

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y  
AGROINDUSTRIA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN  
ESBELTA “LEAN MANUFACTURING” EN EL ÁREA DE  
TEXTURIZADO DE LA EMPRESA TEXTIL ENKADOR**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MAGÍSTER (MSc.) EN  
INGENIERIA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

**ING. OSWALDO MORYA GUZMÁN MONTALVO**

**(oguzman@enkador.com)**

**DIRECTOR: ING. PEDRO ENRIQUE BUITRÓN FLORES, MSc.**

**(pedro.buitron@epn.edu.ec)**

**Quito, Julio 2012**

© Escuela Politécnica Nacional 2012  
Reservados todos los derechos de reproducción

## **DECLARACIÓN**

Yo, Ing. Oswaldo Guzmán Montalvo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a éste trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Ing. Oswaldo Guzmán

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Oswaldo Morya Guzmán Montalvo, bajo mi supervisión.

---

Ing. PEDRO BUITRÓN, MSc.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la empresa ENKADOR S.A. del ECUADOR, por su apoyo total en el desarrollo del presente proyecto, en especial al Ing. Carlos Mario Saldarriaga como Gerente General.

A mi Director de tesis por toda su guía y aportes que me supo brindar durante el desarrollo de éste proyecto.

A mi compañero de maestría Ing. Fabián Martínez por su apoyo en la elaboración de la presente tesis.

## **DEDICATORIA**

A mi padre Pedro Guzmán que siempre me apoyó para llegar al éxito profesional y que desde el cielo guía mi vida. Gracias a sus consejos he logrado mi superación.

A mi madre Celinda Montalvo, mujer que con su compañía y amor ha guiado mis pasos desde la niñez.

A mi esposa María Victoria Palacios, compañera y apoyo incondicional durante mi maestría y elaboración de la presente tesis, siendo el eje principal en mi desarrollo personal y profesional.

A mis queridos hijos Christian, Ronald y Carolina que representan los seres más importantes en mi vida, y que a través de la presente tesis, dejar un legado de ejemplo de vida y superación personal.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b>	i
<b>INTRODUCCIÓN</b>	iii
<b>1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>1</b>
1.1. PRINCIPALES HERRAMIENTAS DE GESTIÓN EN EMPRESAS DE EXCELENCIA	1
1.1.1. GESTIÓN POR PROCESOS	1
1.1.2. TEORÍA DE RESTRICCIONES	2
1.1.3. LEAN MANUFACTURING	2
1.1.4. SEIS SIGMA	3
1.2. INTRODUCCIÓN A LA FILOSOFÍA DE TRABAJO DE LEAN MANUFACTURING	4
1.2.1. RESEÑA HISTÓRICA	4
1.2.2. INTRODUCCIÓN A LEAN MANUFACTURING	6
1.2.3. OBJETIVOS DE LEAN MANUFACTURING	6
1.2.4. BENEFICIOS	7
1.3. LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING	8
1.3.1. LAS 5´S	9
1.3.1.1. Beneficios de las 5'S	9
1.3.1.2. Definición de las 5´S	10
1.3.2. JUSTO A TIEMPO	17
1.3.2.1. Igualar la oferta y la demanda	18
1.3.2.2. Eliminar el desperdicio	19
1.3.2.3. Proceso continuo	25
1.3.3. SISTEMA DE JALAR	26
1.3.4. KANBAN	26
1.3.5. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	29
1.3.6. LA FILOSOFIA SMED	31
1.3.7. MEJORA CONTÍNUA (KAIZEN)	34

<b>2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>36</b>
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA Y DE LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN.....	36
2.2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE TEXTURIZADO.....	46
2.3. DISEÑO DE UN NUEVO ESQUEMA DE TRABAJO APLICANDO LEAN MANUFACTURING.....	48
2.3.1. MEJORA DEL AMBIENTE DE TRABAJO .....	48
2.3.2. MEJORA DE LOS SIETE DESPERDICIOS CLÁSICOS.....	49
2.3.3. DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DEL CICLO.- .....	54
2.4. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO MODELO DE GESTIÓN DISEÑADO .....	55
2.5. EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS .....	55
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>58</b>
3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE TEXTURIZADO.....	58
3.1.1. EVALUACIÓN DEL AMBIENTE DE TRABAJO .....	58
3.1.2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DESPERDICIOS.....	61
3.1.2.1. Sobreproducción .....	61
3.1.2.2. Espera.....	65
3.1.2.3. Transporte .....	67
3.1.2.4. Proceso .....	69
3.1.2.5. Inventarios.....	75
3.1.2.6. Movimiento .....	76
3.1.2.7. Productos defectuosos.....	76
3.1.3. EVALUACIÓN DE LOS TIEMPOS DE CICLO.....	80
3.2. DISEÑO DE UN NUEVO ESQUEMA DE TRABAJO APLICANDO LEAN MANUFACTURING.....	83
3.2.1. MEJORA DEL AMBIENTE DE TRABAJO .....	83
3.2.2. DISMINUCIÓN DE LOS DESPERDICIOS .....	86
3.2.2.1. Sobreproducción .....	86
3.2.2.2. Espera.....	89
3.2.2.3. Transporte .....	90
3.2.2.4. Proceso .....	91

