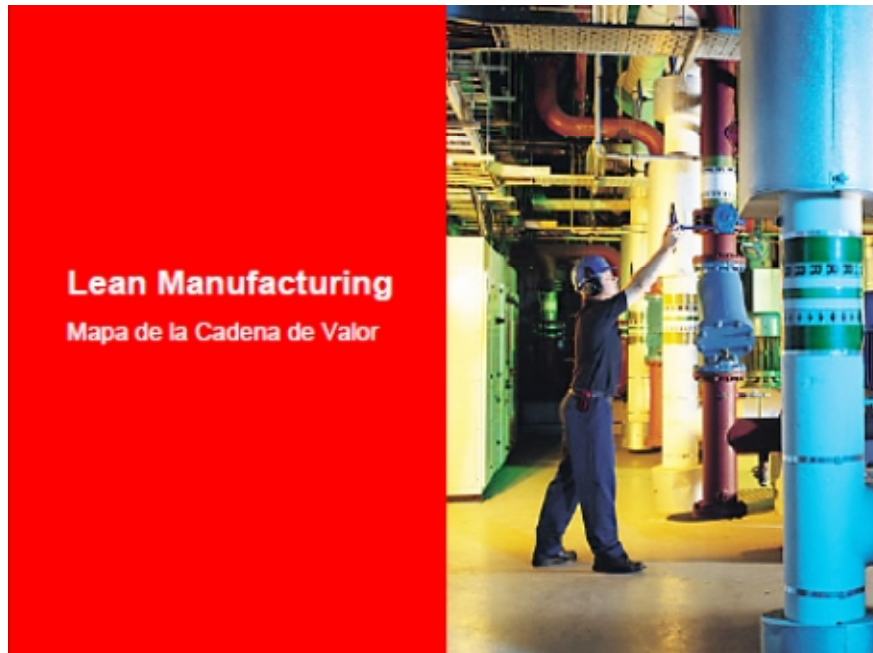


Figura 4.2 Gráfico de scrap 2012 de la Unidad de negocios General Motors.

V. Anexos.

Anexo 5.1 Extracto del Jonson Controls Production System. Diplomado en Six Sigma / Lean Manufacturing.



¿Qué es VSM?



Es la representación gráfica de todas las actividades (las de valor agregado y no valor agregado) que se realizan para fabricar un producto: (1) el flujo de material desde la materia prima hasta el producto final, y (2) el flujo de la información desde el requerimiento del cliente hasta la entrega del producto terminado.





VSM es una herramienta que nos ayuda a visualizar y entender el flujo, tanto del material como de la información, mientras el producto pasa a través la cadena de valor.



7



¿Por qué Value Stream Mapping?

Te ayuda a visualizar el flujo del proceso y no solo un simple nivel en la producción.

Te ayuda a ver más que el desperdicio. Te ayuda a ver las fuentes de desperdicio en la cadena de valor.

Esto provee un lenguaje común para hablar de procesos de manufactura.



8



¿Por qué Value Stream Mapping?

El VSM es tan útil como las herramientas cuantitativas y diagramas de layout, VSM forma una coladera para los pasos de no valor agregado, lead time, distancia recorrida, cantidad de inventario, y más.

VSM es una herramienta cualitativa que describe en detalle como opera el flujo. Los números son buenos para crear un sentido de urgencia, o como medible de antes y después. VSM es bueno para describir que estas haciendo después de esos números.



11



VSM del estado actual



17



Algunas recomendaciones para el mapeo.

Siempre recolecta la información caminando a través del flujo de material e información por ti mismo.

Comienza con un recorrido rápido a lo largo del VS completo (de puerta a puerta)

Comienza de embarque de producto terminado y trabaja hacia atrás.

Ten a la mano un cronómetro y no uses ningún estándar o información que no haya obtenido personalmente.

Dibuja el VS completo tu mismo.

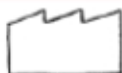
Siempre dibuja usando lápiz y papel, nunca uses la computadora.



