



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION**

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LOGÍSTICA ESBELTA PARA LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO  
TOTAL DE PROCESO EN LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERIA ADMINISTRATIVA**

PRESENTA:

Ing. Aurora García Martínez

DIRECTOR

Dr. Jorge Luis Castañeda Gutiérrez

CO - DIRECTOR

Dra. Alejandra Torres López

Apizaco, Tlax. a Octubre de 2015

## INDICE

Introducción.....	8
i. Descripción del problema.....	9
ii. Antecedes del problema.....	9
iii. Planteamiento del problema.....	12
iv. Planteamiento de hipótesis /Preguntas de Investigación. ....	14
v. Objetivos de investigación.....	15
Objetivo General .....	15
Objetivos específicos .....	15
vi. Justificación.....	15
vii. Alcances y limitaciones .....	17
Alcances .....	17
Limitaciones .....	17
viii. Tipo de estudio o Investigación.....	17
CAPITULO I. Fundamentos.....	18
1.1. Análisis del estado del arte .....	19
1.2 Marco Teórico .....	26
1.2.1 Introducción a la manufactura.....	26
1.2.1.1 Desarrollo Histórico.....	26
1.2.1.2 Primeros desarrollos .....	27
1.2.2 Lean Manufacturing .....	28
1.2.2.1 Historia, conceptos y fundamentos Lean .....	28
1.2.2.2 Objetivos de Manufactura Esbelta.....	32
1.2.2.3 Valor agregado.....	33
1.2.2.4 Desperdicios.....	33
1.2.3 Herramientas Lean .....	35
1.2.3.1 Mapa de Valor VSM .....	36
1.2.3.2 Mapeo del estado futuro.....	39
1.2.3.3 Primeras entradas, primeras salidas (PEPS). ....	42
1.2.3.4 Administración visual.....	43

1.2.3.5 Sistema de Jalar.....	43
1.2.3.6 Kanban.....	44
1.2.4 Gestión logística .....	45
1.2.4.1 El rol de la gestión logística en el servicio al cliente.....	46
1.2.4.2 Logística, Integración y estrategia.....	47
1.2.4.3 El sistema logístico.....	47
1.2.5 Logística Lean.....	48
1.2.5.1 Relación Logística Lean .....	49
1.2.5.2 Objetivos de la Logística Lean .....	50
1.2.5.3 Beneficios de la Logística Lean.....	50
1.3 Marco contextual.....	52
1.3.1 Industria Textil en México .....	52
1.3.2 Tlaxcala y la industria manufacturera.....	55
1.3.3 Historia del Grupo Saint Gobain.....	55
1.3.4 Saint Gobain México .....	55
1.3.5 Adfors Saint Gobain Tlaxcala.....	56
CAPITULO II. Descripción de la Metodología .....	57
2.1 Metodología.....	58
2.1.1 Descripción del modelo.....	62
2.1.1.1 Herramientas y elementos de estabilizar. ....	62
2.1.1.2 Herramientas y elementos de estandarizar.....	64
2.1.1.3 Elementos y objetivos de simplificar .....	65
CAPITULO III. DESARROLLO DEL MODELO.....	68
3.1 Aplicación del modelo.....	69
3.1.1 Etapa de estabilizar.....	69
3.1.1.1 Entrenamiento .....	69
3.1.1.2 VSM actual .....	69
3.1.1.3 VSM Futuro .....	77
3.1.2 Etapa de estandarizar .....	80
3.1.2.1 Reducción de materia prima.....	80
3.1.2.2 Kanban almacén Adfors .....	96
3.1.3 Etapa de simplificar.....	102

CAPITULO IV. RESULTADOS.....	105
4.1    Resumen de resultados .....	106
4.1.1  Estabilizar.....	106
4.1.2  Estandarizar .....	107
4.1.3  Simplificar.....	114
CAPITULO V. CONCLUSIONES .....	118
5.1    Conclusiones y sugerencias.....	119
BIBLIOGRAFIA .....	125
ANEXOS .....	130

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Exportaciones por región .....	10
Tabla 2. Exportadores e importadores a nivel mundial .....	10
Tabla 1.1a Sumario del estado del arte. Manufactura esbelta .....	22
Tabla 1.1a Sumario del estado del arte. Manufactura esbelta. (Continuación) .....	23
Tabla 1.1b Sumario del estado del arte. Logística Lean .....	24
Tabla 1.1c Sumario del estado del arte. Investigaciones generales .....	25
Tabla 1.2 Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2005-2009. ....	54
Tabla 3.1 Familias de producto vs. Procesos.....	70
Tabla 3.2 Intervalos de confianza para volumen CCL STD.....	71
Tabla 3.3 Consumos y niveles de inventario del Primex total .....	85
Tabla 3.4 Registro de inventario de químicos en Vertronic.....	86
Tabla 3.5 Etiqueta de tablas de revisión de inventarios .....	88
Tabla 3.6 Niveles de inventario para la resina Primex .....	90
Tabla 3.7 Comportamiento de consumo vs. Inventario del Primex almacén Vertronic .....	92
Tabla 3.8 Requerimiento método tradicional.....	93
Tabla 3.9 Requerimiento método modificado.....	93
Tabla 3.10 Sistema de requerimiento y abastecimiento de materiales .....	94
Tabla 3.11 Consumos de material y niveles de inventario con modificaciones de la semana 38 a 46 .....	95
Tabla 3.12 Consumo realizado en el inventario de Adfors material Primex .....	96
Tabla 3.13 Materiales utilizados y en existencia en almacén en planta .....	99
Tabla 4.1 Resumen de entregables .....	106
Tabla 4.2 Promedio de días de inventario semana 38 a 51 .....	108
Tabla 4.3 Tabla comparativa de días de inventario.....	108
Tabla 4.4 Datos para probar diferencia de medias .....	110
Tabla 4.5 Sistema de recolección de días dentro de los limites.....	115

## INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Porcentajes de aportación de los subsectores textiles .....	11
Gráfica 2. Ventas por subsector .....	13
Gráfica 3.1 Porcentaje de volumen de producción por familia de producto .....	71
Grafica 3.2 Porcentaje de aportación económica al capital de trabajo.....	75
Grafica 3.3 Porcentaje por tipo de inventario .....	76
Grafica 3.4 Porcentaje de valor económico en el inventario .....	81
Grafica 3.5 Consumo de material primex y prueba de normalidad.....	91
Grafica 4.1 Comparativo entre antes, cambios hechos y mejora en la reducción de días de inventarios .....	109
Grafica 4.2 Prueba de normalidad muestras del antes .....	111
Grafica 4.3 Prueba de normalidad muestras del después.....	111
Grafico 4.4 Porcentaje de eficacia de materiales mes de octubre.....	115
Grafica 4.5 Porcentaje de eficacia semana 46 .....	116
Grafica 4.6 Resultado de la semana 45 a la 51 del % de eficacia.....	117

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Integral en función de satisfacción del cliente .....	16
Figura 1.1 Porcentaje de los 7 desperdicios .....	35
Figura 1.2. Selección de la familia de producto .....	36
Figura 1.3. Iconos para el mapeo de valor .....	38
Figura 1.4. Mapeo del estado actual .....	40
Figura 1.5. Mapeo del estado futuro .....	41
Figura 1.6 Proceso logístico .....	46
Figura 2.1 Metodología .....	58
Figura 2.2 Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma .....	60
Figura 2.3 Modelo de Manufactura Lean.....	61
Figura. 2.4 Modelo de Logística Lean .....	67
Figura 3.1. Requerimientos del cliente.....	72
Figura 3.2 Flujo de materiales.....	73
Figura 3.3 Flujo de información.....	74
Figura 3.4 Lead time y Valor agregado .....	74
Figura 3.5 VSM actual con oportunidades de mejora.....	78
Figura 3.6 VSM futuro.....	79
Figura 3.7 Responsabilidades.....	82
Figura 3.8 Diagrama de operaciones del área de logística .....	83
Figura 3.9 Procedimiento de aplicación de kanban .....	97
Figura 3.10 Señal de Kanban .....	99
Figura 3.11 Lay Out general almacén interno de planta Adfors.....	101
Figura 3.12 Supermercado de químicos .....	101
Figura 3.13 Distribución de materiales antes del supermercado .....	102
Figura 3.14 Distribución de materiales con supermercado.....	102
Figura. 3.15 Formato para control de inventario.....	104
Figura 4.1 Estado de las muestras.....	112
Figura 4.2 Resultados de análisis T .....	113
Figura 4.3 Intervalo de confianza para datos del después .....	114
Figura 5.1 Modelo modificado .....	121

# Introducción

## **i. Descripción del problema**

Actualmente la industria manufacturera está perdiendo presencia en el mercado internacional, a través del análisis que se realiza en temas posteriores, se puede ver que esta situación puede mejorar siempre y cuando las empresas puedan identificar la situación en la que se encuentran e identificar sus oportunidades de mejora.

Situar a la empresa caso de estudio en la etapa que está viviendo el sector manufacturero, permite tener un panorama completo de cómo es que se puede mejorar la situación por la que atraviesa este sector y poder alinear los esfuerzos de mejora a realizar dentro de la planta.

## **ii. Antecedes del problema**

La manufactura textil, es uno de los sectores productivos donde más ha impactado a la apertura económica y comercial. El esfuerzo en recursos materiales y humanos convirtió a México en el principal proveedor de productos textiles de Estados Unidos, posición que mantuvo hasta el año 2001.

Esta situación hizo que la industria textil y de la confección, llegase a ser la segunda fuente generadora de divisas en el sector manufacturero y la cuarta a nivel nacional (Rodríguez y Fernández, 2006).

En el año 2002, con la mayor penetración de China en el mercado textil norteamericano, se pone fin a este liderato exportador mexicano a favor del país asiático; desde esa fecha hasta ahora, China y México mantienen una fuerte competencia en este mercado (Arceo, 2003. Citado en Rodríguez y Fernández, 2006) y de acuerdo a datos obtenidos por la OMC (organización mundial del comercio, 2013).

China mantiene su posición como el principal exportador de textiles, y su participación en las exportaciones mundiales, ya que aumentó sus ventas hasta alcanzar el 33%, en comparación con el 32% en 2011.

La tabla 1 muestra las exportaciones en miles de millones de dólares (mmd) de textiles por regiones del año 2012, siendo América del norte el principal exportador de textiles a nivel mundial.

Tabla 1. Exportaciones por región

Región	Parte en las exportaciones de la región (mmd)	Parte en las exportaciones mundiales (mmd)
América del Norte	55.9	3.5
América del Sur y Central	22.1	1.4
Asia	12.1	0.8
Europa	8.1	0.5
Oriente Medio	1	0.1
África	0.5	0
Comunidad de Estados Independientes (CEI)	0.2	0

Fuente: Organización mundial del comercio OMC (2013)

Para poder visualizar la situación de competitividad en la cual se encuentra el país, la tabla 2, muestra el estatus de México en comparación con los principales importadores y exportadores a nivel mundial.

Tabla 2. Exportadores e importadores a nivel mundial

Exportadores	Valor (mmd)	Importadores	Valor (mmd)
China	95	Unión Europea	74
Unión Europea	69	Importaciones extra - UE	27
Exportación extra UE	22	Estados Unidos	26
India	15	China	20
Estados Unidos	13	Hong Kong, China	10
Corea, Republica de	12	importaciones definitivas	0
Turquía	11	Viet Nam	9
Hong Kong, China	11	Japón	9
Exportaciones locales	0	Turquía	6
re- exportaciones	10	México	6
Taipei Chino	10	Blangadesh	6
Pakistán	9	Indonesia	6
Japón	8	Corea, Republica de	5
Indonesia	5	Rusia, Federación de	5
Viet Nam	4	Canadá	5
Tailandia	4	Brasil	3
México	2	India	1
Emiratos Árabes Unidos	2		

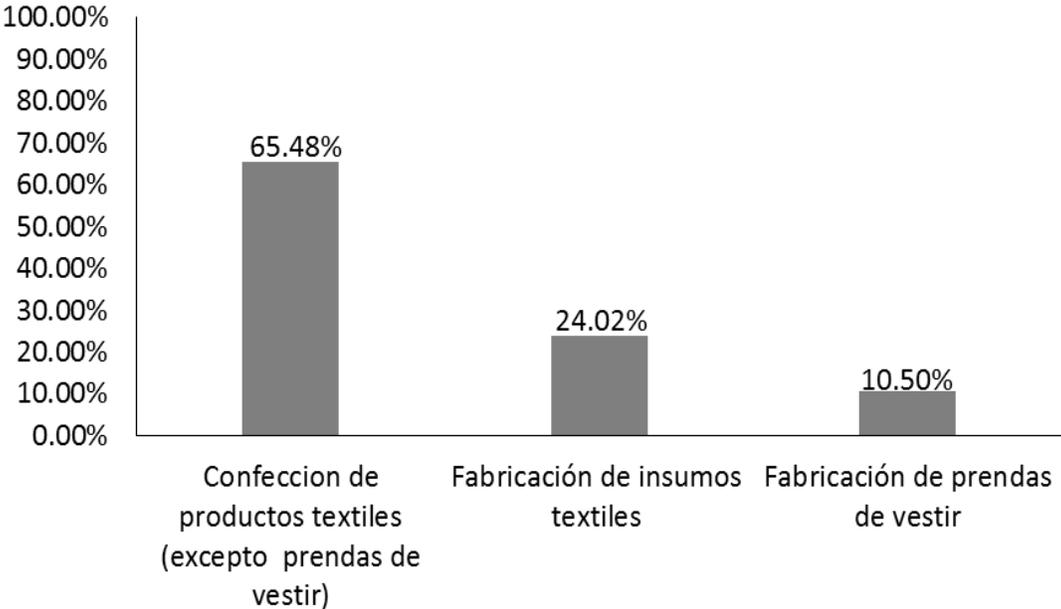
Fuente: Organización mundial del comercio OMC (2013)

De acuerdo a la tabla anterior, se observa que China se encuentra muy por encima de México tanto en sus exportaciones como en sus importaciones, ya que China, genera del gran total un 31% contra un 1% de México y en importaciones muestra un comportamiento del 9% contra un 6% de nuestro país.

Cobra relevancia saber que la industria textil y del vestido es una de las industrias más importantes dentro del país, ya que es una fuente de trabajo constante, que da empleo alrededor de medio millón de mexicanos, lo que representa 10.9% del empleo manufacturero de México, más de una cuarta parte, el 26.5% de estos trabajadores se ubica en el sector textil y el resto el 73.5% en la industria del vestido (MéxicoFits, 2010).

La gráfica 1, muestra cómo se encuentra subdividió el sector textil y su aportación a nivel general, donde se puede observar que la confección de productos textiles sin contabilizar prendas de vestir, aporta al total general un 65.5%.

Gráfica 1. Porcentajes de aportación de los subsectores textiles



Fuente: INEGI, 2010

La industria textil, en su conjunto registró en 2011 un valor de ventas de productos manufacturados por \$89,448 millones de pesos, un 2.38% del PIB manufacturero; y obtuvo ingresos provenientes de maquila por \$23,163 millones de pesos (INEGI, citado en Alba, 2014).

Cobra especial importancia la promoción del sector como vía para lograr su reactivación, lo que repercutirá no sólo en el sector en sí mismo, sino en toda la balanza comercial del país, entre otros beneficios (Rodríguez y Fernández, 2006).

### **iii. Planteamiento del problema**

La industria textil y de la confección, es uno de los sectores más importantes dentro de la manufactura nacional, en términos de empleo, unidades económicas y valor agregado bruto.

Sin embargo, en estos últimos años, las cifras nacionales se han visto afectadas, reflejando cierto estancamiento en su crecimiento y reduciendo su participación en el comercio internacional; se estima que las exportaciones textiles han caído en los últimos años de un 80% a un 50%, debido a la pérdida de competitividad ante otros países competidores, principalmente China, ya que ha abarcado a Estados Unidos, quien era el principal destino de los productos mexicanos (Martínez y Neme, 2003, citado en Rodríguez y Fernández, 2006).

La industria textil se compone por tres subsectores de actividad, la gráfica 2 muestra la fabricación de insumos textiles y acabados textiles, la cual contribuyo con el 47.94% de las ventas en 2010, la fabricación de prendas de vestir aporta el 40.97%, mientras que la fabricación de productos textiles excepto prendas de vestir abona el restante 11.09% de las ventas.

Dentro de estos subsectores hay dos ramas de actividad que destacan: la fabricación de telas, que pertenece al primer subsector y es responsable del 35.14% del total de ventas textiles, mientras que la confección de prendas de vestir, que pertenece al segundo subsector, participa con el 31.19% del total.

Datos obtenidos del directorio empresarial en el Estado de Tlaxcala (SEDECO, 2012), actualmente SETyDE (secretaría de turismo y desarrollo económico), se cuenta con al menos 256 empresas declaradas, dentro de las cuales el 36% se encuentran en el sector textil, y como subsector de producciones textiles e insumos textiles aportan el 66% y el 34% restante lo aporta el sector de prendas de vestir.

A diferencia de la industria de autopartes, que cuenta con importantes empresas transnacionales, como Eissman Automotive Group, Grammer Automotive, Jhonson Control Co.

La industria textil solo cuenta con pocas firmas en él estado, algunas de ellas como Coats productora de hilo, y Saint Gobain empresa productora de vidrio a nivel mundial que por la parte textil produce malla mosquitera; se puede hablar también de una importante firma que ha extendido sus frontera, Grupo Providencia, productores saraperos originarios de Tlaxcala.

Gráfica 2. Ventas por subsector



Fuente: TUIINTERFAZ 2010

Saint Gobain® es una empresa dedicada a la producción de vidrio a nivel mundial, en el Estado Tlaxcala cuenta con dos plantas, Vetrotex® que elabora hilo de fibra de vidrio,

y Adfors, productora de malla mosquitera a base de hilo de fibra de vidrio. El 95% de su producción se envía al extranjero, siendo Estados Unidos uno de sus principales clientes.

Sus principales áreas de oportunidad son la reducción de inventarios (materiales, y producto final) y el manejo logísticos de su producto en proceso; lo que le puede permitir mejorar en dos aspectos importantes: la reducción de tiempo de entrega y costos, ya que debe competir con productores de malla que se encuentran dentro de Estados Unidos, y poder compensar la posible desventaja de la distancia, aunado a que debe entregar productos de calidad, en tiempo y costo.

#### **iv. Planteamiento de hipótesis /Preguntas de Investigación.**

Con la aplicación del modelo de logística esbelta para la eliminación de desperdicios, se espera reducir un 10% del Lead time (tiempo total de proceso dentro de la familia de producto seleccionada con el análisis inicial).

Esto ayudara a la empresa a mejorar su nivel competitivo ya que podrá reducir su tiempo total de proceso e identificara los principales desperdicios o despilfarros que se tienen dentro de la compañía, y a través de la aplicación de herramientas de lean y manejo logístico podrá cumplir con calidad, tiempos de entrega y menores costos de operación.

Surgen dos preguntas de investigación para el soporte de la hipótesis

¿Cuál es el principal desperdicio dentro de la planta?

¿En qué proporción puede ayudar a disminuir el Lead time de la familia seleccionada?

Estas preguntas ayudarán a delimitar el campo de acción del proyecto y a focalizarlo más hacia alcanzar el objetivo principal que es la reducción del lead time en Adfors®.

## **v. Objetivos de investigación**

### **Objetivo General**

Optimizar la cadena de valor a través de la aplicación del modelo de logística esbelta para reducir los principales desperdicios dentro de la empresa Saint Gobain Adfors<sup>®</sup> impactando en reducir el tiempo total de proceso (Lead time).

### **Objetivos específicos**

- Aplicar la metodología de Logística esbelta para la detección y reducir de los principales desperdicios, en la familia de producto seleccionada.
- Analizar el sistema logístico de proceso que se tiene actualmente, para detectar oportunidades de mejora y herramientas necesarias para poder alcanzar la mejora.

## **vi. Justificación**

Las organizaciones de clase mundial están obsesionadas por cumplir y exceder las expectativas de los clientes, sin embargo, otras empresas han tenido que aprender a enfocarse a los clientes, a menudo en respuesta de una crisis competitiva, y a raíz de que los requerimientos del cliente se han vuelto más complejos.

En una empresa consciente de la calidad, la planeación tanto de los productos como del sistema que los fabrica o entrega dichos satisfactores se enfocan a llenar las necesidades y las expectativas de los clientes.

La figura. 1 muestra el sistema Integral en función de satisfacción del cliente y razón de ser de una empresa, un resumen de como en función del cumplimiento de las necesidades y expectativas del cliente podemos generar la riqueza y mantener a la compañía económicamente estable.

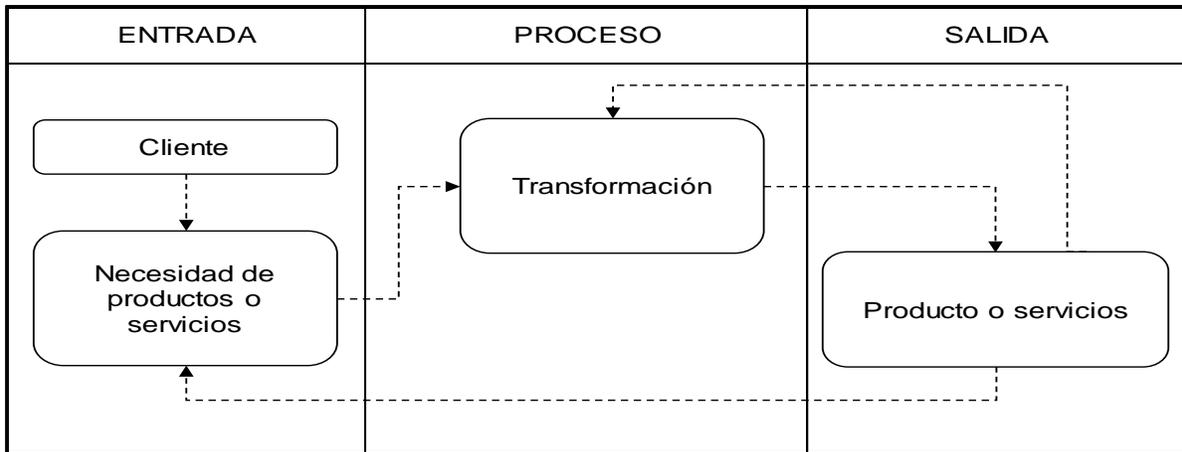


Figura 1. Sistema Integral en función de satisfacción del cliente (fuente: elaboración propia).

En base a la situación actual planteada, Adfors<sup>®</sup> como industria de fabricación debe considerar que cada vez es más necesario utilizar los recursos disponibles lo más eficientemente posible, para poder competir en una economía internacionalizada, de escala mundial.

Otro importante cambio, es el producido en las tendencias estratégicas de la empresa. Si bien en los años 60 el objetivo era la *productividad* (fabricar más), en los 70 era la *economía* (fabricar más barato), en los 80 *la calidad* (fabricar mejor), y en la actualidad la clave es la *agilidad* (fabricar más rápido y situar inmediatamente el producto en el mercado) y la *flexibilidad* (fabricar el tipo de producto que demande cada cliente), (Capuz, 2001).

Para poder cumplir con los objetivos de agilidad y flexibilidad antes mencionados se debe considerar que las operaciones logísticas pueden llegar a generar entre el 10% y 40% del costo del producto, y más del 50% de ese costo está constituido por actividades que no agregan valor.

La aplicación del modelo de logística esbelta ayudara a la empresa a través del análisis del mapa de la cadena de valor, a identificar mudas (despilfarros) y actividades

de no valor agregado que afectan sus operaciones y para determinar que herramientas de mejora son aplicables para reducir estas mudas, el resultado esperado es la reducción del lead time (tiempo total de proceso), así como la mejora en manejo de materiales, mano de obra y estandarización de procesos.

## **vii. Alcances y limitaciones**

### **Alcances**

La aplicación del modelo solo se realizará en la logística de proceso (Mezclado a almacén PT) de la planta Saint Gobain Adfors<sup>®</sup> Tlaxcala, en la familia de producto que resulte del análisis inicial.

### **Limitaciones**

- El proyecto solo aplica a una sola familia de producto, analizando su comportamiento durante el año 2013-2014.
- Se omite la aplicación del proyecto a otros productos fabricados dentro de la planta.

## **viii. Tipo de estudio o Investigación.**

La investigación que se realiza es una combinación de investigación, descriptiva, explicativa y experimental. La investigación descriptiva busca especificar las características del proceso en estudio que es sometido a un análisis, se vuelve explicativo ya que se analizan las causas de los fenómenos que afectan el problema en estudio y termina siendo experimental ya que se actúa conscientemente sobre el objeto de estudio para conocer los efectos de los actos producidos por la investigación.

# **CAPITULO I. Fundamentos**

## **CAPITULO I. Fundamentos**

### **1.1. Análisis del estado del arte**

De acuerdo a la frase de Francis Bacon “ El conocimiento es poder”, toda la investigación que se realiza sirve como conocimiento general y proporciona la base de información para la aplicación de la metodología en diferentes partes del mundo y diferentes situaciones, proporcionando así un fundamento que ayuda a enmarcar bajo qué base científicas otros autores se han basado para poder adquirir información referente al modelo en estudio, esta información es de vital importancia ya que proporciona bases científicas y una base de datos para conocer cómo se comportan y como se han aplicado modelos tanto de logística y lean manufacturing.

En la tabla 1.1a, 1.1b y 1.1 c, se muestra un resumen en orden cronológico, los artículos científicos y publicaciones de revistas que fueron encontrados en relación con el campo de aplicación, tanto de la manufactura esbelta, logística y logística esbelta.

Los artículos por su contenido pueden dividirse en artículos de aplicación y artículos con conceptualizaciones en base a datos literarios, siendo un porcentaje de artículos de aplicación un 47% contra un 53% respectivamente para este caso de estudio.

Para nadie es un secreto, que en el mundo globalizado de inesperados cambios, las empresas requieren ser cada vez más ágiles y adaptarse con mayor rapidez a estos cambios (Ballesteros, 2008), por tal motivo una necesidad imperante en todo el mundo, es la adopción de filosofías de mejora, tales como son la manufactura esbelta, la administración de la cadena de suministros, así como el tema en estudio, la logística esbelta, que ha sido utilizada en la industria de automotores, transporte minero, aplicaciones en la industria textil y el sector hospitalario, ya que “Las ideas fundamentales de manufactura son universales, aplicables en cualquier lugar y por cualquier persona” (Womack, 2008, citado en Archila, 2010), dentro de estas industria podemos encontrar algunas herramientas que han sido aplicables, de acuerdo a la situación identificada por sus autores, por ejemplo en la industria textil fueron identificadas las principales áreas generadoras de desperdicio y su clasificación (Pérez

y Benavides, 2009), en el sector salud, el enfoque realizado a la reducción de desperdicios generados en su almacén central, ocupando herramientas como Kanban para poder reducir sus niveles de inventario y solo requerir lo necesario, la industria de automotores (Boraei y Serrano,2007), como transporte minero (Arango y Gómez, 2008) tiende a orientarse hacia la mejora de sus distribuciones y mejores usos de transportes para satisfacer la demanda en mejores tiempos de entrega.

En general, de acuerdo a los casos mencionados, no se muestran evidencias de aplicación de un modelo integral en donde se vea afectada toda la cadena de suministros.

Dentro del concepto de logística esbelta se tocan teorías de manufactura, dentro de la cual es necesario replantear tanto a la organización y a la división del trabajo, esta última, en la cantidad y tamaño de máquinas, almacenes y otros sistemas y dispositivos para cumplir con el flujo de producción (Jones, 1997, citado en Zapata y Moreno, 2011), sin embargo estas investigaciones demuestran la necesidad de mayores aplicaciones globales y son los precursores de esta metodología.

En la industria aeronáutica, ha conceptualizado la importancia de la aplicación y los beneficios que conlleva la implementación en conjunto de ambas corrientes (Martínez y Moyano, 2011). En ambos casos podemos ver que existe una gran oportunidad de aplicación y adquisición de nuevos conocimientos en este campo.

Como aplicaciones de manufactura esbelta, podemos encontrar dos industrias donde han hecho aplicaciones, la industria de las tecnologías de la información TIC que buscan a través de la identificación de desperdicios desarrollar nuevos software con calidad (Omaña y Cárdenas, 2011) y la utilización de sistemas para la solución de problemas esbeltos (Juárez y Rojas, 2008).

En la industria vinícola, muestra este estudio la aplicación de la herramienta del VSM para identificar la situación actual de este proceso, realizándose también el VSM futuro para la reducción del tiempo de travesía (Tejeda, 2011).

La empresa de estudio funciona de acuerdo a dos tipos de demanda de cliente, MTO (make to order, demanda directa del cliente) y Make to Stock (make to stock, demanda

a inventario), en el artículo “Un estudio de impacto de las iniciativas de mejoras de las cadenas de suministro y de fabricación en empresas que aplican MTO y MTS (Lituve y Merdi, 2011), podemos encontrar las siguientes investigaciones realizadas que representa información a considerar para la implementación de nuevas metodologías en la industria:

- Como primer punto, identifica las diferencias entre empresas MTO y MTS para la implementación de 3 factores importantes manufactura esbelta, la integración logística y la racionalización de proveedores.
- Concluye el estudio que las empresas de MTO necesitan trabajar fuertemente en la integración logística y la racionalización de proveedores.
- Para las empresas MTS la utilización de la manufactura esbelta y la racionalización de proveedores debe ser el punto de análisis y aplicación.

Esta información ayuda a tomar decisiones en cuanto a la metodología de aplicación ya que la empresa de estudio cuanta con ambos tipos de demanda.

Visualizando la necesidad de aplicaciones de modelos que permitan alcanzar las metas de mejora de una organización y en base al concepto de modelos “serie de pasos sucesivos, conducen a una meta”, el objetivo del profesionalista es llegar a tomar las decisiones y una teoría que permita generalizar y resolver de la misma forma problemas semejantes en el futuro. Por ende es necesario que siga el método más apropiado a su problema, lo que equivale a decir que debe seguir el camino que lo conduzca a su objetivo (Martínez y Moyano, 2011). Se encuentran dos artículos en los cuales se conceptualizan modelos documentados a partir de la recopilación literaria existente hasta ahora.