3.2.2.5. Inventarios.....	93
3.2.2.6. Movimiento.....	93
3.2.2.7. Productos defectuosos.....	94
3.2.3. DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DEL CICLO.....	98
3.3. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO MODELO DE GESTIÓN DISEÑADO.....	99
3.3.1. MEJORA DEL AMBIENTE DE TRABAJO.....	99
3.3.2. DISMINUCIÓN DE LOS DESPERDICIOS.....	100
3.3.2.1. Sobreproducción.....	100
3.3.2.2. Espera.....	102
3.3.2.3. Transporte.....	104
3.3.2.4. Proceso.....	106
3.3.2.5. Inventarios.....	108
3.3.2.6. Movimiento.....	108
3.3.2.7. Productos defectuosos.....	108
3.3.3. DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DEL CICLO.....	109
3.4. EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS.....	110
3.4.1. MEJORA DEL AMBIENTE DE TRABAJO.....	110
3.4.2. MEJORA EN LA DISMINUCIÓN DE LOS DESPERDICIOS.....	112
3.4.2.1. Sobreproducción.....	112
3.4.2.2. Espera.....	114
3.4.2.3. Transporte.....	115
3.4.2.4. Proceso.....	115
3.4.2.5. Inventarios.....	116
3.4.2.6. Movimiento.....	118
3.4.2.7. Productos defectuosos.....	118
3.4.3. MEJORA EN LA DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DEL CICLO.....	120
3.4.4. INDICADORES O MEDIDAS DE DESEMPEÑO.....	122
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>124</b>
4.1. CONCLUSIONES.....	124
4.2. RECOMENDACIONES.....	126
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>127</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>130</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Factores y Consecuencias del desperdicio .....	21
<b>Tabla 2.</b>	Tipos de desperdicio .....	24
<b>Tabla 3.</b>	Tipos de inventario .....	25
<b>Tabla 4.</b>	Plan de actividades para implementar 5”S” en Texturizado .....	49
<b>Tabla 5.</b>	Stock de coches de transporte en Planta 1 .....	68
<b>Tabla 6.</b>	Tiempos de formación de los hilos texturizados por máquina .....	71
<b>Tabla 7.</b>	Horas de paros de máquinas entre fin de carga y arranque .....	74
<b>Tabla 8.</b>	Horas de paros de máquinas entre fin de carga y arranque .....	74
<b>Tabla 9.</b>	Porcentajes de incidencia de productos defectuosos .....	78
<b>Tabla 10.</b>	Fechas de capacitación de las 5”S” .....	83
<b>Tabla 11.</b>	Lista de chequeo de orden y limpieza del Texturizado 1 .....	84
<b>Tabla 12.</b>	Lista de chequeo de orden y limpieza del Texturizado 2 .....	85
<b>Tabla 13.</b>	Responsabilidades de programa de la 5 S .....	86
<b>Tabla 14.</b>	Tiempos de formación por máquina texturizadora y producto .....	87
<b>Tabla 15.</b>	Inventario de nuevos coches modificados en Planta 1 .....	91
<b>Tabla 16.</b>	Seguimiento posicional de unidades degradadas por OLT .....	96
<b>Tabla 17.</b>	Seguimiento diario de desperdicios y calidades .....	97
<b>Tabla 18.</b>	Stocks mínimos por producto de Texturizado .....	98
<b>Tabla 19.</b>	Pesos mínimos por carga de producción en Texturizado .....	101
<b>Tabla 20.</b>	Fechas de capacitación “manejo de máquinas” .....	103
<b>Tabla 21.</b>	Análisis del valor agregado del proceso de Limpieza y carga .....	107
<b>Tabla 22.</b>	Incrementos de capacidades de coches de transporte .....	115
<b>Tabla 23.</b>	Indicadores de desempeño del área de Texturizado .....	123