18



Iconos



- Cliente o Proveedor de materiales



- Entrega de materia prima o embarque de producto terminado a cliente



- Caja de Proceso



- Inventario
 - Describa el tipo y el monto bajo el icono



- Caja de datos
 - Las categorías aquí son las mínimas necesarias



20



Iconos



- Flujo de material PUSH



- Producto terminado al cliente



- Supermercado



- Inventario BUFFER o SAFETY



- Retiro de material



21



Iconos



- Secuencia de flujo de primeras en entrar primeras en salir



- Avión



- Tren



- prioridad



- Flujo de información manual



- Flujo de información Electrónica



22



Iconos



- Llamada telefónica



- Ir y ver



- Programa



- Kanban de producción



- Kanban de retiro



- Señal de Kanban



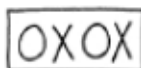
23



Iconos



- Kanban llegando en Batches



- Nivelación de cargas



- Oportunidades para Kaizen



- Correo de Kanban



- Operador



24



Algunas definiciones

Tiempo de Ciclo (CT)

Segundos que transcurren entre el momento en que sale del proceso una pieza hasta el momento en que sale la siguiente.

Tiempo de Cambio (CO)

Tiempo transcurrido durante el cambio de un tipo de producto a otro, se toma desde la última pieza de la versión anterior hasta la primera buena de la nueva versión.

Tamaño del lote de producción (EPE)

"Cada parte cada ____" Indica el tamaño del lote de producción.

Plazo de entrega (Lead Time) (LT)

Tiempo que se necesita para que una pieza cualquiera recorra un proceso o una cadena de valor de principio a fin.

Tiempo de valor agregado (VAT)

Tiempo de trabajo dedicado a las tareas de producción durante el cual se transforma el producto de tal manera que el cliente esta dispuesto a pagar por el.



25



¿Cómo Trazar el Mapa del Estado Actual?

Ejemplo:

Caso: Estampados Acme

Familia: Soporte de Brazo de Dirección Estampado de Acero

Cliente: Ensambladora de Automóviles de la calle Sur.



26



Empezamos por las necesidades del Cliente

La ensambladora funciona en dos turnos. Este cliente usa 18,400 soportes al mes, entregados diariamente. La mezcla es de 12,000 soportes izquierdos y 6,400 derechos. Solicita en tarimas retornables con 20 soportes



18,400 pzs/mes
-12,000 "I"
-6,400 "D"

Tarima = 20 piezas

2 Turnos



27



Procesos Básicos de Producción

Montaje

Utilizamos un caja de proceso para cada parte de la cadena en donde haya un flujo continuo de material

CT:

CO:

EPE:

Turnos:

LT:

Utilizamos una caja de datos debajo de cada una de proceso

El flujo del material se dibuja de izquierda a derecha en la mitad inferior del mapa en el orden de las etapas de transformación, no de la distribución física de la planta.



28



Lista de Datos

CT:	Tiempo de Ciclo (Seg.) (Tiempo entre Pieza y Pieza)
CO:	Tiempo de Cambio de Productos
TF:	Porcentaje de tiempo de funcionamiento de Máquina
EPE:	Tamaño de los Lotes de Producción (Medida del tamaño de Lote de Producción)
	Número de Operadores
	Número de Versiones de Producto
	Tamaño del Empaque Estándar
	Tiempo de Trabajo disponible en Seg. (menos descansos, juntas, limpieza, ejercicios)
	Tasa de desperdicio
	Capacidad del Proceso (Tiempo Disponible/TC) x TF



29



Procesos Básicos de Producción

En Estampados Acme encontramos seis proceso de flujo de material del soporte, en el siguiente orden:

- Estampado
- Soldadura de punto-estación 1
- Soldadura de punto-estación 2
- montaje-estación 1
- montaje-estación 2
- embarques



18,400 pzs/mes -12,000 "I" -6,400 "D"
Tarima ± 20 piezas
2 Turnos

Estampado	Soldadura #1	Soldadura #2	Montaje #1	Montaje #2	Embarques
1 200T	1	1	1	1	Preparación
CT: 1 Seg	CT: 39 Seg	CT: 46 Seg	CT: 62 Seg	CT: 40 Seg	
CO: 1 hora	CO: 10 mins	CO: 10 mins	CO: 0	CO: 0	
TF: 85%	TF: 100%	TF: 80%	TF: 100%	TF: 100%	
Tb: 27,600 seg	Tb: 27,600 seg	Tb: 27,600 seg	Tb: 27,600 seg	Tb: 27,600 seg	
EPE: 2 semanas	2 turnos	2 turnos	2 turnos	2 turnos	



30



Inventarios en la cadena de valor

A medida que recorremos el flujo de material en la fabrica, encontraremos puntos donde se acumula el inventario. Es importante dibujar estos puntos en el mapa del estado actual, por que indican donde se está deteniendo el flujo.



3150 piezas
2 días

Se dibuja un triángulo por cada acumulación de inventario en el proceso y se anota la cantidad en unidades (piezas, rollos, etc.) y días por cada versión de alcance de acuerdo con la demanda del cliente.