El primero de ellos denominado “Modelo Tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma” del cual se ha tomado parte del modelo de aplicación de logística lean para el presente proyecto, muestra la combinación de tres metodologías como los son Lean, Logística y Six Sigma y tiene como objetivo, “hacer más eficientes las operaciones logísticas, a través de la reducción de la variabilidad y el desperdicio de la cadena de valor...” (Mantilla y Sánchez, 2012).

Así como este modelo, también se encuentra un modelo conceptualizado para la aplicación del sistema de manufactura esbelta en Pymes industriales Mexicanas (Niño y Bednarek, 2010), que surge primeramente del análisis de una muestra representativa y en base a los resultados obtenidos se adapta a la necesidad identificadas.

A diferencia del modelo anterior, este modelo fue desarrollado en una empresa, y algunos de los resultados obtenidos fueron:

- El número de piezas por hora se incrementó, así como la tasa de productividad.
- El promedio de piezas por lote disminuyo gradualmente.

Por último, se analizaron artículos referentes a las características, ideologías y maneras de conceptualizar como podría ser la implementación de un sistema de manufactura esbelta, así como sistemas de logística esbelta, de acuerdo a la investigación e ideología de los enfoques de cada autor, considerando la situación actual de su país, entre otros aspectos económicos, políticos y sociales, Aun cuando carezca de aplicación práctica no es de menor importancia, ya que nos brinda un panorama completo de las situaciones, problemas, como también los paradigmas a los que nos enfrentaremos para realizar un cambio en una organización, que son de una relevancia importante a considerar para alcanzar las metas y objetivos buscados en este proyecto.

Tabla 1.1a Sumario del estado del arte. Manufactura esbelta

Titulo	Investigación	Autor (es)	Lugar	Año
Manufactura delgada (lean) y Seis Sigma en empresas Mexicanas : experiencias y reflexiones	De acuerdo a la experiencia de implementacion en empresas Mexicanas identifica uno de los principales problemas en la aplicación de nuevas metodologías y uno de ellos es el cambio cultural de la alta direccion y el escaso reconocimiento a los empleados	Reyes, Primitivo	México	2002

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.1a Sumario del estado del arte. Manufactura esbelta. (Continuación)

Titulo	Investigación	Autor (es)	Lugar	Año
Lean Management: La mejora definitiva de la competitividad	* El mejor camino para llegar a ser competitivos es la implementación de un sistema de manufactura * Realiza un comparativo de la operación tradicional vs. El manejo Lean	Cuatrecasa, Luis	España	2007
Aproximación del enfoque por procesos y principios Lean para la producción de Indigo en una empresa Textil	* Identifica en un proceso textil los principales áreas con mayor desperdicio como los son tejeduría y clasifica los principales tiempos de desperdicio * Identifica actividades de valor y no valor agregado para balancear el proceso	Pérez, Jorge Ivan Benavides, Milton Ignacio	Colombia	2009
Las siete claves para una manufactura de clase mundial	Desarrolla las claves para el éxito, como por ejemplo reducir tiempos de entrega, costos de operación, tiempo de lanzamiento de nuevos productos, exceder las expectativas del cliente, incrementar subcontrataciones, realizar una administración global de la empresa y mejora la visión de la compañía	CIMATIC	México	2009
Metodología para implementar el sistema de manufactura esbelta en Pymes industriales Mexicanas	* Encuesta a una muestra de las empresas mexicanas para determinar conocimiento y aplicación de la metodología, encontrando que solo el 18% de los encuestados, entienden el sistema * Identificación de 5 problemas frecuentes en la implementación del sistema * Establecimiento de un modelo de implementación	Niño, Luis Fernando Bednarek Mariusz	México	2010
Enfoque de sistemas para la aplicación de la manufactura	Utilización de herramientas Lean para optimizar la solución de problemas en TICs	Juárez, Yolanda Rojas, Jorge Medina, Joselito Perez, Aurora	México	2011
Herramientas de Lean Manufacturing en el desarrollo de software con calidad	Aterrizaje herramientas de lean en el proceso de elaboración de software	Omaña, Macringer Cadenas, José Tomas	Colombia	2011
Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos	Aplicación de herramientas Lean, principalmente un VSM actual y futuro para la industria Vinícola	Tejeda, Anne Sophie	República Dominicana	2011

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.1b Sumario del estado del arte. Logística Lean

Título	Investigación	Autor (es)	Lugar	Año
" Benchmarking de procesos Logísticos"	* Identificación de variables críticas para evaluar el desempeño del plan logístico estratégico	Antún, Juan Pablo	Mexico	2004
	* Establecimiento de 10 áreas para establecer una estrategia logística	Ojeda, Lilian		
Un estudio de impacto de las iniciativas de mejoras de las cadenas de suministro y de fabricación en empresas que aplican MTO y MTS	Identifica las diferencias entre empresas MTO y MTS para la implementación de 3 factores importantes manufactura esbelta, la integración logística y la racionalización de proveedores . Concluye el estudio que las empresas de MTO necesitan trabajar fuertemente en la integración logística y la racionalización de proveedores	Lituve, Ariel L. Merdie, Anna	Australia	2011
Planteamiento de la logística Lean en la cadena de distribución de automotores Continental	Para las empresas MTS la utilización de la manufactura esbelta y la racionalización de proveedores Utilización de la herramienta Kanban, redistribución de CEDIS bajo los principios de reducción de desperdicios Lean	Borahei, Mohamen Soliman Serrano ,Carlos Ramiro	Quito	2007
A framework supporting the desing of a Lean -Agile Supply Chain towards improving Logistics performance	* Identificación de indicadores de medición * La aplicación del flujo eficiente de materiales puede ayudar a eliminar los desperdicios, a hacer tiempos cortos y tener costos mínimos y todo esto tendrá como resultado un mejor servicio al cliente	Ngwainbi, Muh Frederick	Suecia	2008
Logística Esbelta aplicada al transporte del sector minero	Aplica conceptos Lean pero para la reducción de costos de transporte y distribución del producto, sin embargo solo como conceptualización	Arango, Martín D. Gil, Hermenegildo Zapata, Julian Andrés	Colombia	2008
Pone México Barreras para la logística esbelta: Miebach	Una de las principales barreras que menciona este artículo es la deficiente o escasa comunicación que existe dentro de los departamentos, esta puede llegar a ser una barrera muy importante, menciona el autor, ya que la filosofía se basa en la transparencia y flujo de información, y explica que en México aun es un problema el flujo de información.	TS21MX	México	2010
Creative tension in a Lean work environment: implications for logistics firms and workers	* Propone introducir Lean para conciliar costos y bienestar de los trabajadores y la empresa * Identifica los principales problemas en cuanto a autonomía y creatividad * Habla sobre la implementación de la tensión creativa mediante la utilización de eventos Kaizen	De Haas, J Naus, F. Overboom, M	LE, Tilburg, The Netherlands	2011

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.1b Sumario del estado del arte. Logística Lean (continuación)

Título	Investigación	Autor (es)	Lugar	Año
Lean production y gestion de la cadena de suministro en la industria aeronautica	En general es una recopilacion literaria de las herramientas Lean para adaptarla a la industrial aeronautica	Martínez, Pedro José	España	2011
		José Moyano, José		
Lean Logistics ¿Moda o necesidad?	Realiza una comparacion entre conceptos Lean, Logistica y Lean logistic y plantea la necesidad de aplicación de nuevas herramientas no solo como un esnobismo si no como una estrategia de mejora de las organizaciones	Zapata, Julián Andrés	Colombia	2011
		Moreno, Ricardo Alfonso		
Modelo Tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma	Proporciona un modelo conceptual para aplicación de Lean Six Sigma y logistica, uniendo todos los conceptos	Mantilla, Olga Lucía	Colombia	2012
		Sánchez, José Manuel		
Gestion Lean en la logistica de Hospitales	Optimizacion de espacios fisicos en el almacen central del hospital Utilizacion de la herramienta de Kanban para control de requerimiento de materiales	Aguilar, V. G	España	2012
		Garrido, P.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1.1c Sumario del estado del arte. Investigaciones generales

Título	Investigación	Autor (es)	Lugar	Año
Manufactura Textil en México: un enfoque sistémico	* Estructura un esquema de competitividad a través de la creación de cluster y formación de empresas integradas	Rodríguez, Carlos	Venezuela	2006
	* Identifica factores críticos que afectan a la industria	Fernández, Lizbeth		
La consideración de aspectos sostenibles en los enfoques de excelencia	* El carácter inalcanzable de la excelencia, constituye el corazón que mantiene a la organización siempre atenta al entorno, las necesidades del mercado, sus propios recursos, capacidades y rendimiento, con el anhelo de alcanzar la mejora y adaptarse al mercado cambiante"	Castilla, Juan Ignacio Martín	España	2007

Fuente: Elaboración propia

## **1.2 Marco Teórico**

### **1.2.1 Introducción a la manufactura**

La manufactura es una actividad humana que se difunde en todas las fases de la vida. Los productos de la manufactura se encuentran por doquier, todo lo que vestimos, donde vivimos, en lo que viajamos, incluso la mayor parte de los alimentos, ha pasado a través de algún proceso de manufactura.

La palabra manufactura se deriva del latín (manus = mano, factus = hecho), y en los diccionarios se define como “la fabricación de bienes y artículos a mano o, especialmente por máquinas, frecuentemente en gran escala y con división del trabajo” (Schey, 2002). Veremos que esta definición no es necesariamente completa, por lo cual existen otras definiciones que pueden dar un concepto general a lo que es manufactura, se mencionan los que se consideran más relevantes, sin omitir que pueden existir otras definiciones:

- **Manufactura:** es un producto industrial, es decir, es la transformación de las materias primas en productos totalmente terminados que ya está en condiciones de ser destinado a la venta (definiciones ABC, 2007).
- **Industria Manufacturera.** Es la actividad económica que transforma una gran diversidad de materias primas en diferentes artículos para el consumo (INEGI, 2003).

#### **1.2.1.1 Desarrollo Histórico**

La historia de la manufactura está marcada por desarrollos graduales, pero los efectos acumulativos han tenido sustanciales consecuencias sociales, las cuales pueden considerarse revolucionarias.

### 1.2.1.2 Primeros desarrollos

La Manufactura se ha practicado durante miles de años, comenzando con la producción de artículos de piedra, cerámica y metal. Los romanos ya tenían fabricas para la producción en masa de artículos de vidrio, y en muchas actividades, incluyendo la minería, la metalurgia, y la industria textil se ha empleado desde hace mucho tiempo el principio de la división del trabajo (Schey, 2002).

La historia de la manufactura puede dividirse en dos facetas: El descubrimiento e invención de los materiales y procesos para producir bienes y, el desarrollo de los sistemas de manufactura. Los materiales y procesos para la producción anteceden a los sistemas de manufactura por milenios. Algunos de los procesos como fundición, martillado o forja y molienda, se remontan a más de seis mil años.

Para estudiar los procesos industriales o de manufactura se puede revisar a través del tiempo, eventos importantes como: la división del trabajo, el impacto de la revolución industrial, la máquina de vapor, el desarrollo de máquinas para taladrar, la invención de la máquina de hilar, el telar a motor y otros equipos para la industria textil que permitieron aumentos importantes de la productividad, así como el sistema de fabricación, que se constituyó en una nueva manera de organizar grandes grupos de trabajadores; la introducción del concepto manufactura de partes intercambiables, que revolucionó los métodos de manufactura al grado de convertirse en un prerrequisito para la producción masiva; los movimientos de administración científica, las líneas de ensamble y la electrificación de las fábricas; la administración científica, el estudio de movimientos, el estudio de tiempos, la utilización generalizada de estándares en la industria, el sistema de pagos a destajo, el uso de la recopilación de datos, el mantenimiento de registros y la contabilidad de costos en las operaciones de fábrica, así como el gran hito marcado en el siglo XIX por el estudio de los aspectos característicos de la administración científica (Apec, 1997).

## 1.2.2 Lean Manufacturing

### 1.2.2.1 Historia, conceptos y fundamentos Lean

#### Historia

Aunque hay ejemplos de un riguroso pensamiento de procesos en manufactura desde la Artillería Veneciana de 1450, la primera persona que integró verdaderamente todo el proceso de producción fue Henry Ford. En 1913, en Highland Park, Michigan, él fusionó consistentemente las partes intercambiables con trabajo estandarizado y sistemas de transportación para crear lo que llamó flujo de producción. El público comprendió esto en la forma dramática de la línea de ensamble en movimiento, pero desde el punto de vista del ingeniero de manufactura las innovaciones realmente fueron mucho más allá.

Ford alineó pasos de fabricación en una secuencia de procesos donde fuera posible, usando máquinas de propósito especial e indicadores de avanza/no avanza para fabricar y ensamblar los componentes que forman el vehículo en sólo algunos minutos, abasteciendo de componentes que encajan perfectamente de manera directa a la línea. Esto representó un avance verdaderamente revolucionario para las prácticas del Sistema Americano que consistía en máquinas de propósito general agrupadas por procesos, las cuales hacían partes que eventualmente llegaban a productos terminados después muchos ajustes en el sub ensamble y en el ensamble final.

El problema con el sistema de Ford no era el flujo: Él era capaz de transformar los inventarios de toda la compañía en algunos días. El problema era su incapacidad para ofrecer variedad. El Modelo T no sólo estaba limitado a un color. También se limitaba a una especificación por lo que todos los chasis del Modelo T fueron esencialmente idénticos hasta el final de su producción en 1926. (El cliente sí tenía opción de elegir entre cuatro o cinco estilos de carrocería, gracias a proveedores que se agregaron al final de la línea de producción). De hecho, parece ser que prácticamente cada máquina

en Ford Motor Company trabajaba en un solo número de pieza y en esencia no había cambios.

Cuando el mundo quiso variedad, incluyendo ciclos de modelo más cortos que los 19 años del Modelo T, Ford pareció perder el camino. Otros fabricantes respondieron a las necesidades con muchos modelos, cada uno con muchas opciones, pero con sistemas de producción cuyos pasos de diseño y fabricación regresaron hacia las áreas de proceso con mayores tiempos de rendimiento. Con el paso del tiempo llenaron sus fábricas con máquinas cada vez más grandes que funcionaban cada vez más rápido, reduciendo aparentemente los costos por paso de proceso, pero incrementando continuamente los tiempos de rendimiento y los inventarios, excepto en raros casos –como líneas de fabricación de motores- donde todos los pasos del proceso podían ligarse y automatizarse. Incluso peor, los intervalos de tiempo entre pasos del proceso y las complejas rutinas de partes requerían sistemas de administración de información más sofisticados que culminaron en los sistemas computarizados para Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP).

Cuando Kiichiro Toyota, Taiichi Ohno y otros en Toyota observaron esta situación en los años 30s, y de manera más atenta justo después de la II Guerra Mundial, se les ocurrió que una serie de innovaciones sencillas podrían hacer posible proporcionar tanto continuidad en el flujo del proceso como una amplia variedad en la oferta de productos. Así fue como revisaron el pensamiento original de Ford e inventaron el Sistema de Producción Toyota.

Básicamente, este sistema cambió el enfoque del ingeniero de manufactura de máquinas individuales hacia el flujo del producto a través de todo el proceso. Toyota concluyó que al darle el tamaño correcto a las máquinas en cuanto al volumen que en realidad se necesita, al introducir máquinas que se monitorean a sí mismas para asegurar la calidad, al alinear las máquinas en una secuencia de proceso, al proponer configuraciones rápidas de modo que cada máquina pudiera hacer pequeños volúmenes de muchos números de parte, y al hacer que cada paso del proceso notifique al paso previo sobre sus necesidades actuales de materiales, sería posible obtener menores costos, mayor variedad, mayor calidad y tiempos de respuesta

mucho más rápidos para responder a los cambiantes deseos de los clientes. Además, la administración de la información se podría hacer mucho más sencilla y exacta.

De hecho, fueron Toyoda y Ohno, y posteriormente Shigeo Shingo, quienes desarrollaron muchos de los conceptos que forman parte del pensamiento lean, como Justo a tiempo, Supermercados, Cambio rápido de herramientas (SMED) y Sistemas Poka Yoke (a prueba de error), (Womack y Jones, 1992).

## Conceptos

Existen varios conceptos asignados al término Lean manufacturing, algunos de ellos son los siguientes:

La manufactura esbelta o Lean manufacturing (LM), es una filosofía de producción, una manera de conceptualizar el proceso de producción desde la materia prima hasta el producto terminado, brinda una forma para especificar valor, alinea las acciones que crean valor dentro de la mejor secuencia, conduce las actividades sin interrupciones en cualquier momento que se les requiera y las hace cada vez más eficientes. Lean manufacturing proporciona una manera de hacer el trabajo más satisfactorio mediante la inmediata retroalimentación de los esfuerzos por convertir el desperdicio en valor (Villaseñor y Galindo, 2007).

- La palabra “lean” en inglés significa “magra”, es decir, sin grasa. En español no combina mucho la definición de “manufactura magra”, por lo que se le ha llamado: Manufactura Esbelta o Manufactura Ágil, pero al igual que muchos otros términos en inglés, se prefiere dejarlo así (Padilla, 2010).
- Es un conjunto de herramientas que ayuda a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador. El sistema de Manufactura Flexible o Manufactura Esbelta ha sido definida como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- El respeto por el trabajador: Kaizen
- La mejora consistente de productividad y calidad (Zen Consulting, 2010)
- Lean Manufacturing es “una filosofía /sistema de gestión sobre cómo operar un negocio”. Enfocando esta filosofía/sistema de herramientas en la eliminación de todos los desperdicios, permitiendo reducir el tiempo entre el pedido del cliente y el envío del producto, mejorando la calidad y reduciendo los costos.
- Lean o Lean Manufacturing es una metodología sistemática que identifica y elimina todo tipo de residuos o actividades que no son de valor añadido; no sólo en las operaciones de producción o de fabricación, pero en la industria de servicios también. Ya se esté fabricando un producto o prestar un servicio, hay componentes que se consideran "residuos". Lean es puramente crear más valor para los clientes mediante la eliminación de las actividades que se consideran residuos. Cualquier actividad o proceso que consume recursos, se suma el costo o el tiempo sin la creación de valor se convierte en el objetivo de la eliminación (Industrial Time Institute, 2012).

## Fundamentos

El proceso de pensamiento de cinco pasos para guiar la implementación de las técnicas lean es fácil de recordar, pero no siempre es fácil de lograr:

1. Especificar el valor desde el punto de vista del cliente final por familias de productos.
2. Identifica todos los pasos en la corriente de valor para cada familia de producto, eliminando siempre que sea posible aquellos pasos que no crean valor.
3. Haz que los pasos que crean valor ocurran en una secuencia ajustada de modo que el producto fluya suavemente hacia el cliente.
4. Confirme se introduce el flujo, permite que los clientes obtengan valor de la siguiente actividad en la corriente.
5. Conforme se especifica el valor, se identifican las corrientes de valor, se eliminan pasos de desperdicio y se introduce el flujo y el pull, comenzando nuevamente el proceso y siguiéndolo hasta que se alcance un estado de

perfección en el que se crea el valor perfecto sin desperdicio (Lean Enterprise Institute, 2011)

### 1.2.2.2 Objetivos de Manufactura Esbelta

Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

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

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

El principio de la reducción de costos

Los clientes constantemente tienen a las compañías bajo presión para reducir los costos y los tiempos de entrega, así como para tener la más alta calidad. El pensamiento tradicional dicta que el precio de venta es calculado por el costo más el margen de utilidad que se desea. Pero en el ambiente económico de hoy, eso es un problema. El mercado es tan competitivo que hay siempre alguien listo para tomar su lugar.

Los cliente pueden marcar el precio y la empresa no tendrá la ganancia que espera. Baja estas circunstancia, el único camino para obtener una ganancia es eliminando

desperdicios de sus procesos, y por lo tanto, reduciendo costos (Tapping, 2002, citado en Villaseñor y Galindo, 2011).

Determinando el precio que el cliente está dispuesto a pagar, y restando el costo, se puede determinar cuál será su ganancia (ganancia = precio - costo).

Los clientes frecuentemente establecen el precio y también demandan la disminución de éstos. Por eso es tan importante la eliminación de desperdicios, ya que es base para minimizar las ganancias (Villaseñor y Galindo, 2011)

#### 1.2.2.3 Valor agregado

Debido a las grandes transformaciones de la economía, los clientes son cada vez más exigentes, informados y consientes el papel importante que juegan, porque son quienes valora el producto, según Rajadell y Sánchez, (2010) menciona como concepto que el valor añadido, “es una actividad que transforma la materia prima o información para satisfacer las necesidades del cliente”.

El concepto de valor es el primer punto que el personal a cargo de la producción debe entender muy bien para poder implementar Lean. Cuando se aplica el sistema Toyota, se inicia examinando los procesos de manufactura desde el punto de vista del cliente. La primera pregunta en este sistema de producción siempre es: ¿Qué es lo que el cliente espera de este proceso? (tanto para el cliente del siguiente proceso dentro de la línea de producción, como para el cliente externo). Esto se define como valor, (Villaseñor y Galindo, 2007).

#### 1.2.2.4 Desperdicios

El sistema de producción de Toyota identifica siete tipos principales de residuos. Desde la perspectiva de este sistema un desperdicio se considera como todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio.

Se identifican siete tipos de desperdicios, estos ocurren en cualquier clase de empresa o negocio y se presentan desde la recepción de la orden hasta la entrega del producto. A continuación se explica cada uno de ellos (Liker y Meier, 2006, citado en Lean Manufacturing en español, 2008):

***Sobreproducción:*** Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.

***Transporte:*** Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento.

***Tiempo de espera:*** Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono.

***Sobre-procesamiento o procesos inapropiados:*** Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.

***Exceso de inventario:*** Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.

***Defectos:*** Repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.

**Movimientos innecesarios:** Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

La figura 1.1 muestra el porcentaje de contribución de cada tipo de desperdicio, que es aplicable dentro del desarrollo de un producto en oficinas, no sólo en las líneas de producción.

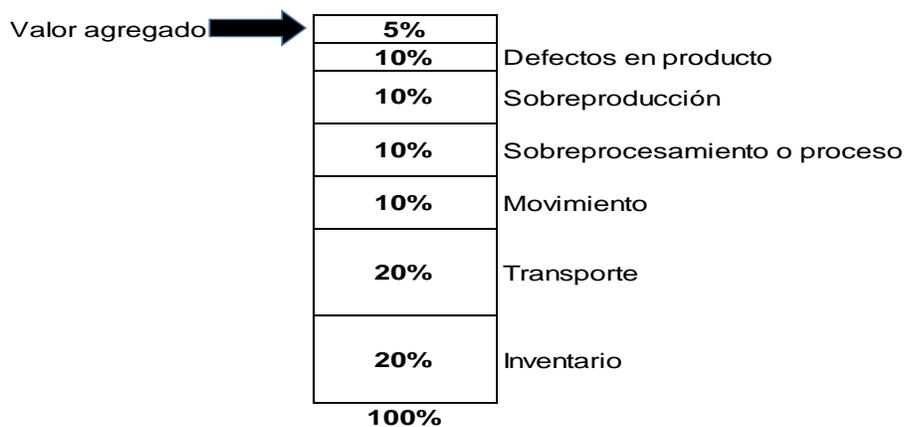


Figura 1.1 Porcentaje de los 7 desperdicios (Fuente: Villaseñor y Galindo, 2011)

### 1.2.3 Herramientas Lean

Las herramientas esbeltas se pueden agrupar dentro de cinco principios de la manufactura esbelta:

1. Valor: valor agregado, desperdicios.
2. Mapa de valor VMS
3. Flujo: Flujo continuo, células de trabajo, balanceo de líneas, trabajo estandarizado, cambios rápidos (SMED), mantenimiento productivo total, jidoka, justo a tiempo, primeras entradas primeras salidas, 5s, administración visual, poka yoke.
4. Jalar: Sistemas Kanban, heijunka (nivelación de la carga).
5. Perfección: Kaizen, medibles de lean manufacturing.

Para el caso del desarrollo de esta investigación solo se despliegan, los temas que se realizan en el presente trabajo.

### 1.2.3.1 Mapa de Valor VSM

Antes de iniciar un proceso de implementación de Lean Manufacturing, es necesario cartografiar la situación actual, mostrando el flujo de materiales y de información (Rajadell y Sánchez, 2010), esta herramienta sirve para planear y unir iniciativas de Lean a través de un proceso que provee la estructura entre la alta gerencia, gerentes, supervisores, líderes de equipo y operadores.

**Lead Time:** El lead time o tiempo de entrega es la cantidad de tiempo que transcurre entre la emisión del pedido y la disponibilidad renovada de los artículos ordenados una vez recibidos (Vermorel y Joannès, 2011).

**Selección de una familia de producto:** Un punto a entender claramente antes de comenzar, es la necesidad de centrarse en una familia de producto. Sus clientes cuidan sobre sus productos específicos, no todos sus productos.

El mapeo de la cadena de valor es caminar y dibujar los pasos en los procesos del material e información por una familia del producto "puerta a puerta "en tu planta. Identifique a sus familias del extremo del cliente de la cadena de valor. Una familia es un grupo de productos que pasan a través de procesos similares y equipo común excesivo en sus procesos en sentido descendiente.

		Pasos de ensamblado y equipamiento								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Producto	A	X	X	X		X	X			
	B	X	X	X	X	X	X			
	C	<b>Una familia de producto</b>					X	X		
	D		X	X	X			X	X	
	E		X	X	X			X	X	
	F	X		X		X	X	X		
	G	X		X		X	X	X		

Figura 1.2. Selección de la familia de producto (fuente: Rother y Shook, 1999)

**El estado actual:** Un mapa del estado actual muestra los procesos de trabajo como actualmente existen. Esto es vital para entender las necesidades para el cambio y para entender donde yacen las oportunidades de mejora.

Mientras que el mapeo de la cadena de valor aparece complejo, su construcción es fácil, llevado en pasos lógicos. Las siguientes instrucciones e ilustraciones muestran cómo se construye un mapa de estado actual.

Un equipo base debe ejecutar este ejercicio. Simplemente debe seguir los pasos para una familia de productos relacionados, que esencialmente use los mismos procesos y secuencias.

Mapeo pasó a paso: Para la elaboración del mapa actual se deben seguir los siguientes pasos:

1. Dibuje los iconos del cliente, proveedor y control de producción.
2. Ingrese los requisitos del cliente por mes y por día.
3. Calcule la producción diaria y los requisitos de contenedores.
4. Dibuje el icono que sale de embarque y el camión con la frecuencia de entrega.
5. Dibuje el icono que entra, el camión y la frecuencia de entrega.
6. Agregue las cajas de los procesos en secuencia, de izquierda a derecha.
7. Agregue las cajas de datos abajo de cada proceso.
8. Agregue las flechas de comunicación y anote los métodos y frecuencias.
9. Obtenga los datos de los procesos y agréguelos a las cajas de datos. Obsérvelos directamente todo el tiempo.
10. Agregue los símbolos y el número de los operadores.
11. Agregue los sitios de inventario y nivele en días de demanda y el gráfico más abajo.
12. Agregue las flechas de empuje, de jalar y de primeras entradas primeras salidas.
13. Agregue otra información que pueda ser útil.
14. Agregue las horas de trabajo.
15. Agregue el tiempo de ciclo y el tiempo de procesamiento
16. Calcule el tiempo de ciclo total y el tiempo total de procesamiento

**Iconos:** La elaboración del mapeo se realiza a través de los siguientes iconos:

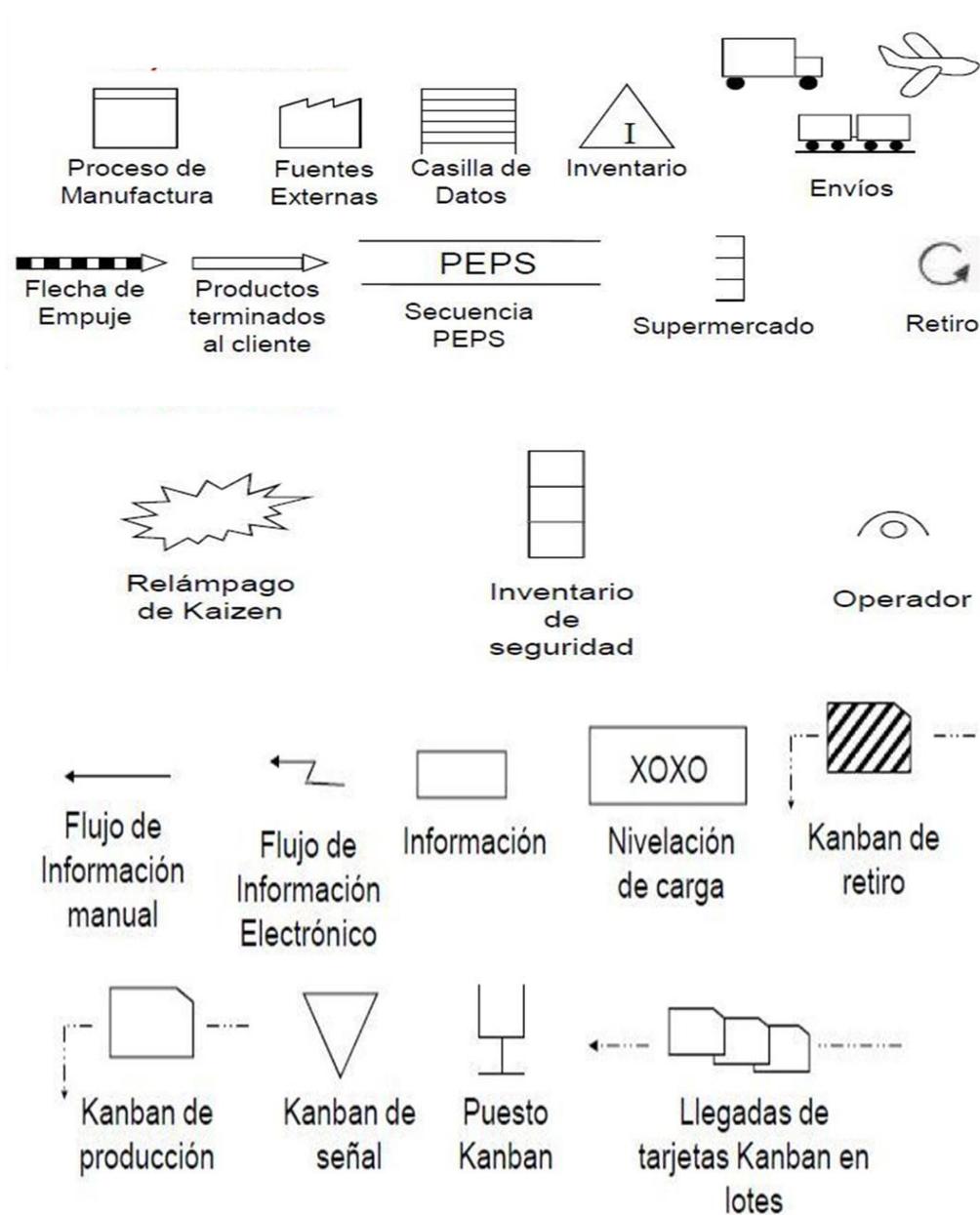


Figura 1.3. Iconos para el mapeo de valor (Fuente: Rother y Shook, 1999).