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Fases para la reducción del cambio de modelo.....	32
<b>Figura 2.</b>	Proceso de producción de Hilatura-Embobinado.....	38
<b>Figura 3.</b>	Unidad texturizadora con discos de fricción de poliuretano.....	41
<b>Figura 4.</b>	Esquema de texturizado por falsa torsión .....	41
<b>Figura 5.</b>	Esquema de una máquina texturizadora Barmag tipo FK-6 .....	42
<b>Figura 6.</b>	Efecto en el hilo de los filamentos texturizados .....	43
<b>Figura 7.</b>	Diagrama general de Texturizado .....	43
<b>Figura 8.</b>	Flujograma general de la producción de Enkador .....	46
<b>Figura 9.</b>	Muestra de la cola de transferencia en la bobina POY .....	53
<b>Figura 10.</b>	Layout de la Planta.....	58
<b>Figura 11.</b>	Coches de transporte y producto en desorden.....	60
<b>Figura 12.</b>	Máquinas y producción en desorden.....	60
<b>Figura 13.</b>	Producción almacenada inadecuadamente.....	60
<b>Figura 14.</b>	Máquina texturizadora sucia .....	61
<b>Figura 15.</b>	Sobreproducción de máquinas texturizadoras .....	62
<b>Figura 16.</b>	Sobreproducción en Texturizado .....	62
<b>Figura 17.</b>	Sobreproducción para cumplir requerimientos del cliente .....	63
<b>Figura 18.</b>	Sobreproducción por disminución de la capacidad nominal .....	63
<b>Figura 19.</b>	Máquinas con exceso de posiciones suspendidas por daños .....	64
<b>Figura 20.</b>	Flujo de sobreproducción para tintorería .....	64
<b>Figura 21.</b>	Sobreproducción del hilo texturizado .....	65
<b>Figura 22.</b>	Esperas por ineficiencia de máquinas .....	66
<b>Figura 23.</b>	Producto POY en espera para ser procesado en Texturizado .....	66
<b>Figura 24.</b>	Promedio mensual del stock de hilo Poy para Texturizado.....	67
<b>Figura 25.</b>	Coches de transporte de POY con 12 púas. ....	67
<b>Figura 26.</b>	Coches de transporte de hilo texturizado.....	68
<b>Figura 27.</b>	Diagrama de actividades de una máquina texturizadora.....	70
<b>Figura 28.</b>	Diagrama de actividades de una máquina texturizadora.....	72
<b>Figura 29.</b>	Esquema del proceso de carga y arranque de texturizado .....	73
<b>Figura 30.</b>	Inventario semanal del producto para Tintorería .....	75
<b>Figura 31.</b>	Almacenamiento de restos e hilo para Tintorería .....	75

<b>Figura 32.</b>	Inventario semanal de restos de POY en áreas .....	76
<b>Figura 33.</b>	Porcentaje de producto defectuoso del Texturizado 1 .....	77
<b>Figura 34.</b>	Porcentaje de producto defectuoso del Texturizado 2 .....	77
<b>Figura 35.</b>	Causas principales de productos defectuosos en Texturizado .....	78
<b>Figura 36.</b>	Producto defectuoso con manchas y cortas del Texturizado .....	79
<b>Figura 37.</b>	Causas de los desperdicios en el Texturizado 1 .....	79
<b>Figura 38.</b>	Causas de los desperdicios en el Texturizado 2.....	80
<b>Figura 39.</b>	Diagrama de flujo de un pedido.....	81
<b>Figura 40.</b>	Promedio de días de entrega de pedidos de hilo Texturizado año 2010.....	82
<b>Figura 41.</b>	Evaluación mensual del porcentaje de cumplimiento de pedidos.....	82
<b>Figura 42.</b>	Número de posiciones paradas en Texturizado 1.....	88
<b>Figura 43.</b>	Número de posiciones paradas en Texturizado 2.....	89
<b>Figura 44.</b>	Diagrama de árbol sobre causas de ineficiencia en texturizado.....	90
<b>Figura 45.</b>	Construcción de nuevos coches para el Texturizado .....	91
<b>Figura 46.</b>	Análisis de valor agregado del proceso de Limpieza y carga .....	92
<b>Figura 47.</b>	Elaboración del empalme de la cola con una pistola Heberlein .....	93
<b>Figura 48.</b>	Cola de transferencia con empalme .....	94
<b>Figura 49.</b>	Operador de máquina realizando la preselección al producto .....	94
<b>Figura 50.</b>	Operador realizando nudo para reembobinar producto.....	95
<b>Figura 51.</b>	Capacitación al personal del grupo 4 sobre las 5 “S” .....	99
<b>Figura 52.</b>	Afiche de responsables de máquina en Texturizadora B5 .....	103
<b>Figura 53.</b>	Diseño de nuevos coches de 18 púas para el POY .....	104
<b>Figura 54.</b>	Diseño de nuevos coches para Texturizado 1 .....	105
<b>Figura 55.</b>	Diseño de nuevo coche para Texturizado 2 .....	105
<b>Figura 56.</b>	Diseño de nuevos coches para producto teñido. ....	106
<b>Figura 57.</b>	Análisis del valor agregado mejorado del proceso de limpieza y carga .....	107
<b>Figura 58.</b>	Logo del programa de seguridad, orden y limpieza.....	110
<b>Figura 59.</b>	Seguimiento semanal 2010-2011 del puntaje del programa “S.O.L” .....	111
<b>Figura 60.</b>	Días de inventario de la producción.....	112
<b>Figura 61.</b>	Número de posiciones paradas en Texturizado 1.....	113
<b>Figura 62.</b>	Número de posiciones paradas en Texturizado 2.....	114
<b>Figura 63.</b>	Inventario del Poy para Texturizado.....	114
<b>Figura 64.</b>	Porcentaje de cargas trabajadas en forma continua .....	116