32

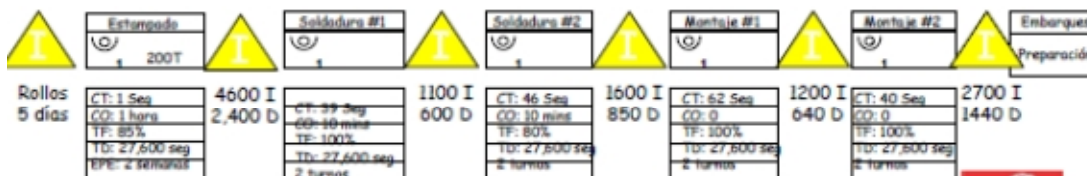


Inventarios En La Cadena De Valor

En Estampados Acme hay un inventario de materia prima, un inventario de producto terminado y un inventario acumulado entre procesos.



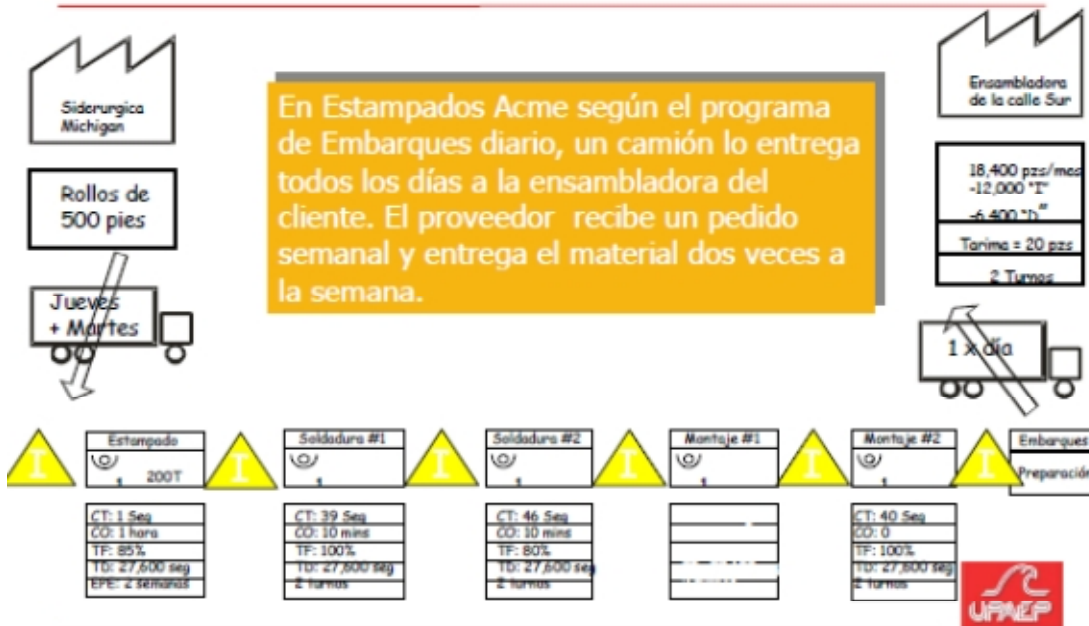
18,400 pzs/mes -12,000 "I" -6,400 "D"
Tarima = 20 piezas
2 Turnos



33



Embarques y Recibo

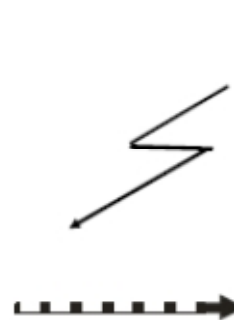


34



Ahora El Segundo Elemento: El Flujo De La Información

- Símbolo: Flecha Recta
Representa: Flujo de Información manual
- Símbolo: Flecha en Zig Zag
Representa: Flujo de Información electrónica
- Símbolo: Flecha con Franjas
Representa: Flujo Push



El flujo de información se dibuja de derecha a izquierda en la mitad superior del espacio del mapa.