### 1.2.3.2 Mapeo del estado futuro

El mapeo del estado futuro de la cadena de valor ayuda con el largo proceso de desarrollo de tu Estrategia de manufactura esbelta. Se requiere significantes conocimientos de disciplinas básicas y de otros temas específicos. Diseñar un estado futuro requiere más arte, ingenio y estrategia que el mapeo del estado actual.

Crear una cadena de producción en la que los procesos estén encadenados a uno o varios clientes mediante un flujo continuo o con supermercados. Producir lo que el cliente necesita, cuando lo necesita.

**Flujo Continuo.** En su forma más pura de flujo continuo significa que los elementos se procesan y pasar directamente al siguiente proceso de una sola pieza a la vez. Cada paso de procesamiento completa su trabajo antes del siguiente proceso necesita el elemento, y el tamaño del lote de transferencia es una. También conocido como el flujo de una pieza y "hacer uno, pasar una" (Rother y Shook, 1999).

### 1.2.3.2 Justo a tiempo

Es una filosofía industrial, de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso productivo, desde las compras, hasta la distribución. La eliminación del desperdicio tiene como resultado a largo plazo un proceso de fabricación tan ágil, tan eficiente, tan orientada a la calidad y tan capaz de responder a los deseos del cliente, que llega a convertirse en un arma estratégica. Con un sistema de fabricación más eficiente y menos derrochador, las empresas ya no tendrán que depender del mercadeo y de la publicidad como únicos medios para hacer distinguir sus productos y captar una parte del mercado.

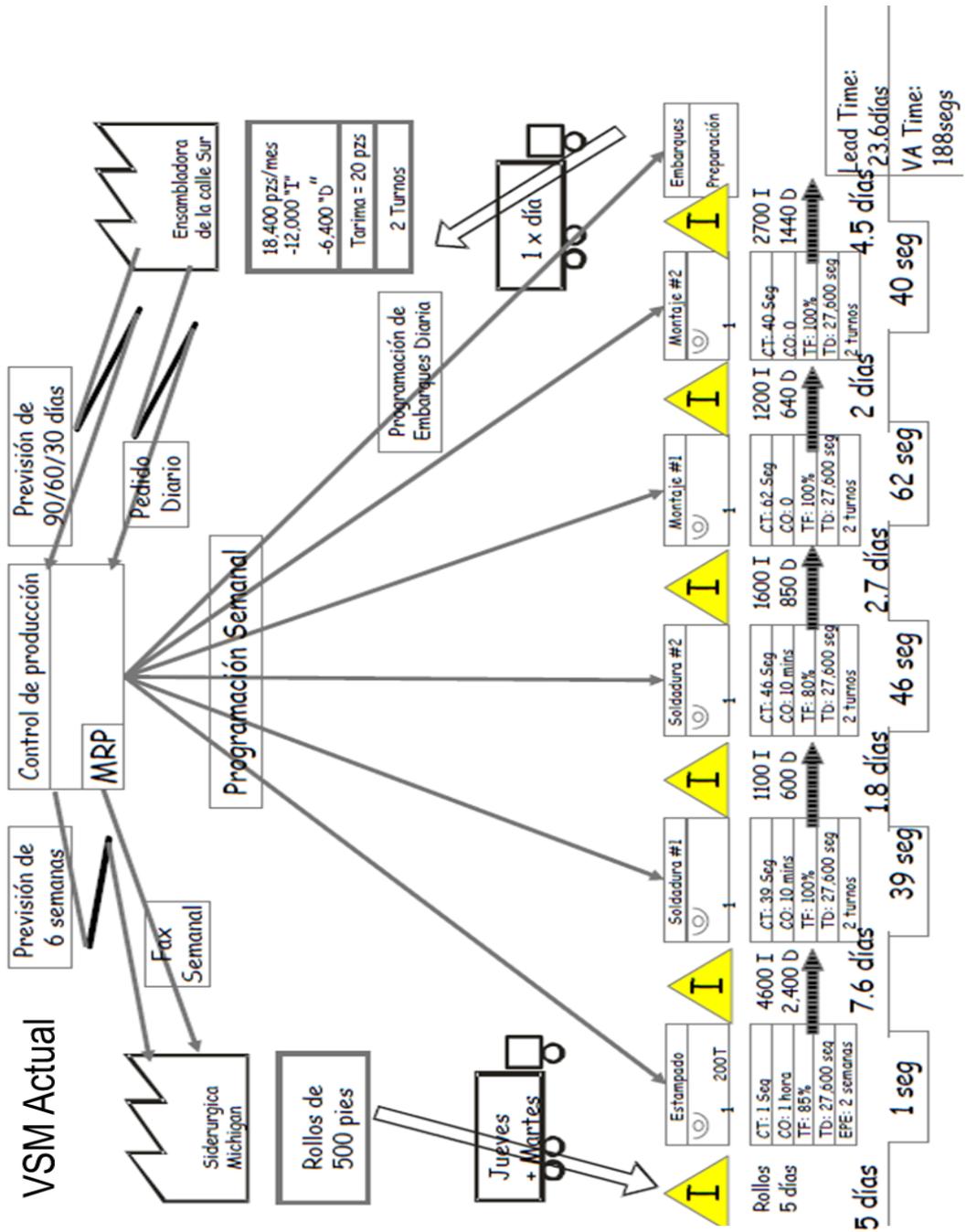


Figura 1.4. Mapeo del estado actual (Fuente: Rother y Shook, 1999)



La modalidad JAT no sólo ofrece a las empresas la oportunidad de mejorar notablemente la calidad de sus productos, si no que les permite reducir su tiempo de respuesta al mercadeo hasta un 90%. El tiempo necesario para lanzar al mercado productos nuevos o modificados de acuerdo con la petición del cliente, se reduce a la mitad. Al mismo tiempo, se requerirán menos bienes de capital para llevar a cabo lo anterior y los inventarios se podrán recortar en forma dramática, o inclusive eliminarla del todo

En la filosofía JAT hay tres importantes componentes básicos para eliminar el desperdicio.

El primer componente básico de la eliminación del desperdicio es imponer equilibrio, sincronización y flujo en el proceso de fabricación, ya sea donde no exista o donde se les pueda mejorar.

El segundo componente es la actitud de la empresa hacia la calidad: la idea de “hacerlo bien la primera vez”.

El tercer componente del JAT es la participación de los empleados. Cada miembro de la organización, desde el personal de la fábrica hasta el más alto ejecutivo, tiene una función que cumplir en la eliminación del desperdicio y en la solución de problemas que ocasionan desperdicios.

La fabricación justo a tiempo puede dar buenos resultados en cualquier tipo de industria. Más aún, ahora estamos viendo que también podemos aplicarlo en empresas no manufacturera, en palabras sencillas, la filosofía JAT consta de unas suposiciones básicas sobre la manera correcta e fabricar y la manera correcta de hacer negocios con los proveedores y los clientes, que conducen a una fabricación eficiente y productiva (Hay, 1987).

#### 1.2.3.3 Primeras entradas, primeras salidas (PEPS).

Este procedimiento se emplea cuando las primeras mercancías que entran son las primeras que salen. Este método consiste básicamente en darle salida del inventario

a aquellos productos que se adquirieron primero, por lo que en los inventarios quedarán aquellos productos comprados más recientemente (Polilibros, 2010).

#### 1.2.3.4 Administración visual.

El Visual Management (VM), también conocido como: Fábrica Visual, Administración Visual o Gestión Visual, es una herramienta que permite transmitir información a través de controles o dispositivos visuales (cartelería, colores, formas, luces, etc.) 5S y Gestión visual pueden implementarse en conjunto.

La visualización permanente de las metas y gráficos de evolución de indicadores en la líneas de producción, marcaciones que indican niveles máximos y mínimos de material, así como los carteles PASA/NO PASA, que indican cómo debe y no debe ensamblarse una pieza, atornillarse, cortarse, etc. forman parte de la gestión visual (Aprendiendo sobre la manufactura Lean, 2013).

#### 1.2.3.5 Sistema de Jalar.

Uno de los principales elementos del Sistema de Producción Toyota (TPS) y por consiguiente del logro del Justo a Tiempo (JIT) es el poner en práctica los sistemas de Jalar o Pull Systems. Bajo este esquema, es requisito que de no poderse dar un flujo continuo, se requiere jalar. Un sistema de jalar consiste en desarrollar señales para que a través de nuestro proceso productivo solo se produzca o se entregue (de no ser una empresa manufacturera) la cantidad necesaria que nuestro cliente requiera, o la mínima factible en caso de no ser posible lo primero. Esto se hace desde el bien final que se produzca o entregue, y de ahí a través de todo el proceso, de tal manera que se pueda lograr la eliminación de dos desperdicios principales que las operaciones tienen, como son la sobreproducción, y el exceso en inventarios. Esto se logra a través de una herramienta que se enseña también en este módulo, como lo es el Kanban (señal) que puede desarrollarse en varias formas, principalmente mas no limitado a tarjetas, y la aplicación del concepto de supermercados que puede aplicarse a la materia prima, inventarios en proceso y producto terminado, o entre procesos (CONAII, 2003).

### 1.2.3.6 Kanban.

El nombre Kanban se refiere a las etiquetas que se ponen a las piezas y productos para identificarlas durante los diferentes procesos de fabricación y transporte en las empresas, no obstante la filosofía Kanban abarca un terreno. La metodología Kanban está enfocada a crear un sistema de producción más efectivo y eficiente, enfocándose principalmente en los campos de la producción y la logística.

Los sistemas Kanban consisten en un conjunto de formas de comunicarse e intercambiar información entre los diferentes operarios de una línea de producción, de una empresa, o entre proveedor y cliente. Su propósito es simplificar la comunicación, agilizándola y evitando errores producidos por falta de información.

El ejemplo más común de “Kanban” son las etiquetas que se les incorporan a los productos mientras son fabricados, para que posteriormente quede identificado a dónde tienen que enviarse o qué características tiene.

Los “Kanban” también pueden ser ordenes de trabajo, es decir, incluir información acerca de información acerca de qué operaciones se deben hacer y con cada producto, en qué cantidad, mediante qué medios y como transportarlo.

#### Tipos de Kanban

Estos son algunas de las formas de implementar un sistema Kanban:

- Etiquetas de transporte con información de lo que contiene cada paquete y su destino.
- Etiquetas de fabricación con información de las características del producto a fabricar.
- Etiquetas con cualquier otro tipo de información relevante para la realización de las actividades.

Estas etiquetas pueden estar en formato tradicional (escritas a mano o a máquina), o bien incluir la información codificada en códigos numéricos, o en formato de código de barras para ser leídas por un lector conectado a un ordenador.

#### 1.2.4 Gestión logística

La nueva realidad competitiva presenta un campo de batalla en donde la flexibilidad, la velocidad de llegada al mercado y la productividad serán las variables claves que determinarán la permanencia de las empresas en los mercados. Y es aquí donde la logística juega un papel crucial, a partir del manejo eficiente del flujo de bienes y servicios hacia el consumidor final.

Logística es un término que frecuentemente se asocia con la distribución y transporte de productos terminados; sin embargo, ésta es una apreciación parcial de la misma, ya que la **logística se relaciona con la administración del flujo de bienes y servicios, desde la adquisición de las materias primas e insumos en su punto de origen, hasta la entrega del producto terminado en el punto de consumo.**

De esta forma, todas aquellas actividades que involucran el movimiento de materias primas, materiales y otros insumos forman parte de los procesos logísticos, al igual que todas aquellas tareas que ofrecen un soporte adecuado para la transformación de dichos elementos en productos terminados: las compras, el almacenamiento, la administración de los inventarios, el mantenimiento de las instalaciones y maquinarias, la seguridad y los servicios de planta (suministros de agua, gas, electricidad, combustibles, aire comprimido, vapor, etc.).

Las actividades logísticas deben coordinarse entre sí para lograr mayor eficiencia en todo el sistema productivo. Por dicha razón, la logística no debe verse como una función aislada, sino como un proceso global de generación de valor para el cliente, esto es, un proceso integrado de tareas que ofrezca una mayor velocidad de respuesta al mercado, con costos mínimos.



Figura 1.6 Proceso logístico (Fuente: Monterroso, 2000)

#### 1.2.4.1 El rol de la gestión logística en el servicio al cliente

El manejo adecuado de los flujos de bienes y servicios es de crítica importancia, no solamente para lograr una reducción en los costos asociados a los procesos de abastecimiento, producción y distribución, sino también para ofrecer una rápida respuesta a los requerimientos de los clientes.

Las tareas de almacenamiento y los traslados innecesarios de materias primas, materiales, productos en proceso y productos finales, son actividades que generan un gran porcentaje de los costos y, sin embargo, no agregan valor para el cliente. Es tarea de la logística eliminar todas aquellas actividades que comprometen costos sin agregar valor, con el fin de aumentar la eficiencia del sistema y ofrecer una rápida velocidad de respuesta a los requerimientos de los clientes.

Las ventajas que una organización puede obtener por su superioridad tecnológica, por su localización preferencial, por la calidad de sus productos o por la excelencia de sus recursos humanos, pierden valor si el producto o el servicio no están disponibles en el momento exacto en que los consumidores lo requieren. La velocidad de llegada al mercado, esto es, la rapidez de respuesta a los pedidos de

los clientes, se convierte entonces en una herramienta indispensable para crear valor y lograr una buena posición en la carrera de la competencia.

#### 1.2.4.2 Logística, Integración y estrategia

El alineamiento del proceso logístico con la estrategia empresarial es vital para lograr una posición sustentable en el mercado; de la misma forma que las estrategias de producción, comercialización, personal y finanzas, la logística debe guardar una coherencia interna y responder a los objetivos básicos de la compañía.

El enfoque en el mercado, la integración de las funciones en la empresa, el adecuado manejo de la información y la coordinación los procesos logísticos, constituyen los preceptos básicos para la construcción de una estrategia diferenciadora que genere una propuesta de valor superior para el cliente.

#### 1.2.4.3 El sistema logístico

En los párrafos anteriores hemos visto que la logística es un proceso relacionado con la administración eficiente del flujo de bienes y servicios y que su operatoria afecta el desenvolvimiento de muchas áreas de la organización. Por dicha razón, podemos hablar de una Sistema Logístico que, mediante la sincronización de sus funciones componentes, permite lograr un flujo ágil para responder velozmente a una demanda cambiante y cada vez más exigente.

Como todo sistema, su análisis y la comprensión del mismo pueden obtenerse a partir del estudio de sus partes componentes. De esta forma, podemos abordar el sistema logístico considerando los siguientes subsistemas (Monterroso, 2010):

- Logística de Abastecimiento: que agrupa las funciones de compras, recepción, almacenamiento y administración de inventarios, e incluye actividades

relacionadas con la búsqueda, selección, registro y seguimiento de los proveedores.

- Logística de planta: que abarca las actividades de mantenimiento y los servicios de planta (suministro de agua, luz, combustible, etc.), como así también la seguridad industrial y el cuidado del medio ambiente.
- Logística de distribución: que comprende las actividades de expedición y distribución de los productos terminados a los distintos mercados, constituyendo un nexo entre las funciones de producción y de comercialización.

Los subsistemas de Abastecimiento y de Servicios de Planta pueden ser agrupados bajo la denominación de **Logística de Producción**, ya que ambos se relacionan íntimamente con las tareas propias de fabricación de bienes y/o prestación de servicios (Monterroso, 2000).

### **1.2.5 Logística Lean**

A pesar que los conceptos Lean han sido más fácilmente entendidos y aplicados en entornos de producción. Lean es una herramienta muy potente para la optimización cualquier tipo de proceso operativo y administrativo en la Cadena de Suministro (planificación, compras-aprovisionamiento, almacenaje y distribución y logística inversa), con vistas a obtener reducción de costes, mejora de eficiencia y del nivel de servicio (GlobalLean, 2012).

El término lean fue integrado dentro de la Supply chain como un concepto que involucra disminución de procesos ,eliminación de costos ineficientes, mejora en el tiempo de ejecución, aumento en la rapidez y la fluidez de la información y mejora continua en la calidad de los servicios prestados durante todo el proceso.

La logística Lean es un reto continuo, en especial la reducción de tiempos en la entrega “puerta a puerta” cuando las distancias son grandes, si se tiene claro que hay muchas partes involucradas (cerca de 17 partes desde el embarque, proveedor,

transportadores terrestres, freight forwarders, terminales, warehouses, agentes de aduana, navieras, aerolíneas, y las mismas figuras en destino).

#### 1.2.5.1 Relación Logística Lean

La respuesta es todo, ya que indica que los pasos involucrados dentro de la cadena logística se realizan de forma limpia, eliminando todo lo que involucre ineficiencias. Existe además una conexión muy fuerte entre el termino Lean y la cultura del Six Sigma pues esta aprovecha los puntos fuertes y débiles de cada disciplina para crear un modelo cultural y operativo, que ayude a los gerentes de logística a resolver asuntos que son complejos por naturaleza, al tiempo que mejora las operaciones en todos los niveles

Lean es una continuación de la cultura Six Sigma la cual busca reducir al máximo las variaciones en los eventos que deben suceder dentro de un proceso, buscando por tanto que el margen de error en los procesos siempre tienda a cero (LLSAS,2012).

Las operaciones logísticas pueden llegar a generar entre el 10% y 40% del costo del producto, y más del 50% de ese coste está constituido por actividades que no agregan valor. La logística esbelta asegura procesos ágiles de logística reduciendo considerablemente la variación (Socconini, 2011).

Ahora es el momento en que se buscan métodos de mejora y reducción de costos, hay muchas empresas que nos son capaces de cuantificar cuanto les cuesta la logística según la European logistics Asociation (ELA) más de un 40% de empresas desconocen el desglose de sus costes logísticos que en algunos sectores industriales pueden llegar al 14% del total.

Aprender de otros sectores y negocios se ha convertido en algo crítico, para innovar, mejorando el servicio, teniendo el nivel de inventario adecuado y reduciendo los costes logísticos (Excelean, 2011).

Juntos Lean y Six Sigma aportan a la logística un marco de referencia para el análisis a través de mapas de valor, los cuales permiten conocer a detalle todos los procesos logísticos. Usando esa información, se aplican correctamente las herramientas Lean y Six Sigma para lograr flujos de información y conocimiento confiables a lo largo de toda la cadena de suministro.

Bajo este enfoque se vuelve común el uso de palabras como “takt time” o “pitch”, las cuales engloban el concepto que permite entender la velocidad de compra del cliente final. Y será bajo este ritmo de compra que se sincronizarán todas las actividades desde la producción y hasta las entregas.

Cuando se comprende que lo más importante es que la comunicación fluya desde la demanda real del cliente final, y así en cada eslabón de la cadena, hasta los proveedores. Se debe trabajar colaborativamente para dejar de adivinar las necesidades del cliente mediante pronósticos y, en su lugar, usar la demanda real para planificar la producción y las entregas y de esta manera desarrollar un sistema de suministros altamente efectivo y rentable (Socconini, 2011).

#### 1.2.5.2 Objetivos de la Logística Lean

Los principales objetivos de una implantación de Logística Lean son:

**Detectar y eliminar los desperdicios asociados a los procesos logísticos con vistas a desarrollar procesos más ágiles, eficientes y productivos, que puedan lograr mayores niveles de competitividad y desarrollar equipos de trabajo motivados y entrenados para resolver problemas que sustenten una cultura de mejora continua.**

#### 1.2.5.3 Beneficios de la Logística Lean

Los beneficios que ofrece la implantación de logística Lean son:

- Flexibilizar las operaciones, ajustándose mejor a las fluctuaciones de la demanda.

- Reducir los costes y el stock, eliminando todos los desperdicios, mejorando el retorno financiero y la tesorería.
- Incrementar la productividad.
- Reducir los tiempos de entrega.
- Asegurar la calidad en cada operación, reduciendo los defectos que llegan a los clientes.
- Mejorar el nivel del Servicio ofrecido a los clientes (GlobalLean, 2012).

Algunos resultados típicos que se han conseguido tras algunas implementaciones son:

- Tiempos de entrega de 8 semanas a sólo 2 días
- Reducción de inventarios de 4 meses a sólo 15 días
- Reducción de un 50% en los costes de mala calidad causados por el manejo de materiales
- Incremento en la rotación los inventarios de 4 por año a 12, en menos de 1 año y con posibilidad de seguir aumentándola.

Para poder alcanzar estos resultados, en su libro ***Lean Six Sigma Logistics***, escrito por Goldsby y Martichenko (2005), comentan lo siguiente:

“El impacto de Lean logístico es significativo. Un error común de la filosofía Lean es que sólo es de aplicación en los entornos de fabricación. El objetivo de Lean es para eliminar los residuos, disminuir las existencias de trabajos en proceso, y, a su vez, disminuir el proceso de fabricación y los plazos de entrega, en última instancia, aumentar la velocidad de la cadena de suministro y el flujo. Inclinar se también tiene un elemento cultural fundamental para él que es crucial para el logístico, el concepto de "costo total".

El practicante de Lean no se centra en los factores de costos individuales, tales como el transporte o el almacenamiento, sino que se centra en el precio total. Con costos de inventario que representan del 15 al 40 por ciento de los costos totales de logística para muchas industrias, la toma de decisiones basadas en el costo total tiene implicaciones dramáticas para el proceso logístico”.

En conclusión, podemos pensar que las empresas que no se preparen para ser ágiles y excelentes, no podrán competir en un mundo globalizado y con tantos retos. Por eso ya “no son los grandes los que se comen a los chicos, sino los rápidos a los lentos” (Socconini, 2011).

### **1.3 Marco contextual**

#### **1.3.1 Industria Textil en México**

La industria textil mexicana juega un papel importante, tanto en el mercado nacional como en el estadounidense. Su aportación económica a diversas entidades del país la ubican como una actividad productiva dinámica y relevante.

En la década de los noventa, la industria textil se favoreció con la apertura comercial y aprovechó las ventajas arancelarias, en especial las del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (Patlan y Delgado, et al., 2010).

La industria textil mexicana se integra principalmente por micro y pequeñas empresas (85.9%). En 2006, la producción nacional de fibras químicas estuvo centrada en fibras sintéticas (93.1%) más que en fibras artificiales (6.9%).

En términos de valor existe mayor énfasis en la fabricación de insumos textiles (69.5%) frente a la confección de productos textiles (30.5%); durante 2003-2006, el segmento que arrojó un mayor crecimiento fue el dedicado a la fabricación de productos textiles (15.5%).

En 2006, el total de exportaciones e importaciones textiles ascendió a 24,610.2 y 73,217.5 millones de pesos, con un déficit en la balanza comercial de 46,607.3 millones de pesos.

Los principales productos exportados por la industria textil mexicana son fibras y filamentos sintéticos y artificiales (24.1%).

En 2006, México participó con el 1.0% a las exportaciones mundiales de textiles, en tanto que las importaciones de textiles realizadas por nuestro país representaron el 2.6% del total mundial.

Para conocer la situación de las empresas de la industria textil mexicana, durante 2004 y 2005 el CEC-ITAM realizó una encuesta independiente a una muestra de 105 empresas de la industria textil en ocho entidades federativas: Aguascalientes, Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Puebla y Tlaxcala.

Los principales resultados obtenidos en la encuesta indican que el 64.8% de las empresas textiles tiene 30 años o menos de haber iniciado operaciones, el 93.3% es independiente y el 97.1% cuenta únicamente con capital nacional.

Por lo que se refiere a sus actividades productivas, se identificaron empresas que realizan desde una actividad de la cadena hasta aquellas que se encuentran en parte integradas verticalmente y que ofrecen paquete completo.

En lo particular, el 39.0% realiza hilatura, 58.1% tejido, 59.0% acabados textiles y 63.8% fabrica productos textiles terminados. Por lo que atañe a la comercialización y ventas, se identifica que un alto porcentaje de las empresas encuestadas vende su producto principalmente en la región (44.8%) y en otros estados diferentes a donde se ubica la empresa (80.0%).

Un bajo porcentaje de las empresas depende de un pequeño número de clientes, específicamente el 16.2% tiene entre 1 y 10 clientes.

El 40.0% de las empresas exporta y sus principales mercados corresponden a la región del TLCAN, Europa y América Latina.

Por lo que toca a la tecnología con que cuentan las empresas se identifica que únicamente el 26.5% tiene maquinaria computarizada para hilatura, 36.9% para tejido y 15.7% para teñido (Patlan y Delgado, et al., 2010).

Tabla 1.2 Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2005-2009.

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal (año 2009)
<b>Actividades primarias</b>	<b>4.72</b>
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	4.72
<b>Actividades secundarias</b>	<b>29.97</b>
Minería	0.01
Construcción y Electricidad, agua y gas	3.91
Industrias Manufactureras	26.05
<b>Actividades terciarias</b>	<b>65.31</b>
Comercio, restaurantes y hoteles (Comercio, Servicios de alojamiento temporal y de Preparación de alimentos y bebidas).	13.3
Transportes e Información en medios masivos (Transportes, correos y almacenamiento)	14.07
Servicios financieros e inmobiliarios (Servicios financieros y de seguros, Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles)	16.81
Servicios educativos y médicos (Servicios educativos, Servicios de salud y de asistencia social)	10.95
Actividades del Gobierno	6.52
Resto de los servicios* (Servicios profesionales, científicos y técnicos, Dirección de corporativos y empresas, Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos, y Otros servicios excepto actividades del Gobierno )	3.66
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fuente (INEGI, 2003)

### **1.3.2 Tlaxcala y la industria manufacturera**

El estado de Tlaxcala se ha caracterizado por ser una industria textilera, dentro de la actividad económica del estado, las actividades secundarias aportan un 29.97% y dentro de la cual la industria manufacturera aporta el 26.05%.

Tlaxcala cuenta con una gran variedad de empresas pero el 36% se dedica a la industria de la producción textil (SEDECO, 2012), siendo Saint Gobain ADFORS.

### **1.3.3 Historia del Grupo Saint Gobain**

El Grupo Saint-Gobain es una empresa multinacional, creada en Francia, en 1665 por el Ministro de Finanzas, Jean-Baptiste Colbert, para suministrar el vidrio para el Salón de los Espejos del Palacio de Versalles. Actualmente está presente desde Alemania, Italia, España, Bélgica, Brasil, Estados Unidos, India, México entre otros. Saint-Gobain es desde el año 2003, uno de los 100 grupos industriales a nivel mundial. Saint Gobain es líder en cada una de sus actividades, las cuales se engloban en 4 sectores:

- Envases
- Materiales Innovadores (Vidrio, Materiales de alto desempeño)
- Construcción
- Distribución

### **1.3.4 Saint Gobain México**

Saint-Gobain está presente en México desde hace medio siglo, empleando a más de 3,500 personas. En sus plantas industriales, alrededor del país, produce y distribuye vidrio plano, vidrio automotriz, vidrio para electrodomésticos, hilos para tejidos de refuerzo de fibra de vidrio, tela mosquitero de fibra de vidrio, yeso, paneles y plafones de yeso, abrasivos y plásticos de alto desempeño. Comercializa tuberías de hierro dúctil para la canalización de agua.

### **1.3.5 Adfors Saint Gobain Tlaxcala**

Tlaxcala cuenta con 2 plantas productivas de producción de fibra de vidrio para refuerzos textiles (Adfors México y Saint Gobain Vetrotex América), ubicadas en Ciudad industrial Xicoténcatl, en Tetla de la solidaridad.

Desde el año 2000, se especializa en la elaboración de mallas para mosquitero a partir del hilo de fibra de vidrio producido por Saint Gobain Vetrotex América.

La calidad y tecnología empleada en la elaboración de su producto, substituye a los mosquiteros tradicionales que se fabrican en algodón y en aluminio. Más de 100 personas integran un gran equipo de trabajo. Las aplicaciones de los productos de esta empresa se encuentran en los sectores de la construcción, ingeniería e industria en general.

Dentro del mercado productos como FIBATAPE, GLASGRID, VERTEX, NEWYORK WIRE, NOVELIO, son los las marcas comerciales de venta.

Tlaxcala realiza la producción del producto que a la venta se vende como NEW YORK WIRE, en sus diferentes productos como son, Negro estándar, Pool & Patio, los cuales son dos de sus principales productos, de los cuales se producen aproximadamente el 70% de la producción total (SG, 2013).

# **CAPITULO II. Descripción de la Metodología**

## 2.1 Metodología

En esta parte se describen los pasos metodológicos para el logro de los objetivos y valoración de la hipótesis de la presente investigación.

A continuación se presenta mediante un diagrama la metodología de selección del modelo y posteriormente se detalla cada uno de sus componentes.