35

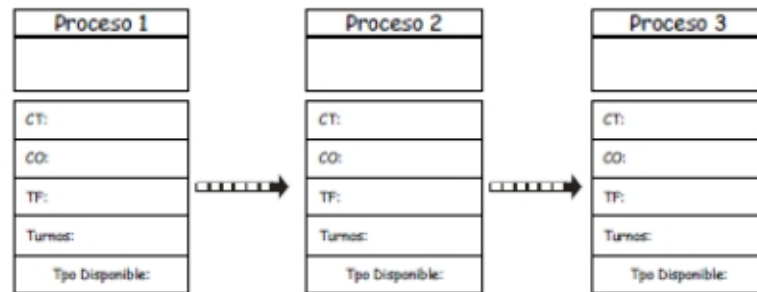


Flujo Push

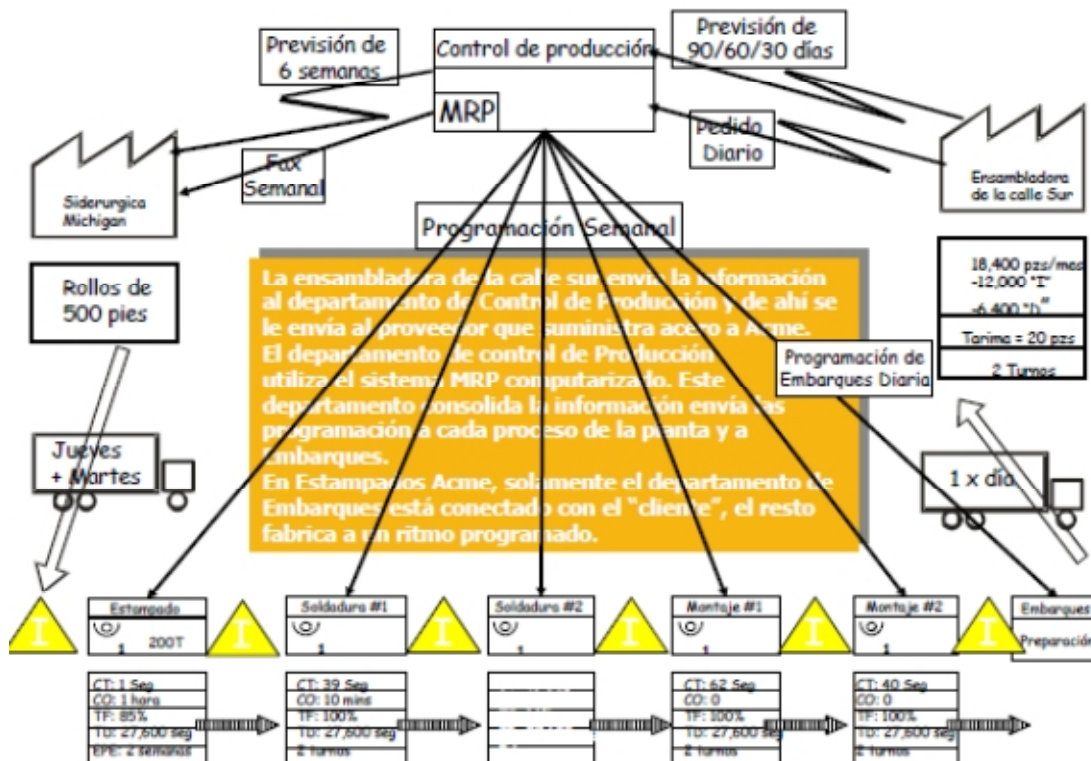
El flujo Push es el resultado de la producción programada que pronostica lo que necesita el proceso que sigue.

Cuando cada proceso tiene su propia programación, funciona como una "isla" desconectado de cualquier tipo de cliente situado más adelante.

Cada proceso puede establecer el tamaño de sus lotes y produce al ritmo que le conviene (desde su punto de vista a la cadena de valor).



36





Símbolo: Lentes
Representa: Ir y ver

Son ajustes a la programación basándose en inventarios por conteo y ajustes realizados a todos.



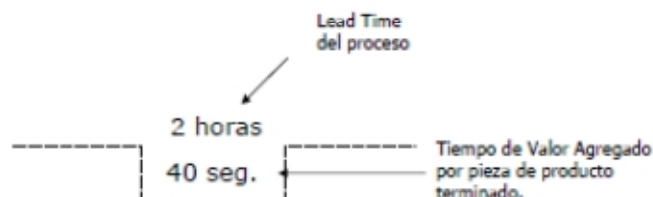
38



Para Terminar ...
Línea de Tiempo

Símbolo: Línea Escalonada
Representa: Síntesis de Información

Dibújela por debajo de los triángulos de inventario y de proceso para calcular el Lead Time de Producción, tiempo en que sale una pieza de un extremo a otro.



39



Plazo de Entrega o Lead Time

EL Lead Time es el tiempo que necesita una pieza para recorrer le proceso de un extremo a otro, desde la llegada de la materia prima, hasta el Embarque del producto al cliente.