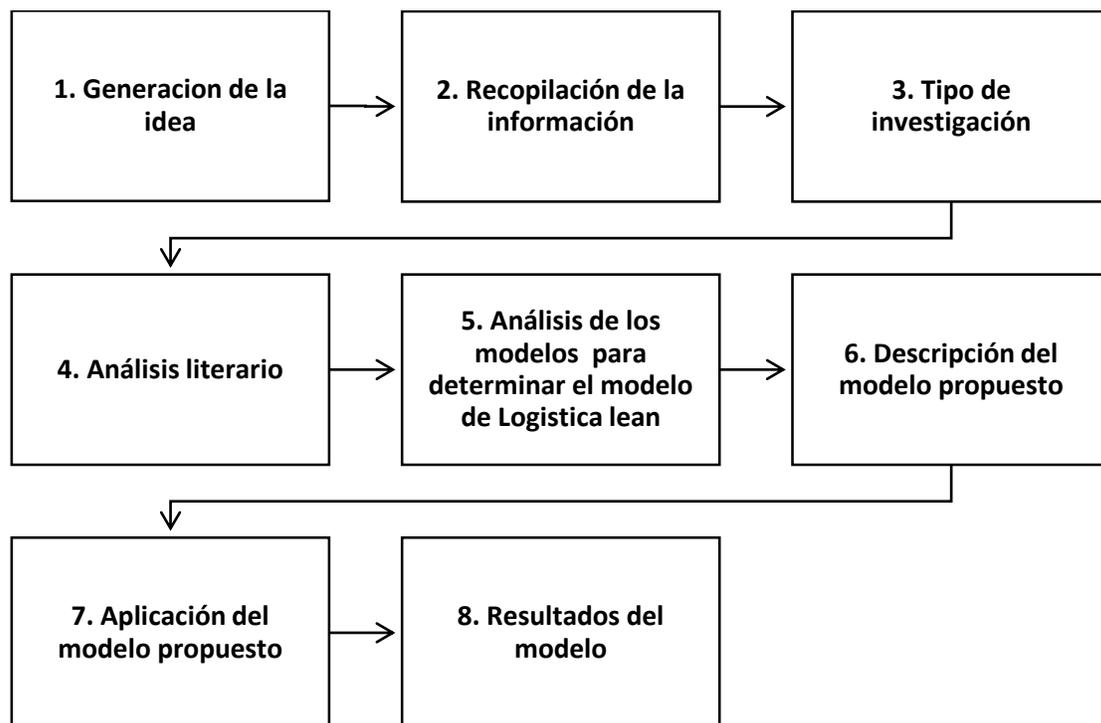


Figura 2.1 Metodología (Fuente: elaboración propia)

1. **Generación de la idea.** Se realiza a partir de la experiencia que se tiene de la empresa en estudio y la necesidad de aportar un proyecto de mejora integral que pueda mejorar sus operaciones, todo esto sustentado en la sección de elementos protocolarios y especificados en los antecedentes del problema.
2. **Recopilación de la información.** Se realiza la búsqueda de literatura relacionada con la aplicación de logística lean, buscando principalmente bases científicas aplicadas, es decir, información referente a aplicaciones prácticas realizadas en alguna industria, sin

embargo al realizar la recopilación se detecta que se encuentran artículos de recopilaciones literarias y emisión de herramientas aisladas tanto de lean, six sigma y logística en algunos giros y en algunos casos las metodologías se aplican de manera separada, estos artículos analizados se detallan en el estado del arte de esta investigación.

3. **Tipo de investigación.** La investigación que se realiza es una combinación de investigación, descriptiva, explicativa y experimental. La investigación descriptiva busca especificar las características del proceso en estudio que es sometido a un análisis, se vuelve explicativo ya que se analizan las causas de los fenómenos que afectan el problema en estudio y termina siendo experimental ya que se actúa conscientemente sobre el objeto de estudio para conocer los efectos de los actos producidos por la investigación.
4. **Análisis literario.** Dentro de la recopilación de la información se estudia un artículo denominado “Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma”(Mantilla y Sánchez, 2012), en el cual se propone un modelo teórico de aplicación de 3 metodologías (Logística, Lean, Six sigma), a partir de la descripción y entendimiento de su propuesta, se lleva a cabo una adaptación en la cual se considera la estructura general del modelo original propuesto y la adaptación de la metodología lean del diplomado de “ Lean Manufacturing” impartido por la universidad Anáhuac Puebla.
5. **Análisis de los modelos para determinar el modelo de logística lean.** En la figura 2.2 Se muestra “el modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma” (Mantilla y Sánchez, 2012), del cual se tomó la estructura general del modelo, el cambio para el modelo de aplicación va dirigido hacia la logística de planta y no a la cadena de suministro. La figura 2.3 muestra la propuesta de aplicación de Manufactura lean, de este modelo se adaptan de la etapa uno a la tres dentro del modelo tecnológico, la etapa cuatro se omite del modelo por el alcance de aplicación, La fusión queda de la siguiente manera:
  - **Elementos de Enfoque y etapa de estabilizar.** Dentro de esta etapa los elementos de enfoque son: Clientes, procesos, hechos y datos y proveedores, y las herramientas a utilizar en estabiliza son el VSM actual, VSM futuro.

- **Elemento de desarrollo.** Aplicación de herramientas y principios de mejora.
- **Elementos de resultado.** Por la parte de Lean, busca aumentar la velocidad de proceso y reducir el desperdicio, por la parte de Six Sigma busca, aumentar el valor y reducir la variación.
- **Objetivos.** Aumentar el valor de procesos y reducir los costos.
- **Alineación de la logística de planta.** En función de que dentro del primer alcance para la mejora las empresas, tienen injerencia directa con la planta el modelo de adapta para la logística de planta.

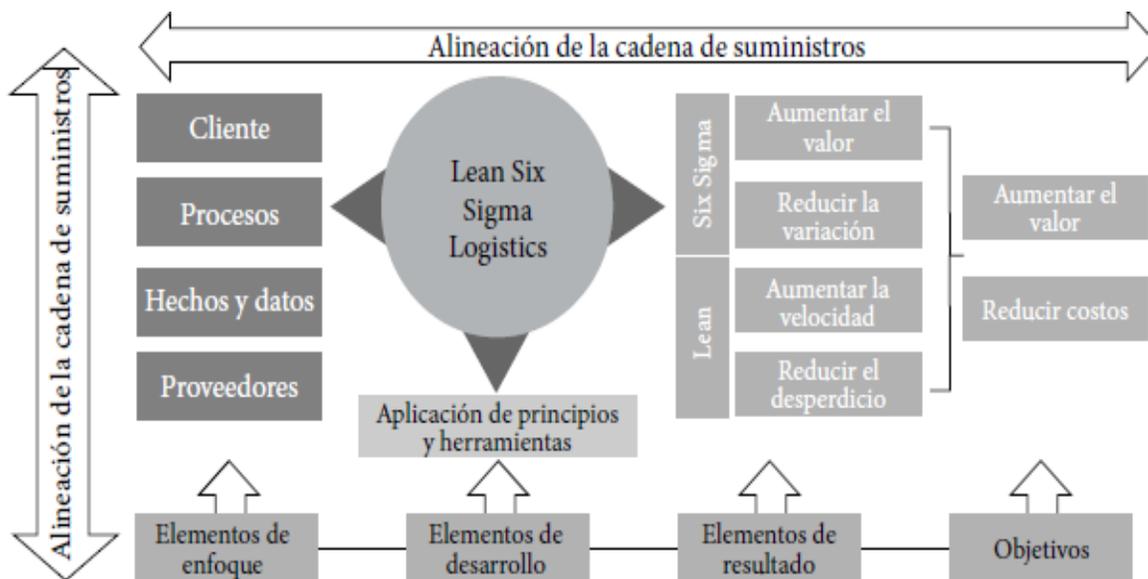


Figura 2.2 Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma” (Fuente: Mantilla y Sánchez, 2012)

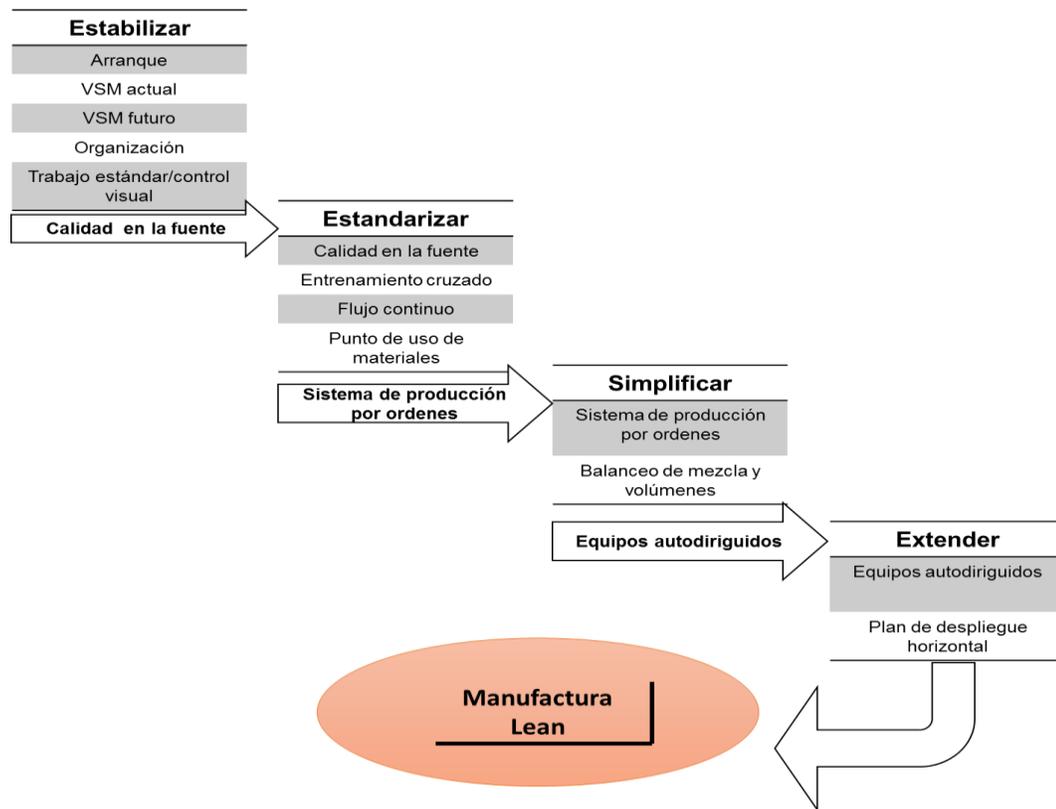


Figura 2.3 Modelo de Manufactura Lean (Fuente: Universidad Anáhuac, 2009)

6. **Descripción del modelo.** El modelo se divide en:

- **Objetivos.** El modelo busca obtener beneficios como el aumento del valor en los procesos y la reducción de costos, esto a través del aumento de velocidad y reducción de desperdicios.
- **Alineación de la logística de planta.** Busca enfocar el proceso logístico en planta para mejorar el servicio al cliente y minimizar costos logísticos, alineando el suministro y la demanda.
- **Elementos de enfoque y etapas de aplicación:** los elementos de enfoque son la parte táctica del modelo, es decir, a través de su aplicación es como se pueden obtener tanto los objetivos antes mencionados, como la alineación de la logística de planta, y a través de ellos se aplican herramientas tanto de diagnóstico, como de mejora y expansión en los procesos seleccionados para la mejora.

### 2.1.1 Descripción del modelo

Los elementos de enfoque y etapas de aplicación son las siguientes:

#### 2.1.1.1 Herramientas y elementos de estabilizar.

Esta es la primera etapa de aplicación de la metodología, en ella se diagnostica la situación en la que se encuentra la empresa ya que se identifica de manera global todos y cada uno de sus procesos, tanto de información como de producción, dentro de esta etapa se utilizan herramientas de diagnóstico como la selección de la familia, VSM actual, VSM futuro, sus elementos de enfoque son: clientes, procesos, hechos y datos, y proveedores, tanto las herramientas como los elementos se describen a continuación:

#### Herramientas

- **Selección de la familia.** En esta parte se realiza un listado de todas las familias de producto, se indican las operaciones y/o procesos por donde pasan en la cadena productiva, eligiendo el producto que pase por el mayor número de máquinas, o en su defecto el producto más importante para la empresa en función de su volumen o costo, la familia seleccionada será mapeada en el VSM actual.
- **VSM actual.** El mapa de valor (VSM) es una representación gráfica de elementos de producción e información en donde podemos observar y entender su flujo. representa una herramienta fundamental para realizar el despliegue del modelo de logística lean, ya que en él se pueden identificar las principales fuentes de desperdicio, las oportunidades de mejora y proyectar las herramientas de Lean que se ocuparan en la etapa de estandarizar para mejorar los flujos de la planta, la metodología de elaboración es la siguiente:
  - Determinar la demanda del cliente en función de la familia de producto identificada
  - Determinar el tack time (tiempo de entrega en segundos al cliente)

- Flujo de información. Recolectar información de flujo de Cliente(s)-planta, sistema de planeación de producción, proceso de requerimiento de planeación a compras, compras a proveedores y proveedores a planta.
- Flujo de proceso. Recolección de datos como tiempos ciclo, operadores, eficiencia de proceso, inventarios de materia prima, proceso y producto final.
- **VSM futuro.** Es una proyección de mejora para establecer el estado ideal del flujo de la planta, siempre buscando eliminar procesos innecesarios que alargan el proceso. Para dibujar el estado futuro se consideran los siguientes puntos:
  - Desarrollar un flujo continuo siempre que las operaciones puedan estar una después de la otra.
  - Cuando no se junten las operaciones, introducir supermercados para unir los flujos discontinuos.
  - Implementar procesos kaizen para aplicar herramientas Lean conforme se necesiten.

## Elementos

- **Clientes.** El cliente es la razón de ser de un negocio, ya que es quien provee de ingresos a la compañía y le permite mantenerse y crecer dentro del mercado, por ende todas las acciones de la empresa deben ser medidas con respecto al cliente. Para realizar un mejoramiento se debe considerar que los cambios en los requerimientos del cliente afectan los procesos de la empresa.
- **Procesos.** Los procesos dentro de la empresa son en donde se materializa el requerimiento del cliente por tal motivo, los procesos productivos deben ser ágiles, tanto en flujo de información como de producción. Cuanta más complejidad se agrega al proceso logístico más difícil es su manejo y control, ya que hay más pasos y estos son un elemento multiplicador de errores y por lo tanto de posibles defectos.

- **Hechos y datos.** El propósito es recopilar información y datos que ilustren la realidad de la situación de la empresa para no basar el mejoramiento en suposiciones o valoraciones cualitativas. El correcto análisis de datos permite comprender lo que sucede y facilita la detección de causas.
- **Proveedores.** Si bien no son el objetivo principal, son un eslabón clave dentro de la cadena. Ya que se podrá operar bajo un esquema más esbelto y flexible. Realizar una buena labor de aprovisionamiento puede conducir a reducir el volumen y costos de inventarios, tiempos de ciclo y aumentar la calidad del producto o servicio a los clientes.

#### 2.1.1.2 Herramientas y elementos de estandarizar.

En esta etapa se aplican las herramientas de mejora identificadas en la etapa de estabilizar, buscando alcanzar las mejoras del VSM futuro establecido, el enfoque es realizar la mejora tanto del flujo de información como de proceso, eliminando todos aquellos desperdicios que afectan el flujo continuo y mejorar el lead time total, a continuación se describe los elementos y herramientas a utilizar en esta etapa:

##### Herramientas

- Aplicación de principios y herramientas. Una vez realizado el VSM actual, se procede a realizar los siguientes pasos para aplicar herramientas de mejora:
  - Identificar principales desperdicios de la planta
  - Elegir herramientas de mejora para eliminar o reducir el desperdicio identificado
  - Aplicar la herramienta de mejora

##### Elementos

- Flujo de información y de materiales. Estos dos elementos se representan en el mapeo de valor y son los elementos importantes en donde se generan los desperdicios de la planta, estos generan que el tiempo total de proceso se vea

afectado, ya que impactan directamente tanto a los clientes internos (proceso a proceso), como a los externos.

#### 2.1.1.3 Elementos y objetivos de simplificar

En esta etapa, se busca que los sistemas de flujo de información, de producción y materiales trabajen sincronizados bajo un sistema de jalar, de acuerdo a las demandas de los clientes, se integra por la validación de los sistemas de producción, Flujo de información y materiales dando como elementos de resultado una mejora en el flujo continuo y en los niveles de desperdicio, tanto la etapa de simplificar como la etapa de estandarizar pueden ser etapas repetitivas es decir, una vez identificas las oportunidades de mejora en el VSM actual y futuro se empieza a trabajar con los principales problemas que afectan los flujos, se aplicar el modelo y regresar a la etapa de estandarizar para aplicarla a otro problema identificado en el VSM actual, esta etapa se integra por:

- **Sistema de producción, flujo de información y materiales.** Las herramientas elegidas en la etapa de estandarizar para la mejora del flujo afectan tanto a los sistemas de producción, flujo de información y materiales para que sincronizados para la eliminación de los desperdicios identificados, las mejoras se ven reflejadas en esta etapa y deben ser mantenidas a través del tiempo.

Elementos de resultado:

- **Lean.** La aplicación de esta metodología tiene dos objetivos principales, aumentar la velocidad, es decir reducir todos aquellos desperdicios que incrementen el tiempo total del proceso, y reducir los desperdicios, es decir reduciendo los principales desperdicios como por ejemplo, sobreproducción, inventarios, movimientos, entre otros lograremos mejorar el proceso en general.
- **Six Sigma.** Al igual que Lean busca dos objetivos , aumentar el valor es decir optimizar los procesos, reduciendo actividades que no agregan valor, y reducir la variación, mejorar los niveles de cumplimiento establecidos tanto por clientes internos enfocados al cumplimiento de los estándares finales del cliente, para el caso de la empresa en estudio se aplican los objetivos de mejora de lean ya

que el objetivo establecido es la reducción del tiempo total de proceso, que se relaciona directamente con los niveles de desperdicios dentro de la planta, pero el modelo no es solo una adaptación para una sola empresa, ya que se puede utilizar en otras empresas.

Objetivos.

El principal objetivo de la aplicación del modelo es Aumentar el valor y reducir los costos.

- **Aumentar el valor.** Está asociado con la eliminación del desperdicio y por consiguiente reducción de costos, al aumentar la eficiencia y reducción de actividades que no agregan valor al proceso.
  - **Reducción de costos.** Al ser el principal objetivo la reducción de desperdicios, el impacto en costos es significativo ya que muchos de los desperdicios como inventarios, o sobreproducción afectan las operaciones y el capital de trabajo de la empresa, por eso el principal objetivo es atacar los desperdicios y mejorar las finanzas de la compañía.
7. **Aplicación del modelo.** El modelo se aplica en base a las fases descritas en el punto 6 de la metodología y se detalla en el capítulo III. Desarrollo de la metodología, describiendo las herramientas utilizadas.
  8. **Resultados del modelo.** En el capítulo IV. Se describen los resultados alcanzados en función de los objetivos y la hipótesis planteados en los elementos protocolarios.

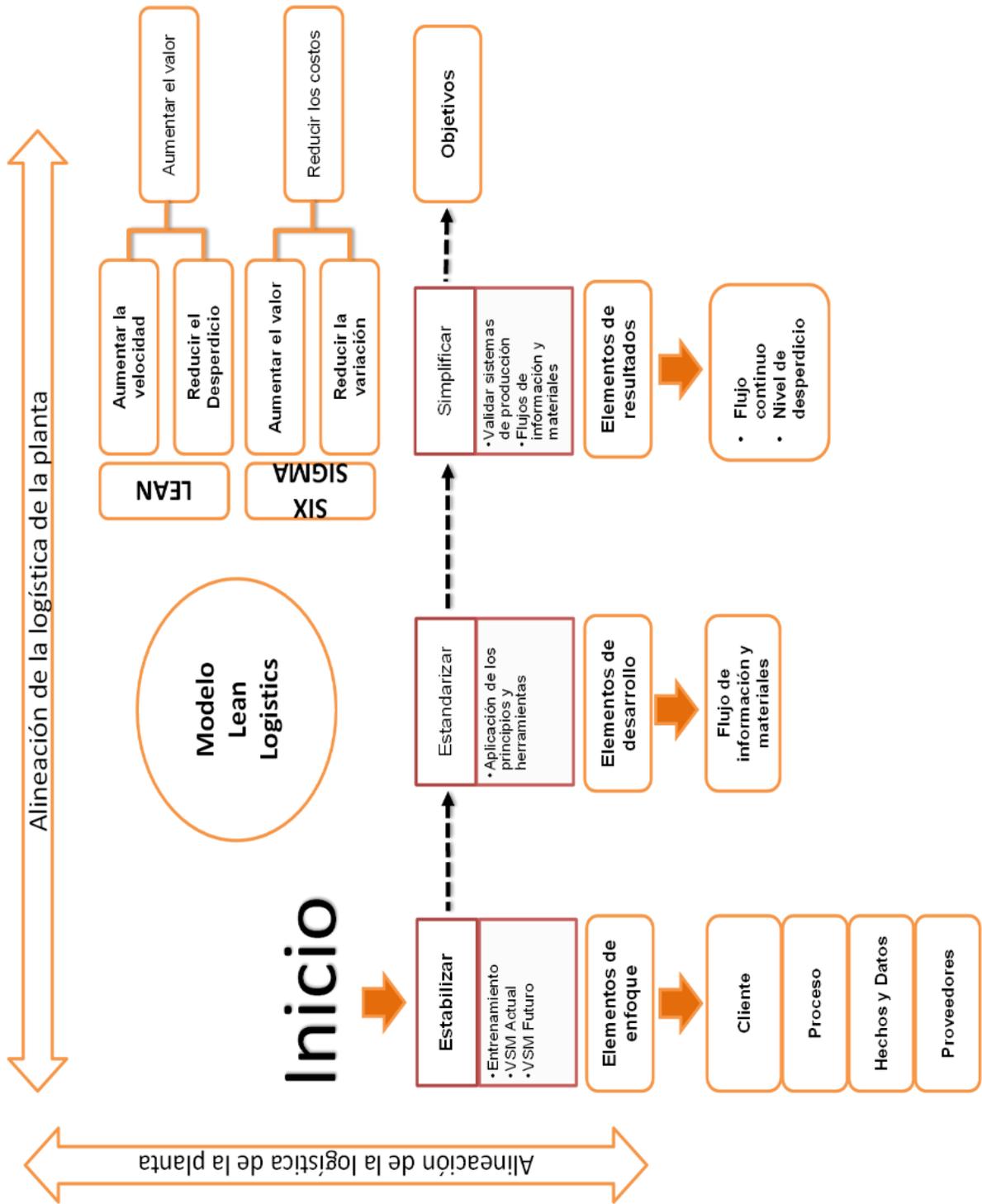


Figura. 2.4 Modelo de Logística Lean (fuente: elaboración propia)

# **CAPITULO III. DESARROLLO DEL MODELO**

## **3.1 Aplicación del modelo**

### **3.1.1 Etapa de estabilizar**

La etapa de estabilizar se integra por 3 elementos: entrenamiento, VSM Actual y VSM futuro.

#### **3.1.1.1 Entrenamiento**

Dentro de esta etapa el entrenamiento está enfocado en temas específicos que el personal de planta debe de saber para poder realizar la elaboración del VSM actual, los temas que fueron tratados fueron:

- Manufactura esbelta
- Flujo continuo
- Que es un VSM y su aplicación

Estos temas fueron impartidos en general a personal involucrado con todos los procesos en planta, compras, ventas, logística, producción, y calidad ya que se encuentran relacionados directamente con los elementos de enfoque del modelo : clientes, procesos, hechos y datos y proveedores, ya que son elementos que se plasman en el VSM.

#### **3.1.1.2 VSM actual**

De acuerdo a la metodología de recolección de información de Rother y Shook (1999), y a Rajadell y Sánchez (2010), la elaboración de la situación actual se realiza de la siguiente manera:

- 1. Selección del producto y/o familia de productos**
- 2. Flujo de materiales a partir del cliente**
- 3. Flujo de información**
- 4. Cartografía completa de la situación actual**

## 1. Selección del producto y/o familia de productos

De acuerdo a Rother y Shook (1999) en su libro “Observar para crear valor”, afirma que una familia de producto, es aquella que pasa a través de etapas y equipos comunes durante la transformación. Los productos y procesos que tiene la planta se presentan en la tabla 3.1, además del % de volumen de cada una de las familias.

Tabla 3.1 Familias de producto vs. Procesos

Familia	Mezclado	Reunido	Tejido	Tenter	Inspección	RR	Almacén	% Volumen
FG CCL STD	X	X	X	X	X	X	X	66%
FG CCL-P&P	X	X	X	X	X	X	X	17%
FG STIFF	X	X	X	X	X	X	X	5%
FG CCL-CLA	X	X	X	X	X	X	X	4%
FG Specialty SC	X	X	X	X	X	X	X	3%
PE PET	X	X	X	X	X	X	X	2%
FG MMS	X	X	X	X	X	X	X	2%
FG Sun	X	X	X	X	X	X	X	1%

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 3.1, todas las familias de producto pasan por los mismos procesos, por tal motivo la selección no puede realizarse bajo este parámetro, se elige la variable volumen, tomando en consideración la que se produce más y que económicamente mantiene la estabilidad de la empresa. De acuerdo al plan de producción del mes de marzo 2013, se identifica la familia en donde se trabajara, siendo el FG CCL – STD que representa el 66% del volumen de producción, para ese mes.

Para comprobar que la familia seleccionada fue la correcta se anexa datos del comportamiento del CCL – STD desde enero de 2014 hasta la producción planeada para agosto del 2015, con una confianza del 95%, el volumen de producción puede comportarse desde 51.03% hasta 57.97%, de acuerdo al intervalo de confianza

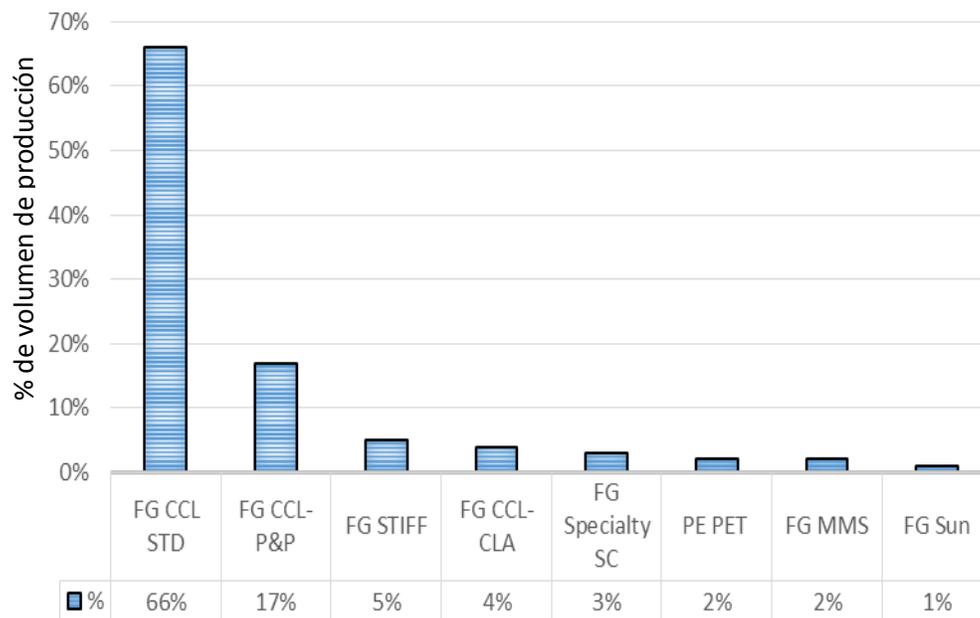
calculado, es decir la mayoría del tiempo la producción de este material es mayor a 50%.

Tabla 3.2 Intervalos de confianza para volumen CCL STD

Variable	N	Media	Desviación Estándar	Error estándar de la Desv. Est.	IC de 95%
Volumen	20	54.2	0.0742	0.0166	(51.03%, 57.97%)

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3.1 Porcentaje de volumen de producción por familia de producto



Fuente: Elaboración propia

## 2. Flujo de materiales a partir del cliente

### 2.1 Demanda del cliente

Se recaba la información del requerimiento del cliente, para el caso de la situación actual, se toma el volumen de producción del mes de marzo de 2013, el resumen del requerimiento del cliente se presenta en la figura 3.1.

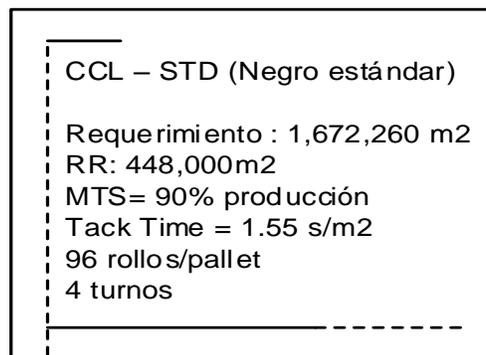


Figura 3.1. Requerimientos del cliente (Fuente: Elaboración propia)

#### Descripción del requerimiento

Demanda del cliente= 1, 672,260 m<sup>2</sup> mensual, especificación de materiales de cortes mayores a 30”.

RR (ready roll)= requerimiento de materiales de cortes menores a 30”

MTS (make to stock)= el 90% de la producción se envía un centro de distribución en USA y el otro 10% son materiales MTO (make to order), requerimientos directos de clientes a planta.

Tack time= 1.55s/m<sup>2</sup>, tiempo en que el cliente requiere un metro cuadrado de tela

Embarque= 96 rollos /pallet

4 turnos de trabajo 30 días al mes

## 2.2 Flujo de materiales

Se mapea el flujo desde el almacén de producto terminado hacia adelante, la información que se representa en el mapa es la siguiente: número de operadores, tiempos de ciclo, tiempo disponible de máquina, turnos de trabajo y niveles de inventarios de cada uno de los procesos de la planta.

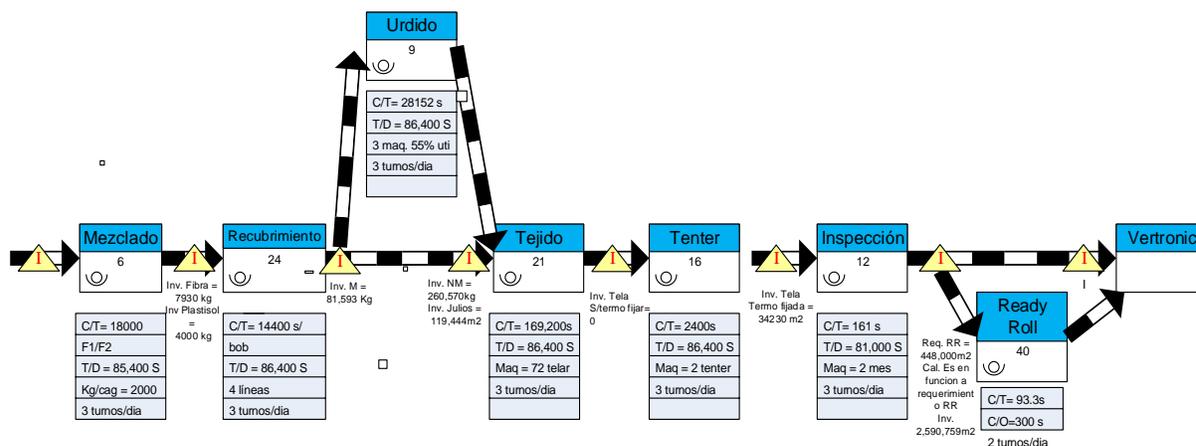


Figura 3.2 Flujo de materiales (Fuente: elaboración propia)

## 3. Flujo de información

El flujo de información, debe realizarse desde el requerimiento del cliente hacia atrás, de igual manera que el flujo de materiales, aquí se mapea como el cliente requiere el producto, cada cuando, los medios como envía información a planta, como y quien lo concentra, como se realiza la programación, y requerimiento de la materia prima a los proveedores, como lo envía y cada cuando es enviado, a diferencia del flujo de materiales en donde la materia prima va sufriendo una transformación física, el flujo de información es un proceso intangible, ya que no se obtiene un producto, sino un servicio.

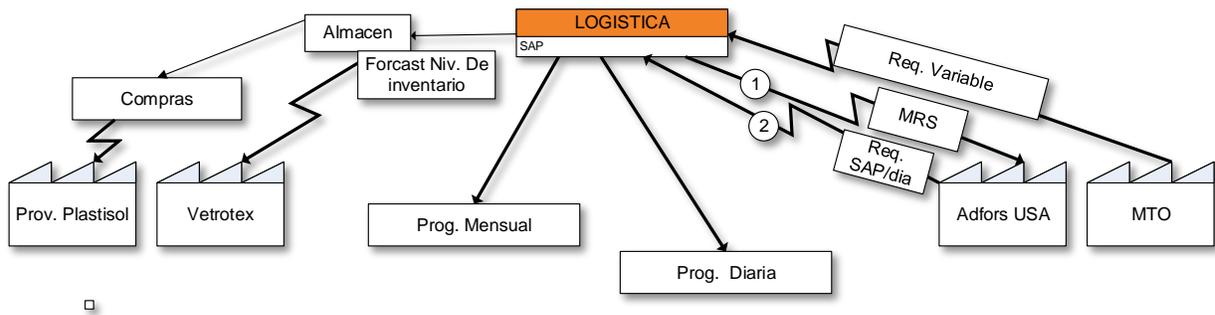


Figura 3.3 Flujo de información (Fuente: elaboración propia)

#### 4. Cartografía completa de la situación actual

Uniendo el flujo de información y el flujo de materiales se completa el VSM actual, al finalizar en la parte inferior de todo el flujo se coloca el lead time y el tiempo de valor agregado, siendo estos dos últimos los datos importantes ya que en función de la situación de estos datos se visualiza la oportunidad de mejora.

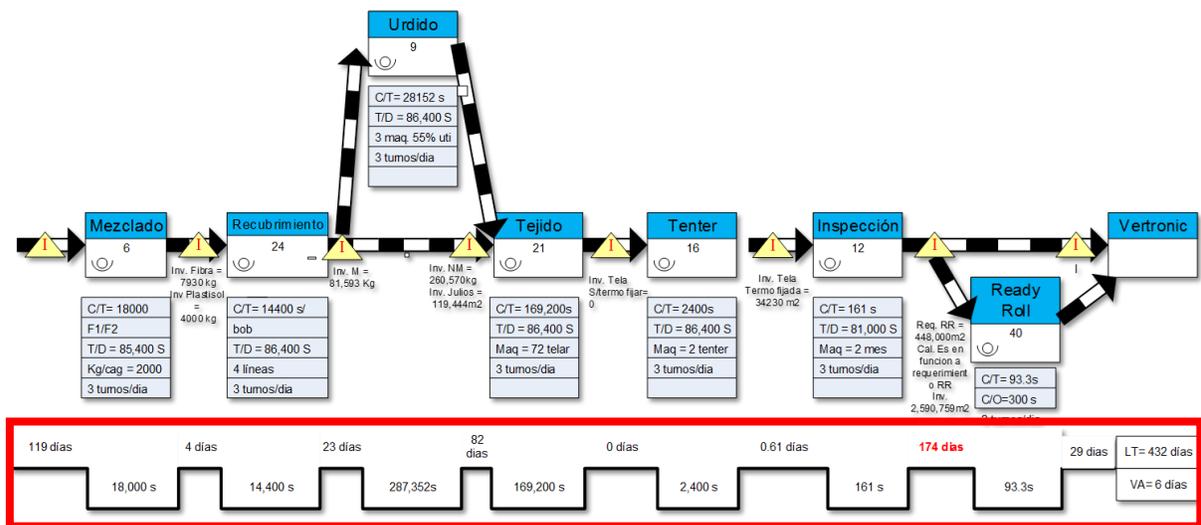


Figura 3.4 Lead time y Valor agregado (Fuente: Elaboración propia)

El tiempo de Lead time es de 432 días contra un tiempo de valor agregado de 6 días, esto quiere decir que existen áreas del proceso en donde se está acumulando inventarios muy elevados que hacen que el tiempo de recorrido de los materiales sea demasiado largo en comparación contra el tiempo de procesamiento de las maquinas, es decir si el flujo fuera continuo, desde que entra la materia prima hasta que sale del almacén, todo el recorrido se haría en 6 días, aquí se detecta que la oportunidad de mejora es de más del 80% .

Se establecieron dos preguntas de investigación y en esta etapa se responden:

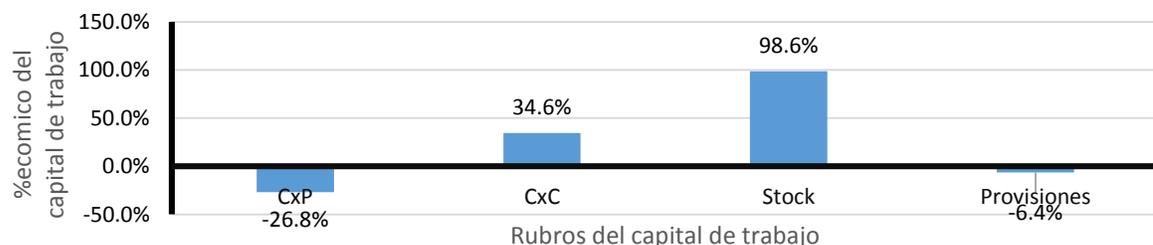
### ¿Cuál es el principal desperdicio dentro de la planta?

El principal desperdicio identificado por el VSM dentro de planta es el inventario tanto de materia prima y de producto semiterminado (WIP). Hablando de la parte económica del capital de trabajo, este se encuentra integrado por los siguientes rubros:

- Cuentas por pagar
- Cuentas por cobrar
- Stock
- Provisiones

Por cuestiones de confidencialidad de la información no se manejan cifras económicas, sin embargo la cantidad en pesos es transformada en porcentaje contra el total del capital y la gráfica 3.2 muestra el porcentaje de aportación económica de cada uno de los rubros anteriores. El stock afecta al capital de trabajo en un 98.6% es decir el dinero de la planta se encuentra estancado dentro del rubro de stock.

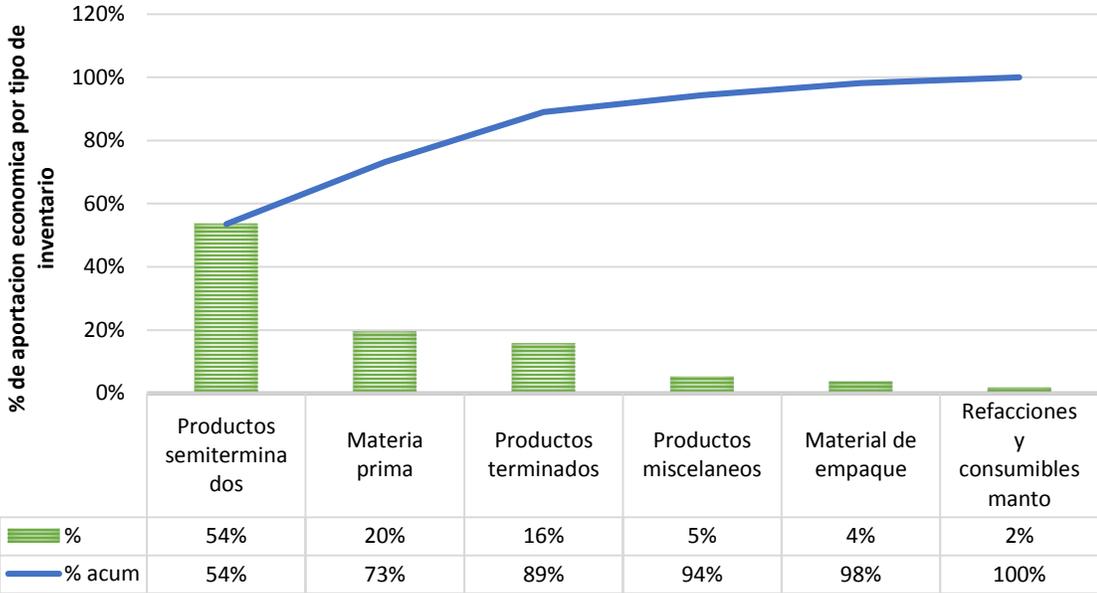
Grafica 3.2 Porcentaje de aportación económica al capital de trabajo



Fuente: Logística Adfors, 2014

Dentro del porcentaje de stock, en la gráfica 3.3 podemos ver que el mayor porcentaje de desperdicio son los dos detectados en el VSM abarcando ambos un 73% de todo el total, comprobando así, que estos inventarios afectan a la economía de la empresa.

Grafica 3.3 Porcentaje por tipo de inventario



Fuente: Elaboración propia

**¿En qué proporción puede ayudar a disminuir el Lead time de la familia seleccionada?**

Como podemos ver en la gráfica 3.3 entre el producto semiterminado y la materia prima se suma un 73% acumulado, y en el VSM realizado tenemos 432 días de inventario, aplicando los principios de flujo continuo y de acuerdo a las metas establecidas para la mejora dentro de planta, se busca reducir el inventario en días para el lead time de 432 a 71 días en un periodo de 2 a 3 años, lo que representaría una reducción del 83.5% de mejora, lo cual tendría un impacto significativo en el 73% económico del capital de trabajo.

### 3.1.1.3 VSM Futuro

Al conocer la principal fuente de desperdicio identificada como inventario tanto de materia prima como de producto semiterminado, el objetivo es reducirlo y conseguir que el material se mueva con flujo continuo.

Dentro de la metodología de lean manufacturing las herramientas se encuentran divididas en diferentes categorías, cada una enfocada a resolver problemas específicos dentro del proceso, de acuerdo a Soconnini, 2008 y la clasificación de estas herramientas y en función del objetivo y áreas de oportunidad identificadas se seleccionan las herramientas para control de materiales y producción (kanban, heijunka), y herramientas básicas (kaizen, 5s, control visual) y herramientas para mejorar el tiempo de entrega y la capacidad.

La fig. 3.5 muestran las herramientas a aplicar para mejorar el flujo de producción y así poder tener sistema pull en el proceso. De acuerdo a esta clasificación y a las mejoras identificadas en el VSM se deben aplicar herramientas básicas, en este caso las más notables, se encuentra 5´s en el área de inspección ya que esta área tiene materiales sin identificar y pueden tener mezcla de producto, sin embargo las herramientas básicas deben implementarse en todas las áreas.

Para el primer y segundo bloque se deben aplicar herramientas para control de materiales (Kanban, FIFOS), y en el segundo bloque herramientas para mejorar el tiempo de entrega y la capacidad (SMED).

Es importante hacer mención que el VSM es un análisis general de la planta que se lleva a cabo con personal de varias áreas, y es importante plasmar dentro del VSM actual que oportunidades de mejora se detectan, las mencionadas en la figura 3.5 solo son algunas identificadas en el momento del análisis, sin limitar a que pueden ser identificadas más y colocadas en el VSM actual para su aplicación, no solo durante el desarrollo de este proyecto, si no a futuro.

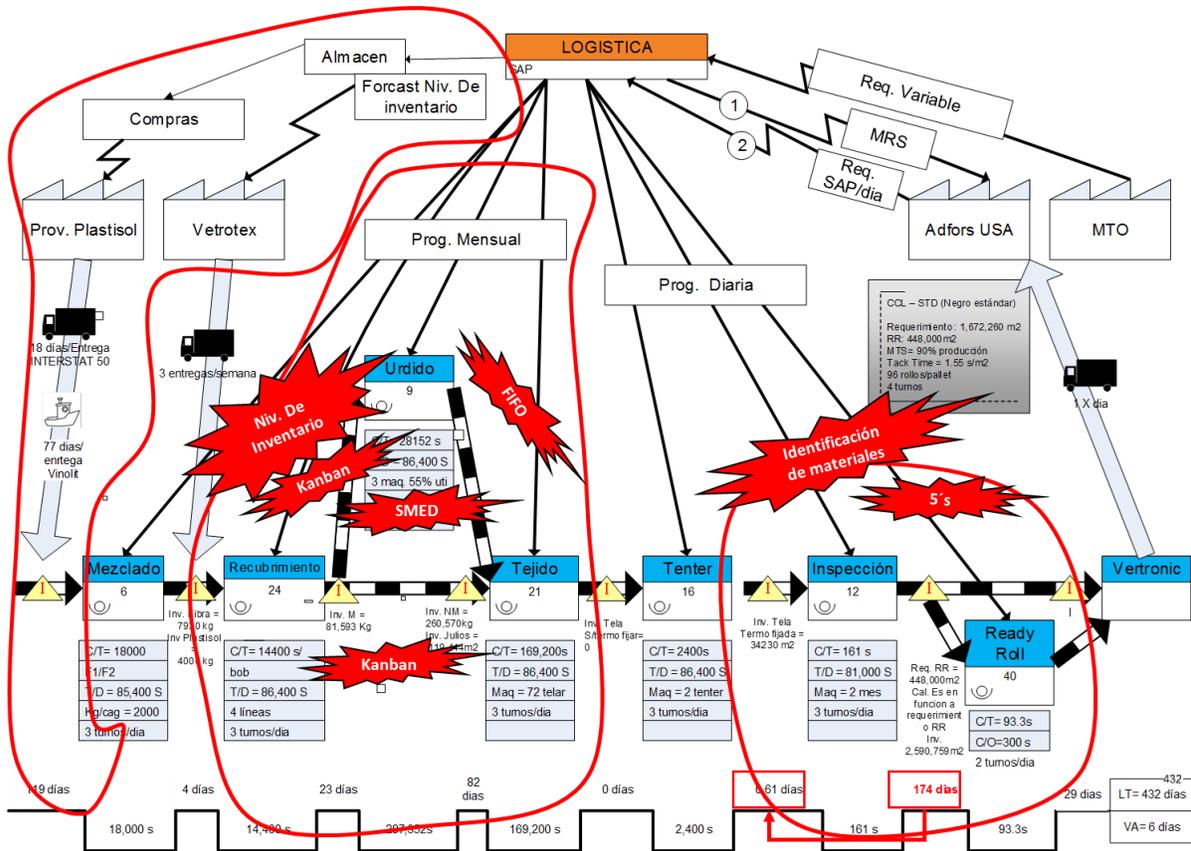


Figura 3.5 VSM actual con oportunidades de mejora (Fuente: elaboración propia)

Con las herramientas identificadas, procedemos elaborar el VSM futuro buscando crear un flujo continuo en todos los procesos de la planta.

Al realizar el análisis general del flujo de proceso sin considerar los niveles de inventario y por los tiempos de ciclo de cada proceso, no es posible establecer un sistema “one piece flow”, es decir producir y pasar al siguiente proceso de manera inmediata, algunos procesos, como por ejemplo, de recubrimiento a urdido, se tiene la restricción de que se necesita reunir un total de 2000 piezas para poder hacer una corrida de material, el tiempo de reunión de este material es de casi 3 días se tiene que tener un nivel de material almacenado, en el caso de telares a tener, el tiempo de procesamiento del tener es de aproximadamente 40 minutos contra un tiempo de producción de telares de casi dos días. A partir de estas restricciones en la cartografía del estado futuro, se determina colocar supermercados entre los procesos, el

supermercado sirve como stock y se rellena hasta completar los niveles establecidos, en este caso la línea del lead time indica que cantidad de material debe almacenarse. Los supermercados funcionan de la siguiente manera:

- 1º El proceso siguiente retira mercancía del proceso anterior
- 2º El proceso anterior solo produce el material que se ha retirado
- 3º No se retira nada sin una tarjeta kanban
- 4º No puede haber material sin tarjetas kanban
- 5º Cero defectos en la piezas retiradas del proceso anterior

A partir de estas reglas se realiza el VSM futuro a largo plazo, ya que algunas mejoras son difíciles de implementar por la magnitud del proceso y dificultades que se presentan con los dueños de las áreas productivas.

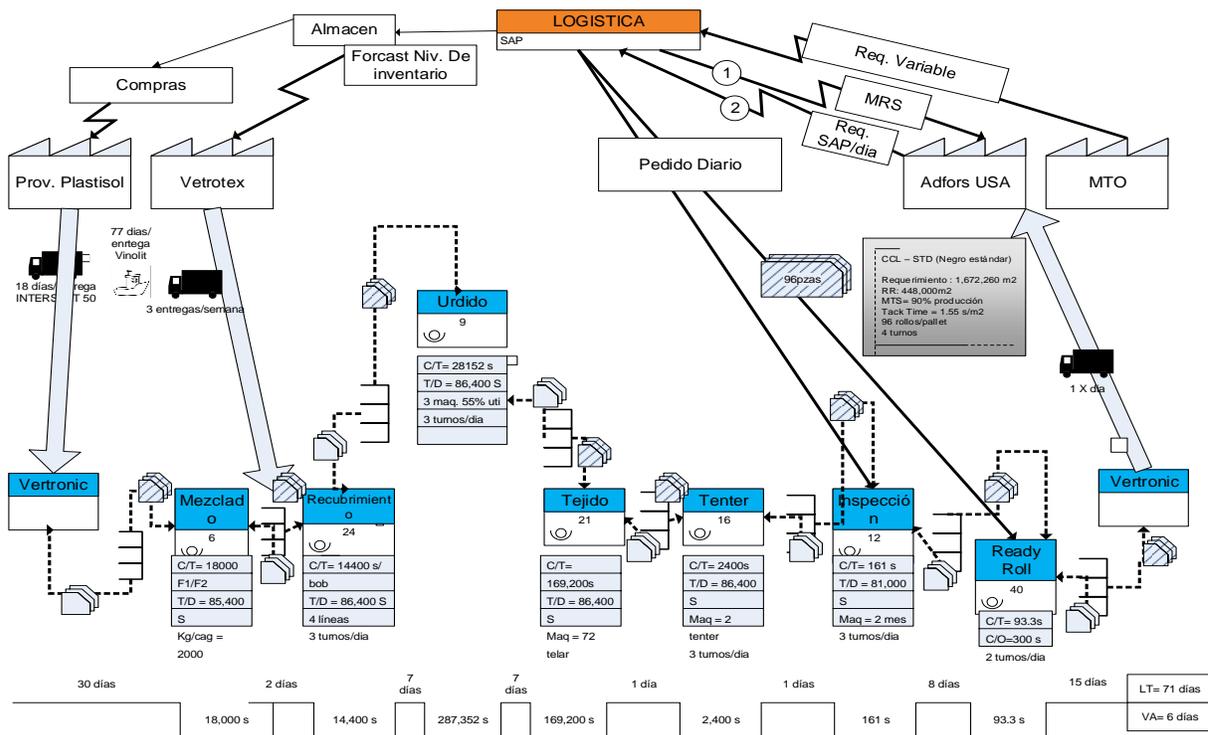


Figura 3.6 VSM futuro (Fuente: elaboración propia)

### 3.1.2 Etapa de estandarizar

Los 3 bloques identificados en la figura 3.5 muestran en donde se encuentra la mayor acumulación de inventarios y se divide de la siguiente manera:

- Inventario de materia prima (MP). Almacén de materias primas con 119 días
- Inventario de producto semiterminado (PST). Recubrimiento a urdido 23 días, recubrimiento a telares 82 días e Inspección a Ready roll 174 días.

La mayor oportunidad se presenta tanto en la acumulación de 174 días, como en la de 119 días, por cuestiones internas de planta se comienza a trabajar con el primer bloque para la reducción del MP.

#### 3.1.2.1 Reducción de materia prima

El proyecto de reducción de materia prima, específicamente de uno de los componentes del plastisol, se desarrolla bajo la metodología de investigación de Arias Galia (1991), citado en Bernal 2010, de la primera a la cuarta etapa, la quinta etapa dentro del proyecto es el desarrollo de actividades de mejora.

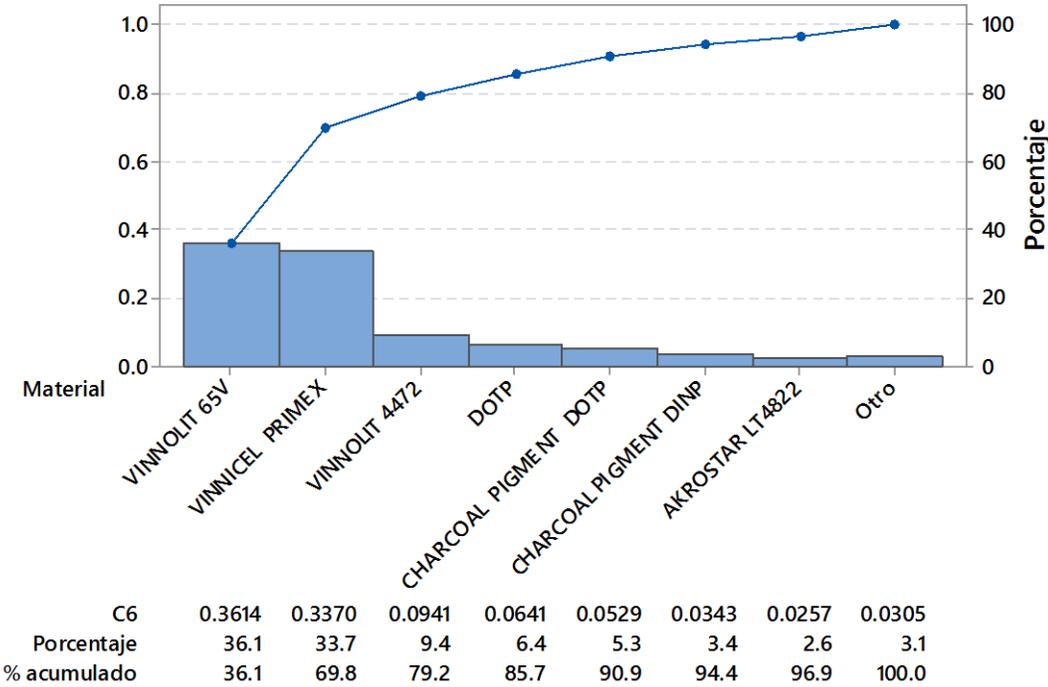
Primera etapa: Planteamiento del problema

El problema a atacar es el nivel de materia prima en la primera parte del proceso en el material CCL STD, este material está integrado por hilo de fibra de vidrio y una cobertura plástica que se compone de diversos químicos, en el VSM se representa que uno de esos químicos es el que nos arroja 119 días y de acuerdo a datos proporcionados por el área de logística, en la gráfica 3.4 podemos observar que es el primero de los dos materiales que representa el mayor porcentaje del costo total, este material es el VINNOLIT 65V y el segundo es el VINNICEL PRIMEX.

Entre ambos materiales representan el 69.8% del costo total y en el mapeo, el primer material representa un 27.5% del total de tiempo de lead time, de acuerdo a esta información se decide trabajar en la reducción del material VINNOLIT 65V y así mejorar

el tiempo de lead time, por cuestiones de alcance el área de logística decide trabajar con el VINNICEL ya que el proveedor se encuentra en México a diferencia del primer material que es enviado desde Alemania.

Grafica 3.4 Porcentaje de valor económico en el inventario



Fuente: Elaboración propia

Segunda etapa: Planeación

La planeación se realiza en función de la reducción del material VINNICEL PRIMEX, y para poder llevar a cabo el estudio y mejora de este material, los recursos utilizados fueron la información proporcionada por las áreas de logística, almacenes y compras, entre otras áreas de la empresa en estudio.

Actividades a desarrollar

Se desarrollan 2 actividades generales para poder llevar a cabo el análisis de la situación actual del material VINNICEL PRIMEX, y son las siguientes:

- Conocer los procedimientos del área de logística a donde pertenece el almacén de MT y PT
- Comportamiento del VINNICEL PRIMEX

Tercera etapa: recopilación de la información

Para la primera actividad: Conocer los procedimientos del área de logística a donde pertenece el almacén de MT y PT

Se realiza una revisión de los procedimientos dados de alta en el SGC del área de logística y se rescatan dos partes importantes:

1. Responsabilidades. Menciona la responsabilidad de jefe de materiales y almacén, comprador y el coordinador de materiales, estos tres importantes ya que son las personas que interactúan para la compra, control y manejo de materias primas en planta, y se rescatan las responsabilidades mencionadas en dicho documento:

<p><b>3.3</b></p> <p><b>3.4</b></p> <p><b>3.5</b></p> <p><b>3.6</b></p>	<p><b>Jefe de Materiales.</b> Aceptar y confirmar pedidos de los productos así como ordenar y seguir su producción, administración de órdenes de producción en SAP</p> <p><b>Jefe de Almacenes.</b> Asegurar el abastecimiento de los materiales requeridos para la fabricación así como su recepción, resguardo, y preservación. Recepción, resguardo, preservación de producto terminado así como su embarque a los clientes.</p> <p><b>Comprador.</b> Realizar las adquisiciones de materiales y servicios solicitadas por los usuarios, considerando las políticas definidas en Saint Gobain Adfors.</p> <p><b>Coordinador de Materiales y RR.</b> Recibir de producción y empaclar productos terminados de acuerdo a especificaciones definidas. Envío de productos terminados a almacenes externos. Recepción de refacciones de proveedores y su entrega a los diferentes usuarios de planta.</p>
---	---

Figura 3.7 Responsabilidades (Fuente: SGC, P-LG-01, Adfors, 2014)

2. Diagrama de operaciones realizado por logística. El diagrama figura 3.8, muestra las operaciones generales que se realizan dentro de este departamento, para el caso de los materiales se identifican tres actividades realizadas por esta área, las cuales son: Planeación de materiales, Recepción y almacenamiento, y abastecimiento de materiales, además se realiza una

pequeña descripción de lo que se realiza en cada una de las actividades identificadas en el diagrama.

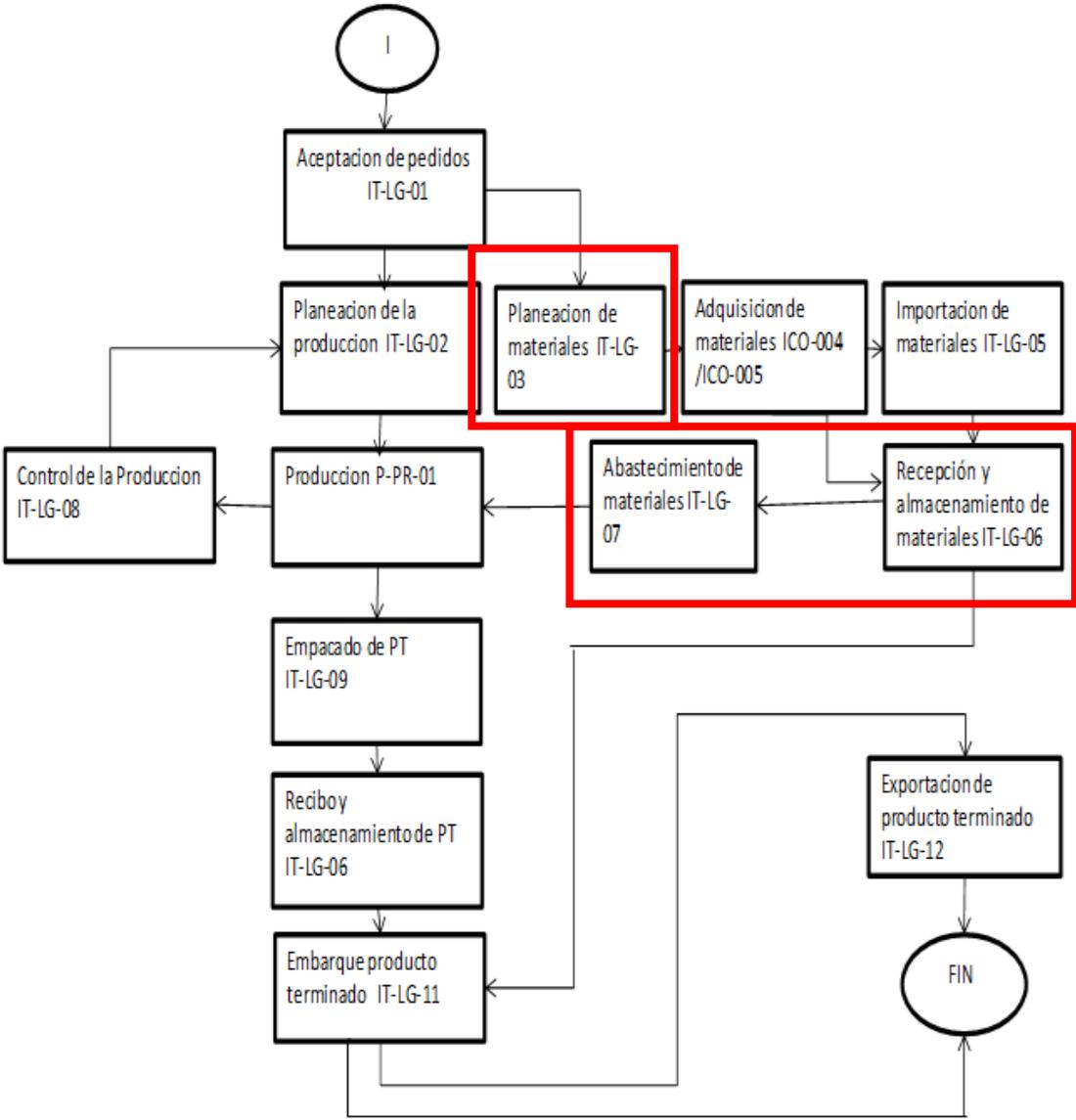


Figura 3.8 Diagrama de operaciones del área de logística (Fuente: SGC, P-LG-01, Adfors, 2014)

### **Planeación de Materiales**

En este proceso, se extraen de SAP todas las ordenes de producción planeadas MTO + MTS y se define lo que se tiene que comprar para cumplir con el plan de producción. Instrucción IT-LG-03 planeación de materiales

### **Recepción y Almacenamiento de materiales**

En este proceso, se reciben todas las materias primas y materiales que se compran para su posterior almacenaje y preservación en las áreas asignadas. Instrucción IT-LG-06 Recepción, preservación y suministro de materiales

### **Abastecimiento de materiales**

En este proceso, se reciben todas las materias primas y materiales de Vertronic y/o proveedores y se entregan a los diferentes usuarios según necesidades. Instrucción IT-LG-07 Abastecimiento de materiales

Una vez que se revisaron los instructivos, se generan dudas acerca del control y funcionamiento del sistema de pedidos bajo la responsabilidad del jefe de almacén, los hallazgos, encontrados pasan a la etapa de procesamiento de los datos.