Mientras mas corto sea el Lead Time de producción, ¡AUMENTA EL NUMERO DE VUELTAS DE INVENTARIO!

Calculo del Plazo de Entrega (LT)

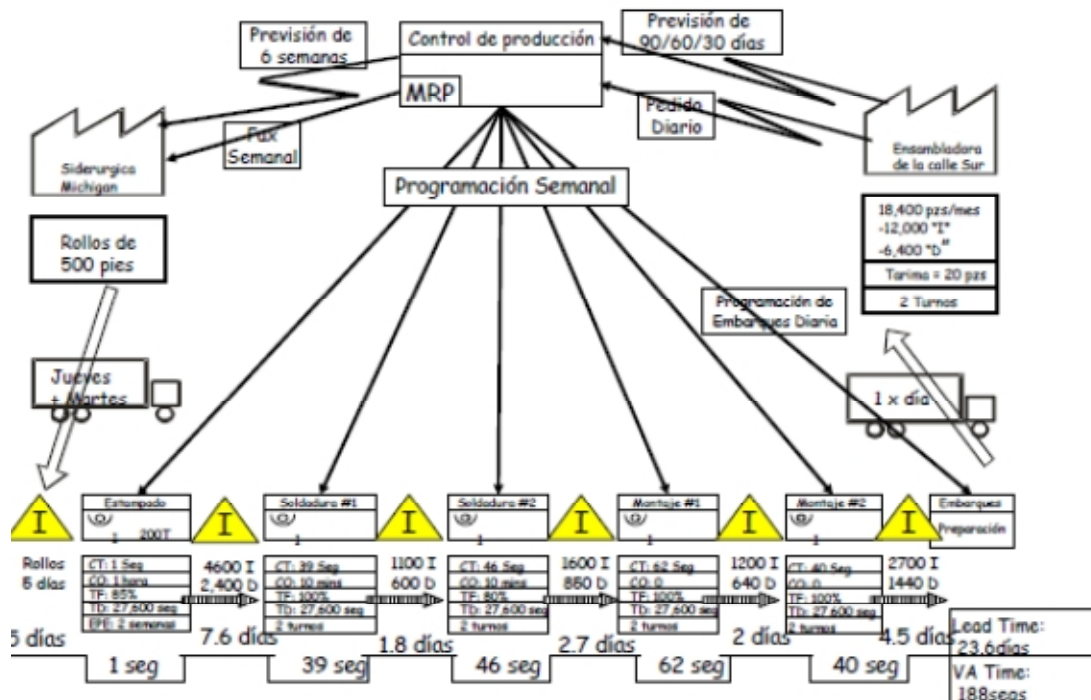
$$LT_{\text{días}} = \frac{\text{Cantidad de piezas por versión en el inventario}}{\text{Numero de piezas diarias requeridas por el cliente de esa versión}}$$

En los mapas con varios flujos hacia atrás, se utiliza el trayecto del tiempo mas largo para calcular el plazo de entrega.

UPMEX

40

Nuestro VSM Actual





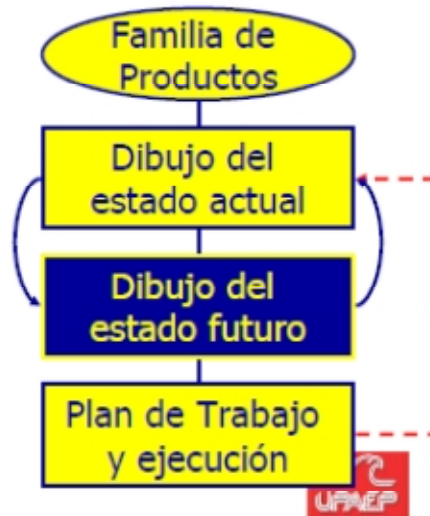
Finalidad del VSM del Estado Actual



¡Sacar a la luz las fuentes de desperdicio!

El VSM del Estado Futuro

Eliminarlas!



VI. Bibliografía

1. James P. Womack, Daniel T. Jones (2003) Lean Thinking. Free Press
2. Earl M. Murman, Tom Allen (2002). Lean Enterprise Value. MIT. Palgrave.
3. Textron Company (2011) Textron's Lean Methods Training. Curso de Entrenamiento.
4. Lonnie Wilson (2010) How to Implement Lean Manufacturing. Mc. Graw Hill.
5. Jonson Controls (2010) Jonson Controls Production System. Diplomado en Six Sigma / Lean Manufacturing.