### **Resumen**

Al hacer el análisis de cada uno de los instructivos se detecta, que en ninguno se describe como llevar a cabo el control de inventarios, referente a niveles de inventarios máximos y mínimos, como y cuando hacer pedidos, solo se menciona un archivo en Excel que será mostrado posteriormente, que es el que se ocupa para realizar y llevar a cabo la planeación y control de los materiales.

## Segunda actividad: Comportamiento del VINNICEL PRIMEX

El área de logística nos proporciona datos referentes al comportamiento del Primex desde la semana 19 a la semana 37 del 2014 tabla 3.3, y nos arroja que sus **niveles de inventario promedio son de 106 días**, además se muestra el consumo promedio en kilogramos por semana de este material, 13 días por abajo del VINNOLIT 65V, muestreado en el VSM actual. Este material es almacenado en dos diferentes lugares, en un almacén fuera de planta denominado Vertronic y dentro de planta en el almacén de químicos. De los 106 días que se tienen de material, en total 96 se encuentran en Vertronic y 10 dentro de la planta. La primera parte del proyecto tiene el objetivo de reducir la magnitud total de inventario en Vertronic, y la segunda implementar un sistema kanban para el consumo de materiales en el almacén de químicos, en ambos casos buscando la reducción total de la cantidad de inventario, el material se produce dentro del país y el tiempo de entrega proporcionado por la jefatura de almacén es de 15 días, con esto podemos determinar que no es necesario tener niveles de inventario tan grandes dentro de vertronic ni dentro de planta.

Tabla 3.3 Consumos y niveles de inventario del Primex total

Semanas	Consumo promedio Kg	Inventario	Alcance en días
Sem 19	665.9	102750	154
Sem 20	981.7	106750	109
Sem 21	1096.7	98250	90
Sem 22	1096.7	91500	83
Sem 23	1096.7	111500	102
Sem 24	1096.7	95685	87
Sem 25	877.3	91875	105
Sem 26	1031.2	111875	108
Sem 27	487	80000	164
Sem 28	480	75750	158
Sem 29	787.7	95750	122
Sem 30	1023.7	88500	86
Sem 31	1023.7	84500	83
Sem 32	1289.7	91125	71
Sem 33	1289.7	90813	70
Sem 34	996.5	110813	111
Sem 35	730.5	86750	119
Sem 36	1023.7	93,500	91
Sem 37	1023.7	99500	103
Promedio	953	95,115	106

Fuente: Elaboración propia

#### Cuarta etapa: Procesamiento de datos

Primera actividad: Con la información que se recopiló de la primera actividad de la etapa anterior, se programó una reunión tanto con el gerente de logística como los encargados de los almacenes para resolver los hallazgos encontrados durante el análisis del procedimiento e instructivos que se encuentran dados de alta en el SGC en la planta.

Dentro de las responsabilidades del jefe de materiales y de almacén son llevados a cabo por una sola persona que es la encargada del almacén de Vertronic que se encuentra fuera de los límites de la planta productiva, esta persona aplica el instructivo de planeación de materiales y recepción y almacenamiento. El coordinador de almacén interno aplica el instructivo de abastecimiento de materiales, interactuando con el jefe de almacenes. Se realizan el siguiente cuestionamiento al jefe de almacén en función de las actividades que debe de llevar a cabo para la planeación de materiales:

**Registro de información referente al requerimiento de materiales.** Se muestra la hoja de cálculo mencionada en el instructivo en donde el encargado lleva los registros de los químicos, y en función de su requerimiento de materiales realiza el pedido

Tabla 3.4 Registro de inventario de químicos en Vertronic

Código	Químicos	Inv. Adfors (kgs)	Inv. Vertronic (Kgs)	Inv. Total (Kgs)	CONSUMO DIARIO TOTAL (Kgs)	ALCANCE (Días)	CANTIDAD POR LLEGAR (Kgs)	LEAD TIME (DÍAS)
103391	VINNICEL PRIMEX	5000	128750	133750	1284.4	104.14		15
110192	LOX -920	360	400	760	55.5	13.69		2
63458	DYNASYLAN DAMO	120	800	920	19.9	46.32	400	60
110301	CHARCOAL PIGMENT	1200	14595.77	15796	311.6	50.7		20
104350	VINNOLIT 4472	4750	121250	126000	2349.5	53.63		45
104353	AKROSTAR LT4822	1564.5	3130.794	4695	86.5	54.3		20
110195	Disperplas 1150	216	357.5	574	8.4	68.27		35
110193	BYK-9076	100	475	575	8.4	68.45		77
104351	CHARCOAL PIGMENT	1360	8632	9992	135.6	73.7		20
104352	VINNOLIT 65V	1900	2000	3900	32.8	119.08		45
104355	INTERSTAT 50	8500	22000	30500	2788	10.94		18
96602	Silicon S 150	680	600	1280	5.8	218.85		4

Fuente: Jefatura de almacén Vertronic

Procedimiento posterior al llenado de esta hoja:

1. La actualización de esta hoja se realiza de manera semanal y es enviada por correo al gerente y al coordinador del almacén interno.
2. De acuerdo a las fechas programadas de pedido con los proveedores y los tiempos de entrega de algunos materiales se coloca la orden de compra, en algunos casos aun cuando no se requieran los materiales son pedidos, ya que comenta el encargado que existen acuerdos o restricciones de pedido en algunos materiales.

Oportunidad de mejora

Mejora el sistema administrativo del manejo de requerimiento de materiales

- Mejora el registro de niveles de inventarios y manejo de la información entre los encargados de los pedidos de materiales
- Revisión con compras de restricciones establecidas para la compra de materiales.

Estos puntos se desarrollan en la quinta etapa: explicación e interpretación.

Segunda actividad: En el caso del VINNICEL PRIMEX, se ve afectado por el sistema administrativo del punto anterior, ya que aun cuando este material se produce en el país, de acuerdo a lo mencionado por el encargado de almacén, aun cuando no se necesite se meten órdenes para su compra.

Restricción. Al inicio de semana se coloca la orden de compra y se recibe 15 días después es decir se realizan dos pedidos y se reciben aproximadamente dos entregas, lo que equivale a decir que se reciben 40,000 kg por mes. Suponiendo que de acuerdo a la tabla 3.3 el promedio de consumo semanal es de 953 kg por cuatro semanas tengo un consumo de 28,590 kg al mes, y un nivel de inventario de 12 días en función de los 40,000 kg que se recibirían.

La situación actual es que se ha dejado acumular inventario excesivo de este material y con los consumos que se tienen seguirá incrementando.

## Oportunidad de mejora

- Reducción del nivel actual de inventario

### Quinta etapa: Desarrollo de actividades de mejora

- Registro de niveles de inventarios y manejo de la información entre los encargados de los pedidos de materiales

Para poder complementar el registro de control de materias primas, se envía al área de sistemas una serie de rubros nuevos con el fin de que sean colocados en la base de datos y el personal encargado de ambos almacenes pueda tener en tiempo y forma información de los inventarios, La planta cuenta con un sistema denominado SAPo



en donde se empieza a llevar el registro de los inventarios de ambas plantas, además del sistema SAP, lo que se realiza es que la base de datos que manejan ambos almacenes se pueden visualizar por ambos encargados, en general es una hoja de cálculo que visualizan ambos almacenes, los rubros que se visualizan son los siguientes:

Tabla 3.5 Etiqueta de tablas de revisión de inventarios

código	Descripción	Tiempo de entrega	Cantidad mínima	Tpo entrega días	SS	consumo Promedio diario	Desv. Std	S Max
valor inicial	valor máximo	Valor mínimo	Valor unitario	Valor promedio	% mejora			

Fuente: Logística, Adfors, 2014

Estos datos son actualizados por ambos almacenes y cada almacén puede visualizar la información en cualquier momento y con la frecuencia que sea necesaria.

A diferencia de la hoja de cálculo de la tabla 3.4 ahora se considera una cantidad mínima de inventario, un safety stock, la desviación estándar, así como inventarios máximos y mínimos esto con el fin de poder empezar a controlar los niveles de inventario y poder reducir la cantidad que se tiene dentro de los almacenes.

- Revisión con compras de restricciones establecidas para la compra de materiales.

Durante la reunión con los encargados de almacenes, fueron identificados puntos importantes a atacar con el área de compras, y se realizó una reunión para tratar las restricciones con proveedores y se llegó al siguiente acuerdo:

La reunión con compras arroja la siguiente información importante para alcanzar el objetivo de reducción de los niveles de inventario en el material primex.

- Compras puede arreglar frenar pedidos con el cliente y se puede ajustar fechas de entrega de materiales por parcialidades ya que este proveedor no tiene inconvenientes en cuanto a cantidad de entrega, sin embargo la restricción es que no se puede dejar de pedir en más de un mes al menos la cantidad mínima de 10,000kg.

Con este acuerdo se procede a resolver la oportunidad de mejora de reducción de nivel de inventario del VINNICEL PRIMEX y poder llevarlo a sus niveles óptimos.

#### Reducción de los niveles actuales del VINNICEL PRIMEX

Se trabaja con la gerencia y los almacenes y se realiza la siguiente tabla en donde se coloca la información para poder determinar los niveles de inventario óptimos y es colocada en el sistema.

Formulas ocupadas para la realización tanto del safety stock como el inventario mínimo (fuente Efeso, 2014)

$$SS = (\text{Consumo promedio} + SD (\text{desviación estándar}) * \text{Frecuencia de resurtido}$$

$$S \text{ máximo} = SS + \text{mínimo de resurtido}$$

La tabla fue desarrollada para todos los químicos que se requieren para la planta, sin embargo solo se presenta para este caso el análisis realizado el primex.

Tabla 3.6 Niveles de inventario para la resina Primex

código	Descripción	Cantidad mínima	Tpo entrega días	SS	consumo Promedio diario	Desv. Std	S Max
104356	VINNICEL PRIMEX	10,000.00	10.00	11,820	953.0	229.0	27,730.00

Fuente: Logística, Adfors, 2014

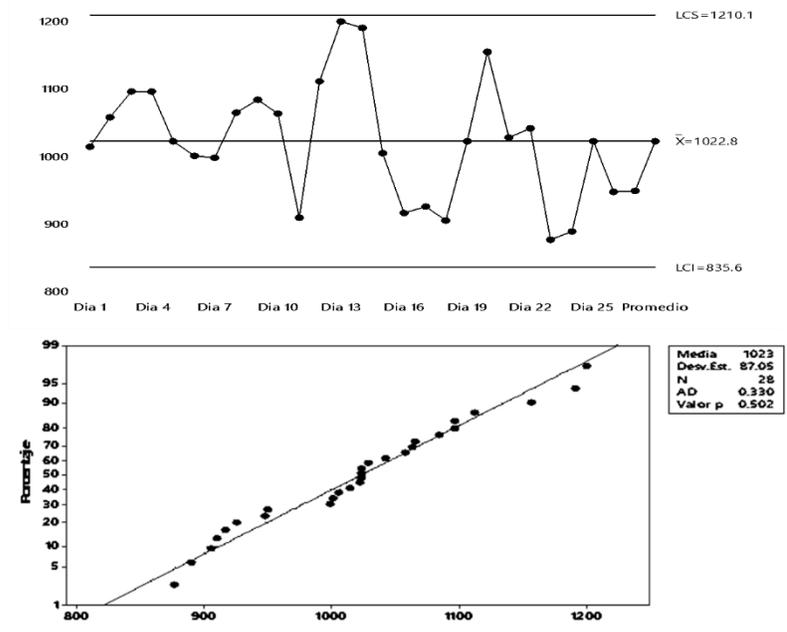
La segunda parte de la tabla no se anexa ya que es información confidencial para la planta.

Si transformamos el S Max en días de acuerdo al consumo promedio diario se tienen 29 días en inventario, lo que es igual a decir que la oportunidad de mejora de tener 106 días a llegar a tener 29 días es de 73%.

Una vez realizada la tabla y obtenido los valores de inventario óptimos se realizaron las siguientes actividades:

1. Frenar pedidos de materiales. Este punto fue realizado por el área de compras y se realizó directamente con el proveedor de los materiales.
2. Análisis del consumo diario de la semana 38 a la 40. Se realiza el análisis de las semanas siguientes y se muestra en la gráfica el comportamiento de la demanda.

Grafica 3.5 Consumo de material primex y prueba de normalidad



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 3.5, en la primera grafica podemos ver el comportamiento del primex con un promedio de consumo diario de 1023 Kg y una desviación estándar de 87 kg. Es decir que el consumo de materiales es constante, se anexa la gráfica de prueba de normalidad en donde tenemos una valor de P value de 0.502 lo que significa que los datos analizados provienen de una distribución normal y puedes ser tratados estadísticamente y con un 95% de confianza el consumo menor puede ser de 989 kg o tan grande como 1057 kg.

3. Reestructurar el sistema de pedidos. Con las restricciones modificadas se realiza una tabla del comportamiento que se tuvo durante la semana 38 a 41, realizando el requerimiento de materiales en la semana uno y entregada en la semana tres, y se tuvieron los siguientes resultados

Tabla 3.7 Comportamiento de consumo vs. Inventario del Primex almacén Vertronic

Semana	Día	Consumo promedio diario	Consumo Acumulado	Inv Inicial	Alcance en días	Inv final
Sem 38	Día 1	1015	1015	99500	88	92184
	Día 2	1058	2073			
	Día 3	1097	3170			
	Día 4	1097	4267			
	Día 5	1024	5290			
	Día 6	1002	6292			
	Día 7	1024	7316			
Sem 39	Día 1	999	999	92184	82	84949
	Día 2	1066	1998			
	Día 3	1085	3064			
	Día 4	1064	4149			
	Día 5	910	5213			
	Día 6	1112	6123			
	Día 7	1201	7235			
Sem 40	Día 1	1192	1192	84949	86	87822
	Día 2	1006	2198			
	Día 3	917	3114			
	Día 4	926	4040			
	Día 5	906	4946			
	Día 6	1024	5970			
	Día 7	1157	7127			
Sem 41	Día 1	1029	1029	87822	84	81061
	Día 2	1043	2072			
	Día 3	877	2949			
	Día 4	890	3839			
	Día 5	1024	4863			
	Día 6	948	5811			
	Día 7	950	6761			

Fuente: Elaboración propia

Con la planeación realizada de acuerdo a la tabla anterior el promedio de días de inventario fue de 85 días, se realiza una comparación con los niveles de consumo y de acuerdo como se haría en el método utilizado anteriormente, la tabla 3.8 muestra el requerimiento pidiendo la cantidad y fechas como se acostumbraba a realizar, y la tabla 3.9 con las modificaciones realizadas.

Tabla 3.8 Requerimiento método tradicional

Semana	Inv. Inicial	Consumo x semana	Inv. Final	Días de Inv
38	99500	7316	112184	107
39	112184	7235	104949	102
40	104949	7127	117822	116
41	117822	6761	111061	115
Promedio días				110

Recibo 20,000 kg y pedido (pointing to 107)  
Recibo 20,000 kg y se pide (pointing to 116)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.9 Requerimiento método modificado

Semana	Inv. Inicial	Consumo x semana	Inv. Final	Días de Inv
38	99500	7316	92184	88
39	92184	7235	84949	82
40	84949	7127	87822	86
41	87822	6761	81061	84
Promedio días				85

Se frena pedido de 20 000 kg y se piden solo 10,000 kg (pointing to 88)  
Recepción de material 10,000 kg (pointing to 84)

Fuente: Elaboración propia

La diferencia entre el método tradicional contra el método modificado represento una disminución de 25 días en promedio. El objetivo es que la reducción se mantenga y llegar a tener 29 días de inventario, de acuerdo al cálculo realizado en la tabla 3.6.

Como el nivel actual de inventario es grande en comparación con el proyectado en la tabla 3.6, el primer paso es realizar un reordenamiento de pedidos y ajustar la cantidad de recibo como se realizó en los pasos anteriores, a partir de la semana 42, este proceso fue realizado por el responsable del almacén de vertronic y se realizaron los pedidos de la siguiente manera:

Tabla 3.10 Sistema de requerimiento y abastecimiento de materiales

<b>Semana</b>	<b>Sistema de requerimiento y abastecimiento</b>
Sem 38	Realiza pedido
Sem 39	
Sem 40	Recibe pedido
Sem 41	Realiza pedido
Sem 42	
Sem 43	Recibe pedido
Sem 44	Realiza pedido
Sem 45	
Sem 46	Recibe pedido
Sem 47	Realiza pedido
Sem 48	
Sem 49	Recibe pedido
Sem 50	Realiza pedido
Sem 51	

Fuente: Elaboración propia

#### Procedimiento

4. Semana 38: frenado de pedido de 20,000 kg.  
Responsable: Compras y Gerencia de logística
5. Pedido de materiales: el almacén de vertronic realiza los pedidos en la semana 38, 41, 44, 47 y 50.  
Cantidad de pedido: 10,000 kg
6. Recepción de materiales semana 40, 43,46 y 49.  
Cantidad recibida: 10,000 kg
7. Responsable de almacén de vertronic analiza el comportamiento de la demanda de manera diaria, semanal y mensual para identificar si existen variaciones en los consumos y llegadas de materiales.

Como resultados de las demandas de la semana 38 a 46 se obtuvieron los siguientes resultados, la tabla completa se presenta en la sección de resultados ya que a partir de la semana 45 se empieza trabajar un kanban que afecta a ambos almacenes.

Tabla 3.11 Consumos de material y niveles de inventario con modificaciones de la semana 38 a 46

Semana	Inv. Inicial	Consumo x semana	Inv. Final	Dias de Inv
38	99500	7316	92184	88
39	92184	7235	84949	82
40	84949	7127	87822	86
41	87822	6961	80861	81
42	80861	7110	73751	73
43	73751	7380	76371	72
44	76371	7363	69008	66
45	69008	7299	61709	59
46	61709	7222	64487	63
				74

Realiza pedido  
 Llegada de pedido

Fuente Elaboración propia

Los resultados de la semana 47 a la 51 se presentan en la sección de resultados ya que las mejoras se unen con los resultados de la implantación del kanban.

#### Plan de mejora

Las variables a revisar por parte de ambos almacenes son:

- SS (safety stock)
- Consumo promedio diario
- Desviación estándar
- S max (stock máximo)

Estas variables deben ser revisadas y controladas por parte del encargado de Vertronic y el coordinador de almacén dentro de planta para no exceder los niveles establecidos y controlar el inventario.

Además se realizó la modificación al instructivo denominado “planeación de materiales IT-LG-03” y se incluye el cambio realizado a la captura y control de los niveles de inventario.

### 3.1.2.2 Kanban almacén Adfors

Como se menciona en páginas anteriores, además del inventario de vertronic, se tiene un inventario dentro de planta, en promedio se tienen 10 días de inventario en el almacén de químicos, para la elaboración de este sistema no solo se toma en cuenta el material primex, se realiza el análisis y los cálculos para los materiales que se ocupan para las formulaciones del plastisol del CCL STD.

Paso 1. A la par del proyecto de reducción de niveles de inventario, el kanban empieza a trabajar en la semana 45, como se muestra en la tabla 3.9 los niveles de inventario en el almacén de vertronic se mantiene de la misma manera ya que se consume el inventario que se tenía de 10 días dejándolo hasta en 1 días en la semana 46. El objetivo es mantener 1 día de inventario en planta, para impactar el tiempo total del lead time.

Tabla 3.12 Consumo realizado en el inventario de Adfors material Primex

Sem 45	Inv. Inicial	Consumo	Inv. Final	Inv. Dias
Dia 1	10451	1096	9355	9
Dia 2	9355	1000	8355	8
Dia 3	8355	889	7466	8
Dia 4	7466	1200	6266	5
Dia 5	6266	1024	5242	5
Dia 6	5242	1105	4137	4
Dia 7	4137	1010	3127	3
Sem 46	Inv. Inicial	Consumo	Inv. Final	Inv. Dias
Dia 1	3127	1000	2127	2
Dia 2	2127	995	1132	1
Dia 3	2132	998	1134	1

Fuente: Elaboración propia

Paso 2. Para comenzar con el kanban, el siguiente procedimiento fue usado para la implementación en el almacén de Adfors, el proceso se presenta en el siguiente

diagrama, representado en 4 pasos para poder ir desarrollando el procedimiento de implementación de kanban dentro del almacén de materia prima en Adfors:

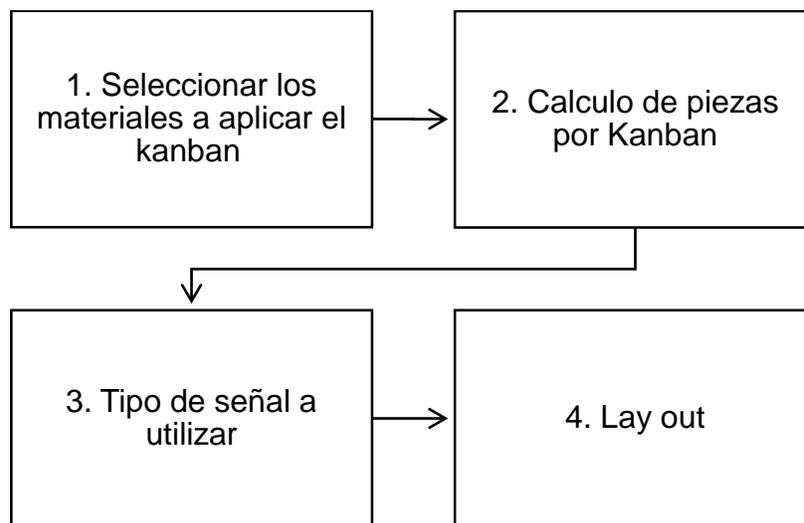


Figura 3.9 Procedimiento de aplicación de kanban (Fuente: elaboración propia)

#### 1. Seleccionar los materiales donde aplicar kanban

La lista de materiales se presenta en la siguiente tabla 3.12, en general para la creación del plastisol para cada familia se tienen productos en común que se ocupan tanto en el CCL- STD como en otros productos dentro de la planta, el almacén de la planta está dividido por almacén de químicos y almacén de fibra de vidrio, la aplicación del kanban se realiza para el almacén de químicos.

#### 2. Calculo de piezas por kanban

Una vez identificados los materiales en donde se va a trabajar se realiza una tabla en donde se coloca toda la información importante para poder realizar la distribución de materiales y poder tener concentrada información importante para el kanban, la tabla se realiza de acuerdo al libro "Creando flujo de materiales", (Harris y Harris, 2003). Por el tamaño de la tabla coloca en la sección de anexos solo se mencionan las etiquetas de datos en esta sección:

- SKU. Identificación de materiales dentro de la planta y dado de alta en sistema SAP.

- Consumo diario. Para la tabla se realiza un análisis del historial de consumos de la semana 20 a la semana 44.
- Lugar de consumo. Área a donde es enviado el material
- Ubicación en donde se almacena
- Frecuencia de pedido. No de pedidos al proveedor, en este caso al almacén de vertronic
- Proveedor. Nombre del proveedor
- Ciudad del proveedor. Localización geográfica del proveedor
- Estado del proveedor. Localización del estado de donde proviene el proveedor
- País del proveedor. La planta cuenta con proveedores que no son de México y se puede identificar su origen de procedencia
- Tipo de contenedor. Contenedor en donde es embalado el producto
- Peso del contenedor (Kg).
- Peso por pieza en Kg. Dependiendo de la unidad de medida de material este puede variar, en este caso los materiales se pesan en kg
- Peso de envasado total. Peso total + peso por pieza en kg
- Longitud del contenedor
- Ancho del contenedor
- Altura del contenedor
- Consumo por montaje (piezas/día). Consumo diario / Peso por pieza
- Consumo horario (pieza por hora). Consumo por montaje / 24 hras
- Capacidad del contenedor estándar. Peso en piezas o kg de los materiales
- Contenedor empleado por hora. (Consumo por montaje/Capacidad del contenedor)/24
- Contenedor empleado por día. Consumo por montaje / Capacidad del contenedor estándar.

Con la información concentrada en un solo lugar, se realiza otra tabla tomando datos promedio de consumo del mes de agosto a octubre del 2014, ya que en función de los consumos se terminan los niveles máximos, punto de reposición y alerta de desabasto de materiales, Anexo 1.

Tabla 3.13 Materiales utilizados y en existencia en almacén en planta

SKU	Descripción
103391	Vinnicel Primex
104356	Grey Pigment
110192	Lox-920
104350	Vinnolit 4472
110301	Charcoal Pigment DOTP
104351	Charcoal Pigment DINP
104353	Akrostar LT4822
104352	Vinnolit C65V
110195	Disperplas 1150
104355	Interstat 50
96602	Silicon S 150
63458	Dynasytan Damo
110193	BYK-9076
69870	Pantapox
46705	Ageflex Tmptma 46705
55703	Viscobyk 5050
95294	Disperplas 1142
46762	Baerostab B837

Fuente: Elaboración propia

### 3. Tipo de señal a utilizar

Con los niveles máximos, punto de reposición y alerta de desabasto, se establece que la señal a utilizar es una tarjeta de materiales en donde se coloca la siguiente información:

SKU	CONTENEDOR
<b>103391</b>	<b>TARIMA</b>
DESCRIPCIÓN	KGS POR CONTENEDOR
<b>Vinnicel Primex</b>	<b>1000</b>
<b>Lote:</b>	<b>Rombo de Seguridad</b>
Máximo:	2 Tarimas
Punto de Reposición:	1 Tarimas
Mínimo:	1 Tarima

Figura 3.10 Señal de Kanban (Fuente: Almacén Adfors)

- SKU. Identificación utilizada para el material en SAP

- Contenedor. En ese caso se coloca el tipo de contenedor del material, ejemplo: tarima, tambo o tótem.
- Descripción. Nombre como se conoce el material en planta
- Kg por contenedor. Cantidad del contenedor
- Lote, Máximo, Punto de reposición y mínimo. Aquí se coloca la información de la tabla 3.13 de los cálculos realizados para los materiales
- Rombo de seguridad. ayuda visual para identificar los niveles de inventario, esto se relaciona con el sistema de levantamiento de inventarios que se describirá en la etapa de simplificar.

Procedimiento de uso de tarjeta:

1. De acuerdo a las cantidades de material establecidas, el operador de almacén coloca una tarjeta por tipo de contenedor es decir, por tarima, tambo o tomen.
2. El operador de mezclado toma la cantidad de material que requiere, si el contenedor se vacía, retira la tarjeta y la coloca en el gancho.
3. El operador de almacén realiza su recorrido de revisión física de inventario y registra los niveles de materiales contra los establecidos el procedimiento se encuentra en el Anexo 3. Llenado de tablero kanban, las tarjetas encontradas son la señal para requerir material al almacén de vertronic.
4. La lista realizada es entregada al coordinador del almacén de planta para que se realice el requerimiento de materiales a vertronic. El tiempo de entrega puede ser dentro del mismo turno e incluso máximo 8 horas.

#### 4. Lay out

Una vez establecidos los cálculos de los materiales y las cantidades a tener en el inventario en la planta, se realizó el cambio en el almacén para la asignación de espacios de materiales y establecer el supermercado que se utilizara para el consumo y acceso de MP la figura 3.10 muestra el espacio asignado para el supermercado, la distribución del espacio en el almacén es el siguiente:

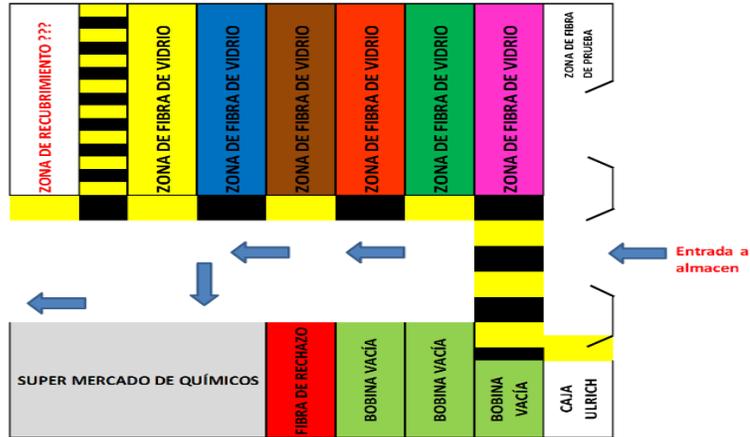


Figura 3.11 Lay out general almacén interno de planta Adfors (Fuente: Almacén Adfors, 2014)

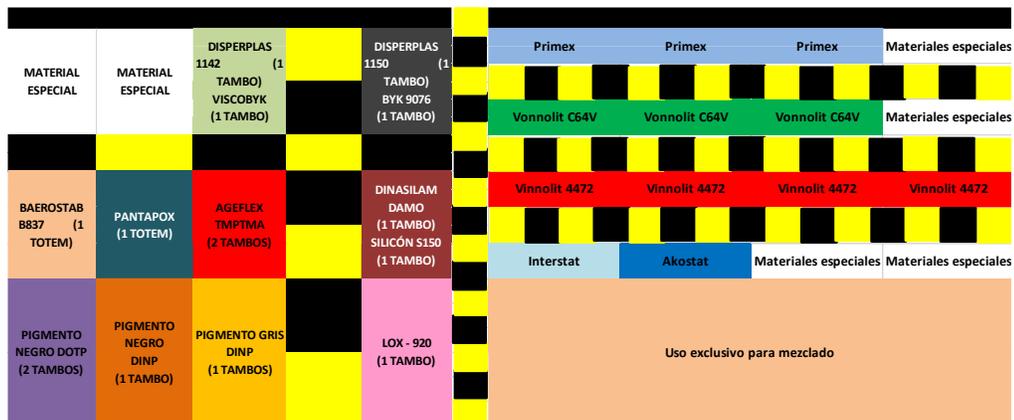


Figura 3.12 Supermercado de químicos (Fuente: Almacén Adfors, 2014)

Para poder hacer la modificación del almacén al supermercado de químicos, fue necesario retirar rack dinámicos y poner el material a nivel de piso, esta modificación permite que los operadores del área de mezclado puedan tomar los materiales de manera más rápida y evita cualquier problema de seguridad por caída de materiales.



Figura 3.13 Distribución de materiales antes del supermercado (Fuente: Almacén Adfors, 2014)



Figura 3.14 Distribución de materiales con supermercado (Fuente: Almacén Adfors, 2014)

### 3.1.3 Etapa de simplificar

En esta etapa se manejan dos puntos la validación del sistema de producción y el flujo de información y materiales, en el caso de todos los datos antes mencionados no se manejaron sistemas de producción, y se trabaja en flujo de información y materiales.

Para el caso del kanban y simplificar el sistema, se realizar OPL (One point lesson) lecciones de un solo punto, en donde se queda establecido en sistema el flujo de información y materiales estos son:

- Correcta forma de bombear químicos en tambos. Anexo 2
- Llenado de tablero de kanban. Anexo 3.

La OPL denominada “Correcta forma de bombear químicos en tambos”, ya que al realizar la modificación de los materiales, los operadores del área de mezclado pueden hacer uso y tomar los químicos para el plastisol del supermercado de químicos, por ser materiales flamables se debe realizar este tipo de información y capacitar al personal para el correcto uso de estos materiales y herramientas de extracción de los químicos.

- Sistema de flujo de información y materiales

Es importante que después de haber realizado todos los cálculos de los espacios y niveles del inventario, quede establecido el sistema para mantener las mejoras alcanzadas, para el caso del manejo de materiales, en el área de almacén se cuenta con una persona encargada del manejo y control de los materiales en esta área y junto con el responsable se establecen los siguientes pasos para mantener el sistema:

- Tablero de máquina. Anexo 4. Este tablero es el control visual en donde se coloca información como: los indicadores establecidos de seguimiento del sistema primera sección, en este caso se estableció que el indicador a utilizar es la eficacia de almacenaje, es decir el número de veces en el mes en que cada material se encontró entre los límites establecidos para los inventarios, el resultado de este indicador se presenta en la sección de resultados.
- Sistema de control de pérdidas. En la segunda sección, se colocan gráficos mensuales en donde se ponen las cantidades máximas, mínimas de los inventarios y punto de reposición, este control grafico es el que sirve como alimentación para el indicador de eficacia, este es capturado por la persona

encargada del control del inventario, anexo3, en el almacén y entregada al coordinador para su captura y seguimiento, figura 3.16.

**(103391) Vinnicel Primex**

# De Tarifas	03-nov	04-nov	05-nov	06-nov	07-nov	08-nov	09-nov	10-nov	11-nov	12-nov	13-nov	14-nov	15-nov	16-nov	17-nov	18-nov	19-nov	20-nov	21-nov	22-nov	23-nov	24-nov	25-nov	26-nov	27-nov	28-nov	29-nov	30-nov
> 3																												
3																												
2.5																												
Máximo 2																												
1.5																												
Mínimo 1																												
0.9																												
0.8																												
0.7																												
0.6																												
Punto de Reposición 0.5																												
0																												

Figura. 3.15 Formato para control de inventario (Fuente: Almacén Adfors, 2014)

En las actividades 4,5 y 6 del Anexo 3 se describe las actividades a realizar para el registro de la figura 3.13.

Se realiza la modificación en el procedimiento IT-LG-07 del SGC, denominado “Abastecimiento de materiales”, en el punto 2.3 Abastecimiento de material de empaque, insumos y/o químicos.

Para los elementos de resultado que están enfocados tanto en el flujo continuo como en los niveles de desperdicio, todas las mejoras se registran en la sección de resultados.

# **CAPITULO IV. RESULTADOS**

## 4.1 Resumen de resultados

Como cierre final al desarrollo del modelo propuesto se presenta la siguiente tabla en donde se presenta un resumen de los resultados obtenidos en cada una de las etapas.

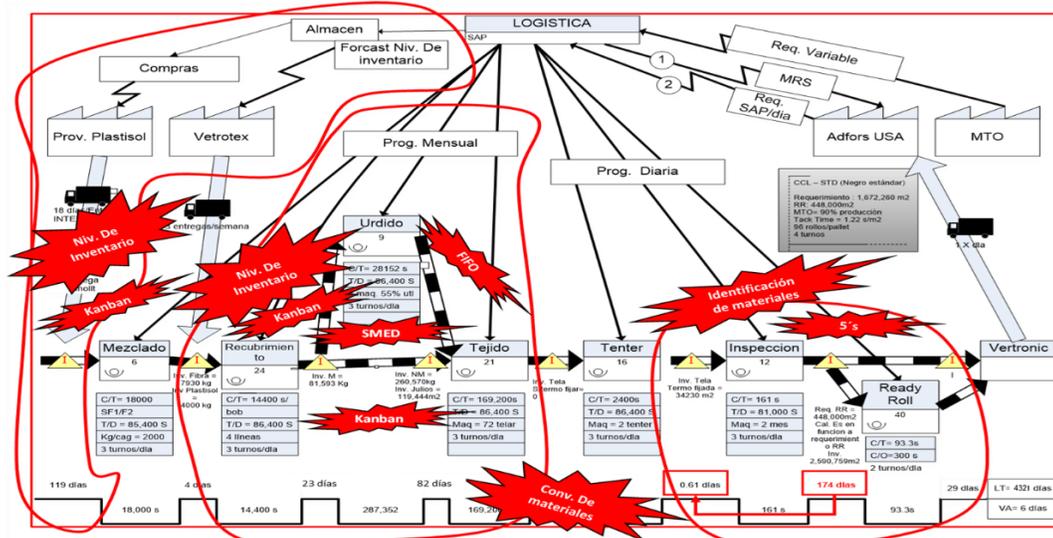
Tabla 4.1 Resumen de entregables

Etapa	Actividades realizadas	Entregables
Estabilizar	<b>* Elaboración del VSM actual</b>	
	Identificación del LT =432 días	* VSM Actual
	Identificación del principal desperdicio = Inventario Identificación de las principales areas de mejora	* VSM futuro
Estandarizar	<b>* Elaboración del VSM futuro</b>	
	* Aplicación de proyecto de reducción de la resina Primex tanto en almacen de Vertronic como en almacen de Adfors	* Comparativo antes y despues
Simplificar	* Implementación del sistema Kanban/supermercado en almacen de planta	* Grafico de porcentaje de eficacia de niveles de inventarios por material quimico en almacen de planta
	* OPL de operación de almacen y manejo de materiales	
	* Implementación de tablero de maquina con ayuda visual para el control del inventario	

Fuente: Elaboración propia

### 4.1.1 Estabilizar

VSM actual



Fuente: Elaboración propia



Tabla 4.2 Promedio de días de inventario semana 38 a 51

Semana	Inv. Inicial	Consumo x semana	Inv. Final	Días de Inv
38	99500	7316	92184	88
39	92184	7235	84949	82
40	84949	7127	87822	86
41	87822	6961	80861	81
42	80861	7110	73751	73
43	73751	7380	76371	72
44	76371	7363	69008	66
45	69008	7299	68004	65
46	68004	7222	73909	72
47	73909	7269	66640	64
48	66640	7625	59015	54
49	59015	7131	61884	61
50	61884	7161	54723	53
51	54723	6467	48256	52
Promedio				69

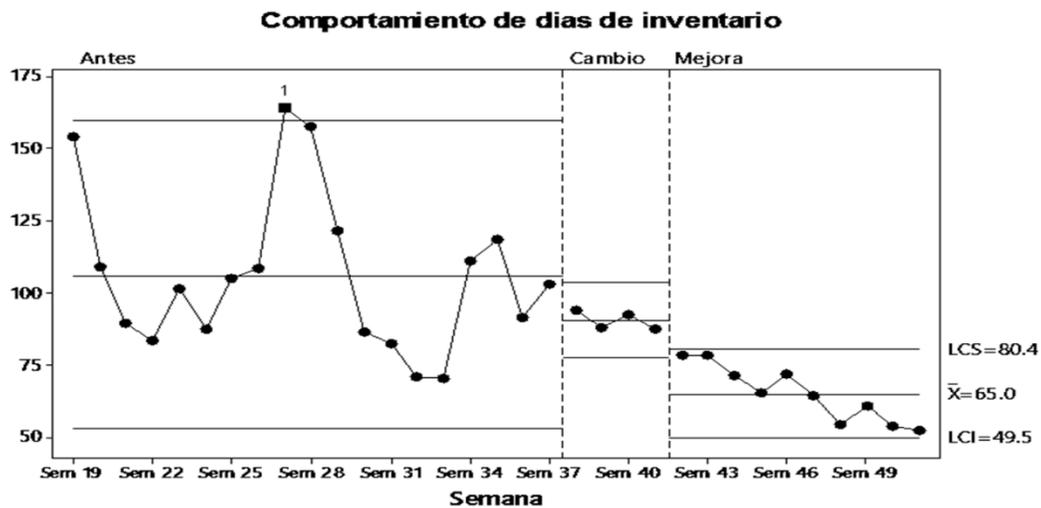
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3 Tabla comparativa de días de inventario

Semana	Días de inventario promedio	Status
19 a 37	106	Antes
38 a 41	85	Modificación
42 a 51	65	Reducción de inventario

Fuente: Elaboración Propia

Grafica 4.1 Comparativo entre antes, cambios hechos y mejora en la reducción de días de inventarios



Fuente: Elaboración propia

La grafica 4.1 muestra el comportamiento de los días promedio de inventario, como se puede observar en los datos del antes es un proceso muy variante, al empezar el proyecto durante el mes de cambio la variación se reduce y se comporta más estable, sin embargo en la etapa de mejora tiene una tendencia a la baja muy marcada, esta tendencia se debe al objetivo de reducción de inventario, ya que no es posible reducir los niveles que se tenían de inventario de manera drástica, de acuerdo a la planeación realizada y descrita en páginas anteriores, la reducción del inventario es gradual hasta llegar al objetivo de 30 días y mantenerlo estable, para los alcances de este proyecto solo se terminar hasta la semana 51, llegando a tener un inventario promedio de 65 días.

Se lleva a cabo un estudio para determinar si las modificaciones realizadas al sistema de control de inventarios tienen efecto para la reducción del número de días en el inventario.

### Hipótesis de investigación

Se desea probar si el promedio de días de inventario del método antes es mayor que el promedio de días de inventario después de la modificación.

Para poder probar los datos se tiene un  $N_{\text{después}}$  de 14 semanas tomando en consideración desde la semana 38 a 51, al ser una muestra dependiente se toman el mismo número de datos para  $N_{\text{antes}}$ , tomando datos de la semana 24 a la 37. Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Datos para probar diferencia de medias

Semana	Promedio de días	Status	Semana	Promedio de días	Status
Sem 24	87	Antes	Sem 38	88	Despues
Sem 25	105	Antes	Sem 39	82	Despues
Sem 26	108	Antes	Sem 40	86	Despues
Sem 27	164	Antes	Sem 41	84	Despues
Sem 28	158	Antes	Sem 42	79	Despues
Sem 29	122	Antes	Sem 43	78	Despues
Sem 30	86	Antes	Sem 44	71	Despues
Sem 31	83	Antes	Sem 45	65	Despues
Sem 32	71	Antes	Sem 46	72	Despues
Sem 33	70	Antes	Sem 47	64	Despues
Sem 34	111	Antes	Sem 48	54	Despues
Sem 35	119	Antes	Sem 49	61	Despues
Sem 36	91	Antes	Sem 50	53	Despues
Sem 37	103	Antes	Sem 51	52	Despues

Fuente: Elaboración propia

### Declaración matemática

Y= promedio de días en el inventario

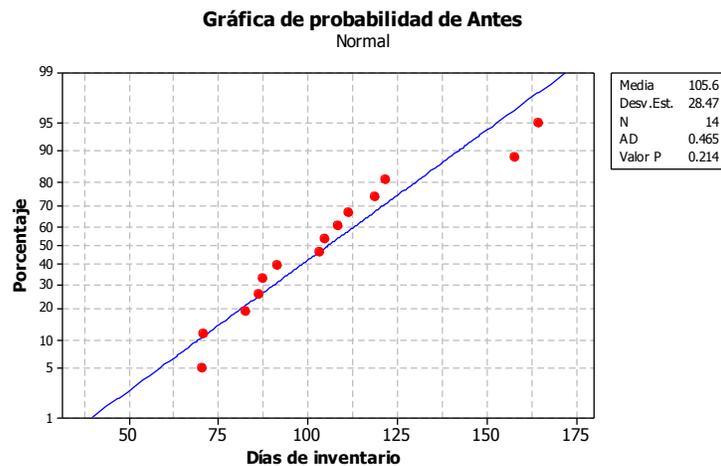
$$H_0: \mu_{\text{antes}} \leq \mu_{\text{después}}$$

$$H_1: \mu_{\text{antes}} > \mu_{\text{después}}$$

### Corrida de prueba

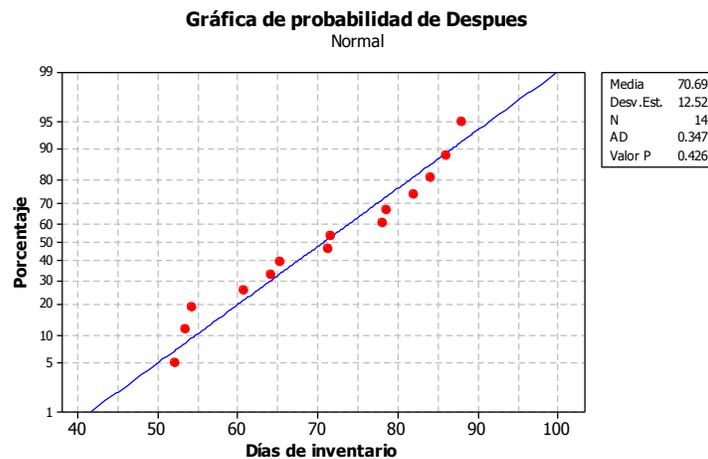
Se realiza una prueba t ya que el tamaño de las muestras es  $< 30$  datos. Se realiza una prueba de normalidad a ambas muestras para poder saber si provienen de una distribución normal.

Grafica 4.2 Prueba de normalidad muestras del antes



Fuente: Elaboración propia

Grafica 4.3 Prueba de normalidad muestras del después



Fuente: Elaboración propia

Los datos de ambas muestras provienen de una distribución normal ya que el valor de P value de la muestra antes es igual a 0.214 y la de los datos después es de 0.426, ambos datos son mayores a 0.05 lo cual nos indica que pueden ser tratados estadísticamente, se procede a realizar la prueba de t, para ello se ocupa el programa minitab, y se obtienen los siguientes resultados:

**Prueba t pareada para la media de días de inventario Antes y Después**  
**Tarjeta de informe**

Verificar	Estado	Descripción
Datos poco comunes		No hay diferencias pareadas poco comunes. Los datos poco comunes pueden tener una fuerte influencia sobre los resultados.
Normalidad		Debido a que el tamaño de su muestra es menor que 20, la normalidad puede ser un problema. Si las diferencias pareadas no están distribuidas normalmente, el valor p puede ser inexacto con muestras pequeñas. Dado que la normalidad no se puede verificar de forma confiable con muestras pequeñas, usted deberá interpretar los resultados de la prueba con precaución.
Tamaño de la muestra		La muestra es suficiente para detectar una diferencia entre las medias.

Figura 4.1 Estado de las muestras (Fuente: Elaboración propia)

En la figura se muestran 3 análisis a considerar, dato poco común, normalidad y tamaño de la muestra, de acuerdo al estado los datos cumplen con el análisis de datos poco comunes y el tamaño de muestra, para el caso de la prueba de normalidad, pide verificarla, sin embargo la verificación se muestra en la gráfica 4.2 y 4.3 y de acuerdo a los valores de P- value de ambas muestras podemos determinar que los datos provienen de una población normalmente distribuida.

La figura 4.2 muestra el resultado de la prueba de hipótesis corrida dentro del programa en el inciso a) podemos observar que nos arroja que la media del antes es menor que la media después es significativamente mayor ya que el valor de  $P < 0.05$ , otros datos importantes que podemos observar en este análisis son los valores del intervalo de confianza que nos arroja que se comporta entre 22 y 48 días, además de medir la media y la desviación estándar de cada muestra.

### Prueba t pareada para la media de Antes y Despues Informe de resumen

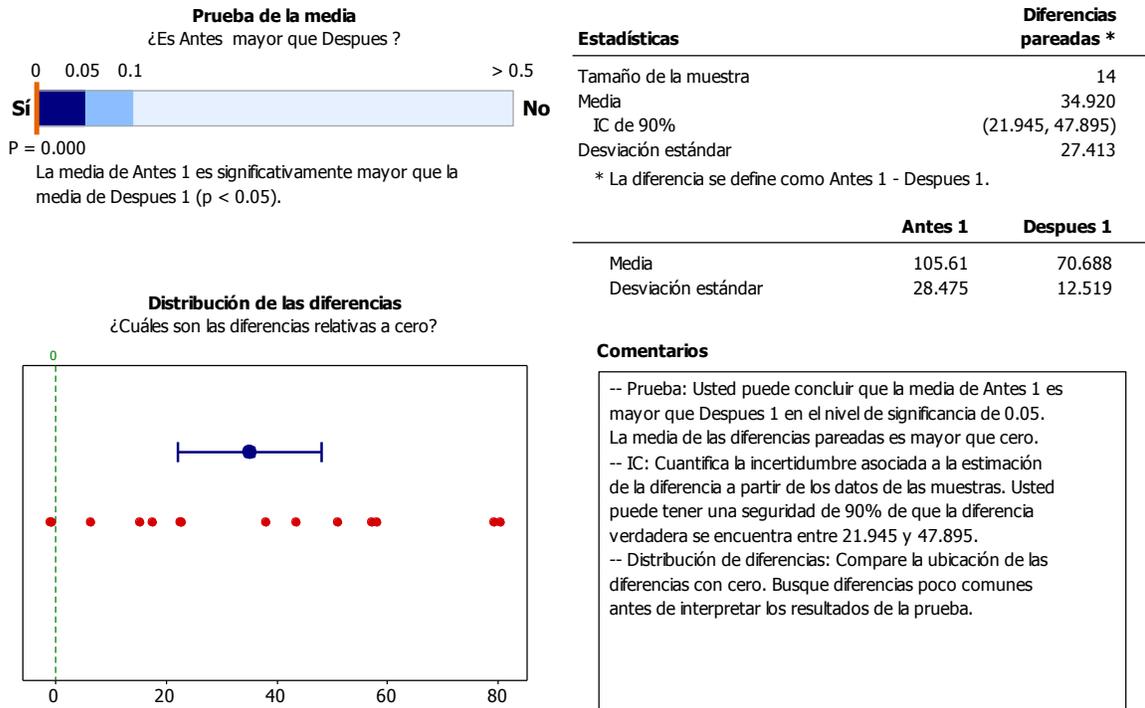


Figura 4.2 Resultados de análisis T (Fuente: Elaboración propia)

#### Conclusión de la prueba

Existe suficiente evidencia estadística con un 95% de confianza para afirmar que el promedio de días antes es mayor que el promedio de días después, cabe hacer mención que esta prueba se realiza con base a la situación establecida desde la semana 24 a la semana 51.

Considerando que el objetivo principal del proyecto era la reducción de los días promedio en el inventario del material PRIMEX, podemos concluir que hubo una reducción ya que como se muestra en la figura 4.2 el promedio de días antes es de 106 y el promedio de días después es de 71, con lo cual se logra la reducción en promedio de 35 días de inventario. El número de días puede mejorar ya que el método se sigue aplicando durante el 2015, sin embargo ya no es parte del alcance de este proyecto.

## Comparativo contra hipótesis

De acuerdo a la hipótesis que plantea que “con la aplicación del modelo de logística esbelta para la eliminación de desperdicios, se espera reducir un 10% del Lead time (tiempo total de proceso dentro de la familia de producto seleccionada con el análisis inicial), el tiempo total de lead time es de 432 días de la familia de CCL-STD, de acuerdo a la reducción de 35 días el LT quedaría en 397, lo que significa que el impacto que te tuvo con la reducción del número de días en inventario con un promedio de 71 días, se calcula en un 8.10%. Sin embargo con el comportamiento y obteniendo los intervalos de confianza con los datos de la semana 38 a 51 se obtienen los siguientes resultados:

### T de una muestra: DESPUES

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
DESPUES	14	70.69	12.52	3.35	(63.46, 77.92)

Figura 4.3 Intervalo de confianza para datos del después

De acuerdo a los datos de la semana 38 a 51 la reducción de días de inventario puede ser tan pequeña como 64 días o tan grande como 78 días, es decir que el porcentaje de impacto del Lead Time puede ir de 6.48% con 78 días o 9.72% con 64 días.

### 4.1.3 Simplificar

Para validar el sistema de flujo de materiales en el kanban se determinó medir la eficacia de los niveles de inventario, la manera de medición elegida por el área de logística es la siguiente:

- De acuerdo a los niveles máximos y mínimos de los materiales se considera el número de veces que los niveles de inventario estuvieron dentro de los límites.

Tabla 4.5 Sistema de recolección de días dentro de los límites

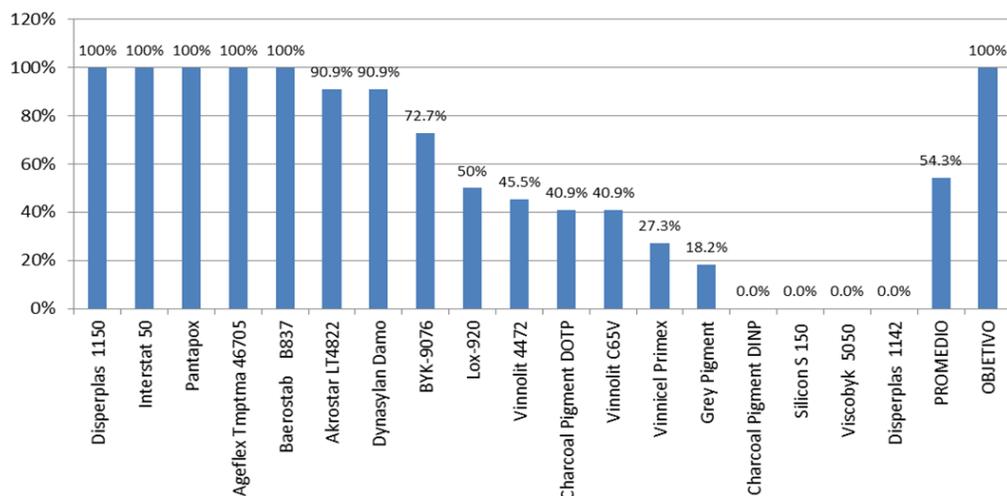
Indicador de Perdidas

		Máximo	Mínimo	1	2	3	4	5
				01-oct	02-oct	03-oct	06-oct	07-oct
110195	Disperplas 1150	1.05	0.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
104355	Interstat 50	1.05	0.05	0.80	0.70	0.60	0.60	0.60
69870	Pantapox	1.1	0.1	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
46705	Ageflex Tmptma 46705	3	1	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20

Fuente: Elaboración propia

El resultado que se tuvo en el mes de octubre se presenta en la gráfica 4.2 y como se puede ver se tenían materiales que estaban fuera de los niveles establecidos como máximos y mínimos y uno de ellos era el primex del proyecto de reducción de días de inventario.

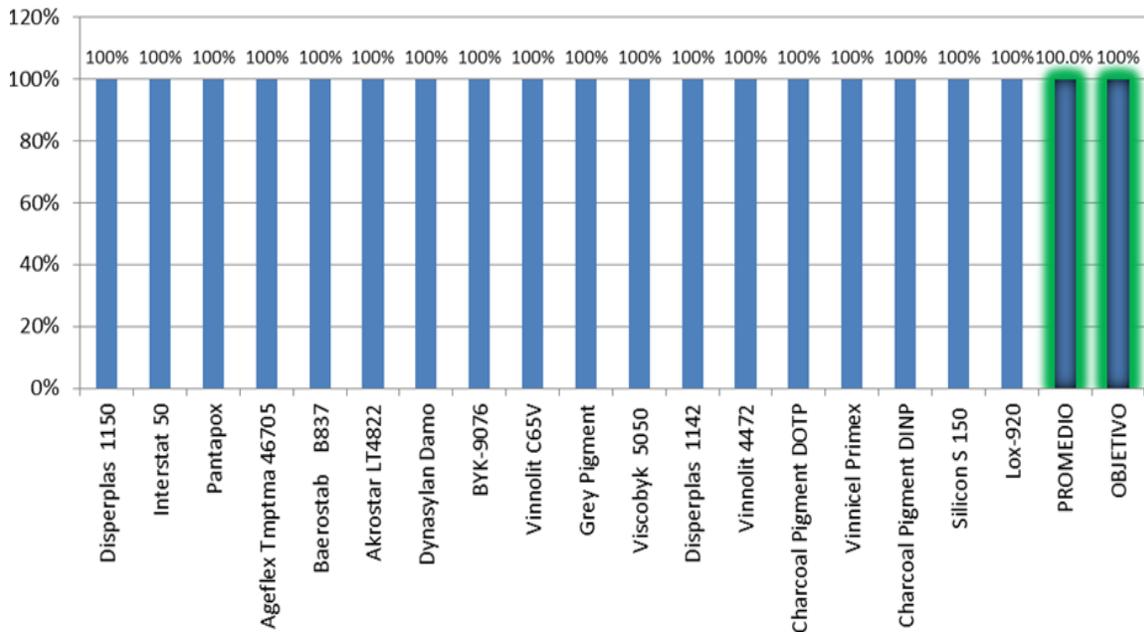
Grafico 4.4 Porcentaje de eficacia de materiales mes de octubre



Fuente: Almacén Adfors, 2014

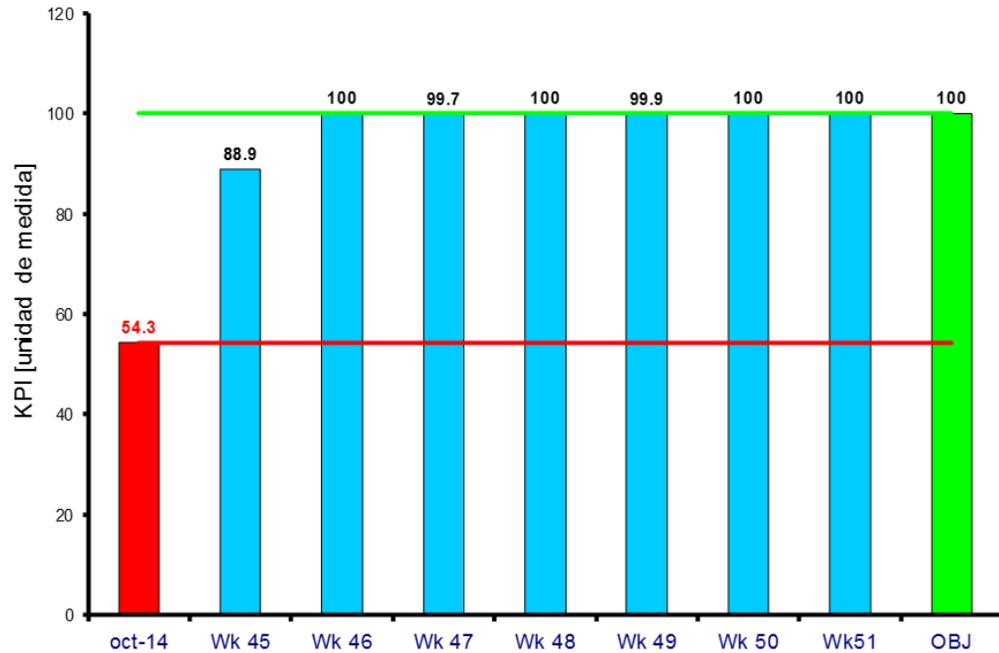
Las gráficas 4.4 y 4.5 se presentan el seguimiento de la eficacia de los niveles de inventario de los materiales, donde a partir de la semana 46 se presenta la mejora de todos los materiales:

Grafica 4.5 Porcentaje de eficacia semana 46



Fuente: Almacén Adfors, 2014

Grafica 4.6 Resultado de la semana 45 a la 51 del % de eficacia



PI:  
 semana  
 valor KPI  
 punto de inicio  
 objetivo

	oct-14	Wk 45	Wk 46	Wk 47	Wk 48	Wk 49	Wk 50	Wk 51	OBJ
valor KPI	54.3	88.9	100	99.7	100	99.9	100	100	100
punto de inicio	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3	54.3
objetivo	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Casilla a rellenar a mano

Fuente: Almacén Adfors, 2014

Como se puede ver en las gráficas se logra alcanzar que los químicos que están en planta se encuentren dentro de los límites máximo y mínimo establecido desde la semana 46.

# **CAPITULO V. CONCLUSIONES**

## 5.1 Conclusiones y sugerencias

Como parte de la problemática planteada al inicio de esta investigación se realiza una descripción de la situación actual de la industria textil del país, comparada contra sus competidores a nivel mundial.

Dentro de este análisis podemos ver que en los últimos años, México entro en una crisis, ya que su principal mercado de exportación, Estados Unidos, fue absorbido por otros competidores, es importante ubicarnos en esta situación, ya que en los últimos años la competencia en calidad, precio y tiempos de entrega, ha hecho que las empresas busquen opciones para mejorar sus procesos y así poder seguir en el gusto y preferencia de sus clientes.

Se prevé un crecimiento de la industria entre el 10 y el 12% para el 2015 (Canaintex y Canainve, citado en el financiero, 2015), sin embargo este crecimiento se debe principalmente al combate de entradas de mercancías ilegales a nuestro país y tiene una repercusión a nivel interno. Desafortunadamente esta reactivación nada tiene que ver con el incremento a los niveles de productividad o a la inversión en nueva tecnología para desarrollar a este sector.

Es importante realizar esta remembranza, ya que como podemos observar la principal preocupación, no es precisamente incrementar nuestra competitividad a nivel internacional y es principalmente el objetivo de la introducción de nuevas metodologías de mejora dentro de las empresas, principalmente es lo que se busca con la introducción de la metodología de logística esbelta ya que se busca eliminar todos aquellos desperdicio que afectan a la economía de la empresa, y a su vez a los clientes, esto es realizar una buena administración de los flujos de bienes y servicios, desde la adquisición de materias primas hasta el consumo del producto final.

Es importante recalcar la complicación que tiene emprender una implementación dentro de una empresa que comienza o ha realizado procesos de mejora y no ha obtenido los resultados esperados, es de vital importancia como se debe estructurar el proceso o modelo de implementación, la implementación como tal, y el

mantenimiento de las mejoras realizadas, a través del desarrollo del trabajo, existen etapas de mejora, tanto en el modelo propuesto, en el proceso de implementación y en la obtención de los resultados contra los resultados esperados y planteados dentro de la hipótesis inicial y en función de estos puntos se realizan las conclusiones específicas.

### Modelo de implementación

“Todo es susceptible de mejora”, siguiendo esta premisa se llega a la conclusión de que el modelo planteado en un principio y aplicado en la planta también puede mejorarse y puede irse perfeccionando.

Al inicio se planteó que cada fase del modelo debía ser aplicado en general a toda la planta, es decir las etapas de estabilizar, estandarizar y simplificar debían irse aplicando una por una a toda la planta para avanzar a la siguiente etapa, sin embargo durante el desarrollo y aplicación del modelo, se puede llegar a la siguiente conclusión:

- De las 3 etapas planteadas al inicio, se cambian a fases
- La primera fase: **estabilizar**. Debe ser aplicada a toda la planta ya que en ella se analiza la situación actual de nuestro proceso desde que el material entra a la planta hasta que sale al cliente, y es donde se aplica la cartografía del VSM y en la cual podemos detectar tanto los principales desperdicios como las oportunidades de mejora y herramientas a utilizar de manera general. Esta etapa nos permitirá realizar una planeación general de todas las áreas a mejoras, no con esto quiere decir que se ataque el general de la planta, es decir nos permite realizar una planeación a mediano y largo plazo para alcanzar las mejoras dentro del proceso.
- La segunda y tercera fase: **estandarizar y simplificar**. Pueden ser aplicadas en una zona de mejora específica en donde se tiene que reducir algún tipo de desperdicio identificado o aplicar una herramienta de mejora que ayude al proceso a ser más eficiente o a mejorar tanto el flujo de información como el flujo de materiales. Estas dos etapas entran en un ciclo de mejora continua, es decir pueden ser re aplicables, en tantas áreas a mejorar como sea posible.

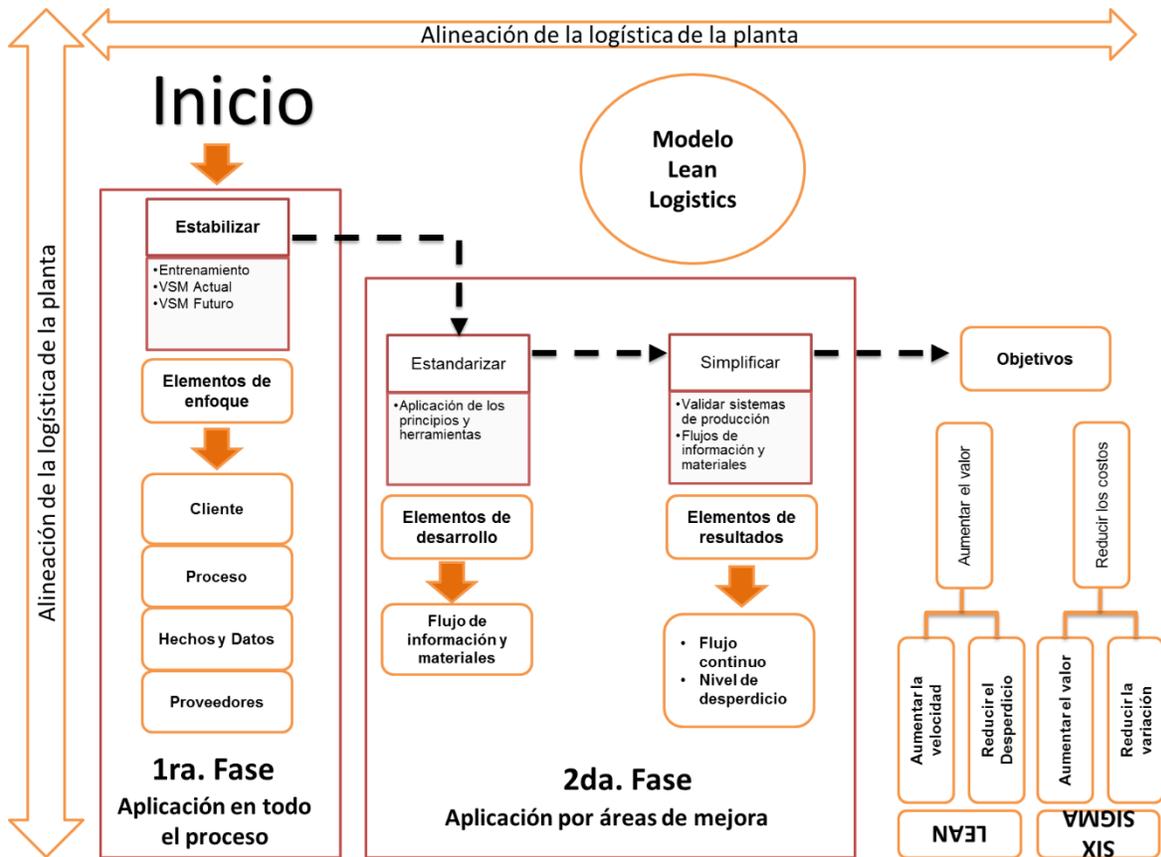


Figura 5.1 Modelo modificado (fuente: elaboración propia)

## Proceso de implementación

### 1ra. Fase

En esta fase se pudieron identificar tres áreas con acumulación excesiva de inventario, al inicio, entre recubrimiento, urdido y tejido y en inspección y ready roll, tanto de materia prima como productos semiterminados, fue de vital importancia la aplicación de esta fase para poder identificar oportunidades de mejora, sin la elaboración de esta fase a nivel planta es imposible realizar un plan de trabajo y trabaja sobre problemas específicos y que impactan directamente a los objetivos de mejora de la planta.

### 2da. Fase

Aun cuando se identificaron 3 áreas dentro del VSM con oportunidades de mejora, dos de ellas con el mayor número de días de inventario en áreas productivas y una de materia prima, en almacenes, fue difícil que el área de producción apoyara para poder

realizar la implementación de esta fase en las dos áreas productivas, por tal motivo el modelo ya modificado fue aplicado en los almacenes de MP (materia prima), logrando una mejora de 38.67% con la reducción de los días de inventario de la resina Primex.

#### Hipótesis planteada

Uno de los principales objetivos de la investigación era poder reducir el Lead time (tiempo total de proceso) de la familia que se identificara como importante para la planta, es decir reducir desperdicios que afecten al tiempo de procesamiento de los materiales dentro de la planta. Al realizar el VSM se identificó que el lead time era de 432 días, como se muestra en la página 114, la mejora puede variar de porcentaje de mejora ya que desde la semana 38 a 51 se realiza el proyecto de reducción de inventarios y el proceso aún no está controlado, aún tiene mucha oportunidad de mejora a realizar.

La recomendación para la empresa es que se debe tener confianza en la aplicación del modelo ya que si se puede aplicar en un proceso un tanto complicado como lo es el almacén de materia prima, el mismo principio de mejora puede aplicarse dentro de los procesos productivos de la elaboración de la malla mosquitera.

#### Sugerencias

El proceso de implementación no es nada fácil ya que se requiere tiempo y paciencia para poder llevar a cabo las mejoras, como podemos ver para poder lograr la mejora en el almacén se llevó aproximadamente 14 semanas en reducir los niveles de inventario, lo importante es seguir con la implementación y no abandonar el proyecto, el principal problema con el que cuenta la planta está muy claro y pueden realizarse análisis similares, hechos en el almacén de materia prima para aplicarlos a las dos áreas identificadas aquí el objetivo también es determinar los niveles óptimos de inventario entre las áreas mencionadas.

Como sugerencias generales y por el resultado del proyecto aplicado, para que se pueda llevar a cabo la mejora completa dentro de la organización son las siguientes:

- Las actividades logísticas deben coordinarse entre sí para lograr mayor eficiencia en todo el sistema productivo, esto quiere decir todas aquellas actividades que involucran el movimiento de materias primas, materiales y otros insumos forman parte de los procesos logísticos, al igual que todas aquellas tareas que ofrecen un soporte adecuado para la transformación de dichos elementos en productos terminados: las compras, el almacenamiento, la administración de los inventarios, el mantenimiento de las instalaciones y maquinarias, la seguridad y los servicios de planta, si no existe una relación y comunicación entre ellos se general los problemas reflejados dentro del proceso productivo, exceso de movimientos, almacenamientos, inventarios, entre otros.
- Realizar un análisis al sistema de planeación de producción, el proceso existe sin embargo al identificar que existen puntos de acumulación de inventario quiere decir que alguna parte de la planeación no se está llevando de manera adecuada y podría ser este proceso susceptible de mejora.
- Continuar con el proyecto de materias primas en almacenes ya que si se puede hacer extensible a los demás componentes del plastisol la oportunidad de reducción de costos por almacenaje es económicamente importante para la planta.
- El proceso de kanban y supermercado puede aplicarse al proceso de recubrimiento, urdido y telares y es una buena opción para solo producir lo que el cliente necesita, y es una buena opción de implementación para la reducción de los niveles de inventario.

### Conclusión general

La conclusión general es que toda implementación debe tener una secuencia y lógica, es decir debe ser guiada por un modelo que nos permita alcanzar objetivos específicos de mejora, en este caso el modelo busca que las empresas puedan alcanzar dos objetivos principales: Aumentar el valor y reducir los costos, actualmente las empresas

necesitan ser más rentables y poder reducir sus costos de producción, y este modelo nos permite a través de la implementación por fases ir mejorando de manera gradual el proceso. En el caso de la empresa en donde se aplicó podemos darnos cuenta que su principal problema es el exceso de acumulación de inventario, lo que afecta a su capital de trabajo ya que al tener estos niveles de inventario su flujo de efectivo se ve limitado y también hace más pesado el flujo de materiales no permitiéndole flexibilidad en el proceso y complicando los tiempos de entrega al cliente. Si la empresa reconsidera la implementación del modelo puede revertir sus niveles de inventario y mejorar su productividad y rentabilidad, lo cual también tiene una repercusión tanto para la empresa como para las personas que laboran aquí ya que al ser una empresa comprometida con la mejora de su flujo de producción y materiales podrá convertir sus inventarios en flujo de efectivo. El éxito de la mejora no depende de una sola persona, el éxito radica en el esfuerzo y compromiso de un grupo de trabajo, porque gracias al equipo de trabajo de logística se consiguió bajar los días de inventario del Primex del MP y podemos concluir que se puede mejorar y una vez alcanzada una meta, fijar una más alta y seguir mejorando.

## BIBLIOGRAFIA

APEC (1997), Universidad APEC, Extraído el 6 de abril de 2014 desde [sites.unapec.edu.do/carreras/pensum/all/IND-385web.doc](http://sites.unapec.edu.do/carreras/pensum/all/IND-385web.doc)

Arango, Serna, Martín D., Gil, Gómez, Hermenegildo; Zapata Cortés, Julián A. (2008). Logística esbelta aplicada al transporte en el sector minero. Boletín de ciencias de la Tierra, Diciembre-Junio, 121-136.

Ballesteros, Silva, Pedro Pablo; (2008). Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas, Scientia Et Technica, Núm. 38, pág. 223-228

Boraei, Álvarez, Mohamed Solimán, Serrano, Fehrs. (2007). Planteamiento de la Logística lean en la cadena de distribución de automotores continentales (Quito). Tesis de grado. Universidad de San Francisco de Quito.

Bernal, Torres Cesar (2010). Metodología de la investigación. Colombia. Ed. Prentice Hall.

Capuz, Rizo Salvador. (2001) Introducción al proyecto de producción, Ingeniería concurrente para el diseño de producto. México D.F, Ed. Alfaomega

CONAII (Colegio nacional de ingenieros industriales). (2003). Extraído el 28 de Abril de 2014 desde [http://www.conaai.org.mx/sistemas\\_de\\_jalar.htm](http://www.conaai.org.mx/sistemas_de_jalar.htm)

De Alba, Ávila, Roció. (2013, enero – febrero), La inversión Textil en México: Inversión para mantener la competitividad, Tu Interfaz de negocios, Art. 2 No. 10, pág. 11-14, Extraído el 1 de marzo del 2014 <http://www.tuinterfaz.mx/articulos/10/77/la-industria-textil-en-mexico-hacia-su-recuperacion/>

De Alba, Roció (2013, Enero – Febrero), Cadena de suministro: para aumentar el valor de contenido regional, Tu Interfaz de negocios, Art. 3 No. 10, pág. 19 -22, Extraído el 1 de marzo del 2014, de <http://www.tuinterfaz.mx/articulos/10/77/la-industria-textil-en-mexico-hacia-su-recuperacion/>

Definición ABC (2007). Extraído el 30 Marzo de 2014 desde <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/teor%C3%ADa-de-redes/>

El financiero (2015). Industria textil prevé crecimiento record en 2015. Extraído el 26 de mayo del 2015 desde <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/industria-textil-preve-crecimiento-record-en-2015.html>

Excelean. (2011). Es la innovación la asignatura pendiente en logística. Extraído el 20 de abril de 2014 desde <http://leanlogisticsexecution.blogspot.mx/2011/12/es-la-innovacion-la-asignatura.html>

GL, Global Lean. (2012). Lean Logistics. Extraído el 20 de Abril de 2014 desde <http://www.globallean.net/consultoria/lean-logistics/439/>

Goldsby, Thomas, Martichenko, Robert. (2005). Lean Six Sigma Logistics, strategic development to operational success. USA. Ed. J. Ross Publishing, Inc.

Harris Rick, Harris Chris, Wilson Earl (2003). Creando flujo de materiales, USA, Lean Enterprise Institute.

Hay, Edward J. (1987). Justo a tiempo. Just in time, la técnica Japonesa que genera mayor ventaja competitiva. Rhot Island, USA. Ed. Norma.

Industrial Timestudy institute. (2011). Lean concepts. Extraído el 20 de Abril de 2014 desde <http://industrialtimestudy.com/lean-concepts/>

INEGI, (2003), Industria Manufacturera, extraído el 5 de abril de 2014 desde <http://cuentame.inegi.org.mx>

Jiménez, Archila, Andrés. (2008). Los Gurús de la Manufactura, Metal Actual, extraído el 1 de Marzo 2014, extraído 29 de Marzo de 2014, de [publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/.../658](http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/.../658)

Juárez-López, Yolanda; Rojas-Ramírez, Jorge; Medina-Marín, Joselito; Pérez-Rojas, Aurora. (2011). El enfoque de sistemas para la aplicación de la manufactura esbelta. Científica, Enero-Marzo, 35-42.

Lean manufacturing en español. (2008). Extraído el 20 de Abril del 2014 desde <http://lean-esp.blogspot.mx/2008/09/71-tipos-de-desperdicios.html>

Lean Enterprise Institute. (2011). Fundamentos de Lean. Extraído el 10 de Abril de 2014 desde <http://www.lean.org.mx/index.php/que-es-lean/fundamentos-de-lean>

Lituve, Ariel L., Merdie Anna, (2011), Un estudio al impacto de las iniciativas de mejora de las cadenas de suministro y de fabricación en empresas que aplican MTO y MTS, Universidad de Adelaide, Jul- Dic, 30-40.

LLSAS, lean logistics SAS. (2012). Filosofía. Extraído el 20 de Abril del 2014 desde <http://www.leanlogs.com/filosofia.html>

Mantilla Celis, Olga Lucia, Sánchez García, José Manuel. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. Estudios Gerenciales, Julio - Septiembre, 23-43.

Martínez, Jurado, Pedro José, Moyano Fuentes, José. (2011). Lean production y la gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica. Investigaciones europeas de Dirección de la empresa, Enero Abril, 137-157.

MexicoFIT, capacidad. (2009). Extraído de <http://www.mexicofits.com/fortalezas>

Monterroso, Elda. (2000). El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento. Extraído el 15 de abril de 2014 desde <http://www.unlu.edu.ar/~ope20156/pdf/logistica.pdf>

Niño, Luna Luis Fernando, Bednarek Mariusz, (2010), Metodología para implementar el sistema de manufactura esbelta en Pymes industriales Mexicanas, Concyteg, Noviembre, 1284 - 1307

Omaña, Macringer; Cadenas, José Tomás. (2011). Herramientas de manufactura esbelta aplicadas al desarrollo de software con calidad. Revista Avances en Sistemas e Informática, Julio-Sin mes, 135-142.

OMG organización mundial del comercio (2013), Estadísticas del comercio internacional 2013, extraído el 5 de Abril del 2014, de [http://www.wto.org/spanish/res\\_s/statis\\_s/its2013\\_s/its13\\_toc\\_s.htm](http://www.wto.org/spanish/res_s/statis_s/its2013_s/its13_toc_s.htm)

Padilla, Lillian. (2010). Lean Manufacturing, Manufactura esbelta, Ágil. Facultad de Ingeniería, revista ingeniería primero, No. 15, Enero, pág. 64-69.

Patlan, Juana; Delgado, Diana; (2010). La industria Textil en México; Diagnostico, prospectiva y estrategia. Extraído el 27 de Marzo de 2014, de [cec.itam.mx/medios-digitales/documentos/Estudios.../Textil.pdf](http://cec.itam.mx/medios-digitales/documentos/Estudios.../Textil.pdf).

Pérez, Rave, Jorge Iván, Benavidez, Torres, Milton Ignacio, (2009). Aproximaciones del enfoque por procesos y principios lean para la producción de índigo en una empresa Textil, Revista Universitaria EAFIT, Vol. 46 No. 158.

Polilibros. (2010). Extraído el 27 de Abril de 2014 desde [http://148.204.211.134/polilibros/Portal/Polilibros/P\\_terminados/Admon-II-Inform/conocimiento/unidad5/U5546.htm](http://148.204.211.134/polilibros/Portal/Polilibros/P_terminados/Admon-II-Inform/conocimiento/unidad5/U5546.htm)

Rajadell, Manuel, Sánchez José Luis. (2010). Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad. España. Ed. Díaz de Santos.

Rodríguez, Monroy, Carlos; Fernández, Chalé, Lizbeth. (2006). Manufactura Textil en México: Un enfoque sistémico, Revista Venezolana, vol. 11, núm. 35, pág. 335-351.

Rother, Mike, Shook John (1999) Observar para crear valor, cartografía de la cadena de valor para agregar valor y eliminar “muda”. Brooklyn MA, USA, Lean Enterprise Institute.

Schey, Jhon A. (2002). Procesos de Manufactura. 3ª. Edición. Ontario, Ed. Macgraw hill

SEDECO, (2014), Directorio Industrial del estado de Tlaxcala DIET, actualmente SETyDE, extraído el 25 de Noviembre de 2013, de <https://www.google.com.mx/search?newwindow=1&q=directorio+empresarial+2013+tlaxcala&oq=directorio+empresarial+2013+tlaxcala>

SG Adfors (2013). Extraído el 20 de abril de 2014 desde <http://www.sg-adfors.com/es>

Socconini, Luis. (2011). La logística se vuelve Lean: Aplicación práctica. Extraído el 27 de Abril del 2014 desde <http://www.icil.org/3389/actualidad/la-logistica-se-vuelve-lean-aplicacion-practica/>

Tejeda, Anne Sophie. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Ciencia y Sociedad, XXXVI Abril-Junio, 276-310.

Universidad Anáhuac Puebla (2009). Diplomado en Lean manufacturing Universidad Anáhuac Puebla, Modelo de manufactura Lean.

Vermorel, Joannès. (2011). Lead time (tiempo de entrega): Definición y formula. Extraído el 20 de Abril de 2014 desde <http://www.lokad.com/es/lead-time-definicion-y-formula>

Villaseñor, Contreras, Alberto, Galindo, Cota Edber. (2011). Manual de Lean Manufacturing, guía básica. México D. F. Ed. Limusa

Womack, James P, Jones D.T, (1992). The machine that changes the world, U.S.A, Ed. McGraw Hill.

Villaseñor, Contreras, Alberto, Galindo, Cota Edber. (2007). Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. 2da Edición. México D. F, Ed. Limusa.

Zapata, Cortés, Julián Andrés, Moreno, Riascos, Ricardo Alfonso. (2011) Lean Logistics ¿Modelo o necesidad?, Revista Mercatec, Enero – Junio, 117-120.

Zen Consulting. (2010) Consulting & profesional services. Extraído el 6 de Abril del 2014 desde <http://www.zenweb.com.ar/%C2%BFque-es-lean-manufacturing-o-manufactura-esbelta/>

# **ANEXOS**

Tabla de cálculos de Máximos, puntos de reposición y alerta de desabasto

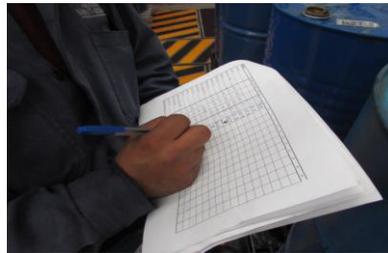
SKU	Químico	Consumo Diario (Kg)	Tamaño de la expedición	Existencia de Seguridad (1 días de consumo en Kgs)	MÁXIMO			PUNTO DE REPOSICIÓN		ALERTA DE DESABASTO	
					Nivel Máximo Planificado de Existencias (Kgs)	Contenido Estandar de cada contenedor	Cantidad Máxima de contenedores	Punto de reposición (consumo diario en Kgs)	Cantidad Mínima de contenedores	Nivel Mínimo Planificado de Existencias (Kgs)	Cantidad Mínima de contenedores
103391	Vinnicel Primex	1027.00	1	1027.00	2054.00	1000.00	2.1	1027.00	1.03	513.50	0.51
104356	Grey Pigment	147.50	1	147.50	295.00	272.00	1.08	147.50	0.54	73.75	0.27
110192	Lox-920	43.91	1	43.91	87.82	200.00	0.44	43.91	0.22	21.96	0.11
104350	Vinnolit 4472	2214.67	1	2214.67	4429.35	1250.00	3.54	2214.67	1.77	1107.34	0.89
110301	Charcoal Pigment DOTP	233.38	1	233.38	466.77	272.00	1.72	233.38	0.86	116.69	0.43
104351	Charcoal Pigment DIMP	145.13	1	145.13	290.26	272.00	1.07	145.13	0.53	72.57	0.27
104353	Akrostar LT4822	75.22	1	75.22	150.44	1043.00	0.14	75.22	0.07	37.61	0.04
104352	Vinnolit C65V	1023.00	1	1023.00	2046.00	1250.00	1.64	1023.00	0.82	511.50	0.41
110195	Disperplas 1150	5.91	1	5.91	11.81	181.44	0.07	5.91	0.03	2.95	0.02
104355	Interstat 50	26.09	1	26.09	52.18	1000.00	0.05	26.09	0.03	13.05	0.01
96602	Silicon S 150	5.87	1	5.87	11.74	200.00	0.06	5.87	0.03	2.94	0.01
63458	Dynasytan Damo	13.04	1	13.04	26.09	200.00	0.13	13.04	0.07	6.52	0.03
110193	BYK-9076	3.91	1	3.91	7.82	200.00	0.04	3.91	0.02	1.96	0.01
69870	Pantapox	46.10	1	46.10	92.20	1000.00	0.09	46.10	0.05	23.05	0.02
46705	Ageflex Trmptma 46705	166.00	1	166.00	332.00	218.00	1.52	166.00	0.76	83.00	0.38
55703	Viscobyk 5050	21.20	1	21.20	42.40	170.00	0.25	21.20	0.12	10.60	0.06
95294	Disperplas 1142	11.10	1	11.10	22.20	200.00	0.11	11.10	0.06	5.55	0.03
46762	Baerostab B837	26.70	1	26.70	53.40	1000.00	0.05	26.70	0.03	13.35	0.01
			Frecuencia de entregas = tamaño de la expedición en días de producción	EdS= Piezas por encima de la cantidad mínima de expedición. Se deja en 2 días por el fin de semana	NMPE = (Consumo diario X Tamaño Expedición en días) + Existencia de Seguridad en el supermercado		CMC = NMPE / Contenido estandar de cada contenedor	PdR= 1 día de consumo (debido a que la frecuencia de entregas es diaria)		Despues de este punto se emite ALERTA por posible desabasto	

LECCIÓN SOBRE UN PUNTO (OPL)											
											
<p>El primer paso será colocarse el EPP completo, que consiste en; Mascarilla, Careta, Traje Tyvet, guantes y botas.</p>			<p>Con el EPP completo, dirigirse a los tambos en el almacén, seleccionar el que necesite bombear y destaparlo.</p>			<p>Una vez que se ha destapado, colocar dentro la bomba y acercar la cubeta.</p>			<p>Ya con la cubeta y la bomba en posición correcta, proceder a bombear, hasta obtener la cantidad deseada.</p>		
											
<p>Ya con la cantidad deseada en la cubeta, bajar la misma, y antes de retirar la bomba del tambor, con la mano, escurrir el químico y no bajar la bomba, hasta que se haya escurrido completamente</p>			<p>Colocar la bomba a un costado de los tambos, en posición vertical.</p>			<p>ES OBLIGATORIO DEJAR CERRADO LOS TAMBOS Y LIMPIAR EL MISMO DE CUALQUIER RESIDUO.</p>			<p>El área debe quedar completamente limpia y en orden.</p>		
<b>Resultados</b>											
<b>Fecha capacitación:</b>											
<b>Instructor:</b>											
<b>Alumno:</b>											

### LECCIÓN SOBRE UN PUNTO (OPL)



Tomar Inventario físico de tambos y totems. En caso de tambos usados, revisar el nivel en que se encuentra y dejar cerrado el tambo.



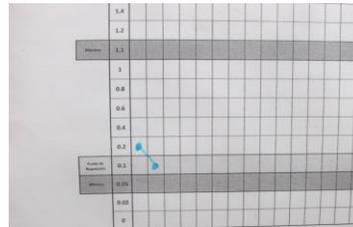
Una vez que se ha revisado el inventario físicamente, se deberá anotar la cantidad en el formato de inventarios diario.



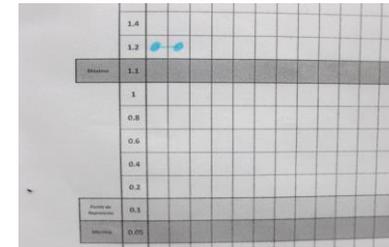
Después de registrar el inventario en el formato, deberá acudir al tablero de maquina para actualizar el control de inventarios en el mismo.



Seleccionar la hoja correspondiente de cada químico, y colocar un punto en el cuadro que coincide en día y nivel de inventario. Al final debe unir, el punto del día, con el del día anterior.



Si el punto del día se encuentra en el cuadro de "P. de reposición", en el de "Mínimo" o por debajo del "Mínimo" debe avisar al Coord. Materiales (Luis Chavero) para que solicite el material necesario a Vertronic.



Si el punto se encuentra por arriba del máximo o por debajo del mínimo, el Coord. Materiales (Luis Chavero) deberá hacer el análisis correspondiente, para valorar las medidas a tomar.

#### Resultados




Anexo 5. Instructivo de abastecimiento de materiales

<b>ADFORS BY SAINT-GOBAIN (Instrucción de Trabajo)</b>			
<b>ULTIMA REVISION</b> 10.10.2014	<b>REVISION:</b> 1	<b>PAGINA:</b> 3 de 4	<b>CODIGO :</b> IT-LG-07
<b>Título: ABASTECIMIENTO DE MATERIALES</b>			
<p><b>2.3 Abastecimiento de material de empaque, insumos y/o químicos.</b></p> <p>2.3.1 El Coordinador de Materiales revisará los niveles del kanban de material de empaque, insumos y/o químicos, suministrados por el operador del almacén.</p> <p>2.3.2 El Coordinador de Materiales y/o el Líder de Almacén solicitará al Jefe de Almacén de Vertronic mediante el formato "Material requerido para Adfors" (Anexo 5.7), el material de empaque, insumos y/o químicos que se necesiten para mantener el Kanban]</p> <p>2.3.3 El Jefe de Almacén de Vertronic enviara el material de empaque, insumos y/o químicos que le hayan solicitado, junto con el documento "Formato de Transferencia de Materiales" (FT-LG-AL-02) (Anexo 5.8).</p> <p>2.3.4 El Coordinador de Materiales y/o el Líder de Almacén revisará que el material de empaque, insumos y/o químicos solicitados lleguen en buen estado y que la cantidad registrada en el formato FT-LG-AL-02, coincida físicamente y coincida con lo que se pidió. Avisará a vigilancia para que esté presente durante la descarga del material de empaque, insumos y/o químicos.</p> <p>2.3.4 El Líder de Almacén, recibirá y almacenará el material de empaque, insumos y/o químicos en el lugar que le corresponda dentro del Almacén de Materia Prima.</p> <p>2.3.5 El Líder de Almacén avisará al Supervisor de Producción correspondiente sobre la llegada de empaque, insumos y/o químicos y éste, deberá firmar de recibido el formato FT-LG-AL-02. Producción podrá abastecerse del Kanban.</p>			