<b>Figura 65.</b>	Inventario (kg) del producto para Tintorería.....	117
<b>Figura 66.</b>	Inventario (kg) de restos para Texturizado .....	117
<b>Figura 67.</b>	Índice de segundas calidades y desperdicios en Tex 1 .....	119
<b>Figura 68.</b>	Índice de segundas calidades y desperdicios en Tex 2 .....	120
<b>Figura 69.</b>	Retraso días de entrega hilo texturizado .....	121
<b>Figura 70.</b>	Porcentaje de cumplimiento de pedidos de clientes hilo texturizado .....	121

## ÍNDICE DE ANEXOS

### **ANEXO I**

NOMENCLATURA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO.....131

### **ANEXO II**

LAY OUT DEL TEXTURIZADO 1.....134

### **ANEXO III**

LAY OUT DEL TEXTURIZADO 2 .....135

### **ANEXO IV**

FORMATO DE INVENTARIO DE TEXTURIZADO.....136

### **ANEXO V**

INSTRUCTIVO DE PRESELECCIÓN DEL PRODUCTO EN MÁQUINAS

TEXTURIZADORAS.....137

### **ANEXO VI**

EVENTOS DE CAPACITACIÓN.....140

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue implementar un sistema de producción esbelta que permita reducir los desperdicios en el área de Texturizado de la empresa Enkador, para mejorar su desempeño, tiempo de ciclo y ambiente de trabajo en el orden y la limpieza. Para esto, se aplicaron las principales herramientas de Lean Manufacturing, enfocadas en la metodología de trabajo de las 5 “S”, justo a tiempo en la reducción de los 7 desperdicios clásicos y la disminución de los tiempos de ciclo.

Con la aplicación de la metodología de las 5 “S” en el área de Texturizado, se logró mejorar el ambiente de trabajo en el orden y limpieza, consiguiendo una mejora en las calificaciones del área de 36 puntos sobre 100 a 77 puntos sobre 100.

Con el sistema Justo a Tiempo, se logró reducir la sobreproducción de la producción en proceso de 300 toneladas a 135 toneladas por mes. El producto en espera de ser procesado en el área de Texturizado se redujo de 100,2 toneladas a 76,6 toneladas por mes.

En el transporte se mejoró el almacenamiento y capacidad de las unidades de transporte en un 50%, mediante la optimización del espacio y distribución de los coches de transporte.

En el proceso, con el apoyo de diagramas de proceso e implementación del trabajo continuo en las máquinas, se logró incrementar un 14% la productividad del área de Texturizado.

En los inventarios, se consiguió una reducción del producto en proceso para la Tintorería de 31,5 toneladas a 19,6 toneladas por mes y del producto de restos de poy para texturizar de 27,5 toneladas a 6,2 toneladas por mes, con lo cual se consiguió reducir el stock de productos con problemas, mejor utilización de las áreas de producción al tener mayores espacios de almacenamiento y la reducción del capital de trabajo por la disminución de éstos inventarios sin movimiento en la empresa.

En cuanto a los movimientos en la producción, se logró aumentar el 28,5% en la productividad del personal.

En la generación de productos defectuosos se redujo del 14,4% al 8,6% lo que significa que en una producción promedio de 4.200 toneladas anuales, se generó una producción de 243,6 toneladas más de primera calidad para los clientes, que anteriormente se comercializaban como productos defectuosos.

Por último, el tiempo de ciclo se disminuyó de 26,9 días a 18,4 días en los tiempos de entrega del hilo texturizado, lo que redonda en entregas más rápidas y una mayor satisfacción de los clientes.

## INTRODUCCIÓN

El exceso de desperdicios, la falta de orden y limpieza, y el tener tiempos de entrega largos a los clientes, produce en una industria muchos efectos negativos como: mala calidad, reclamos, altos inventarios, baja eficiencia, accidentes, cuellos de botella, pérdida de clientes y una menor participación en el mercado.

El área de texturizado de la empresa Enkador, no cuenta con un modelo esbelto de producción, teniendo áreas y máquinas con mucho desorden, exceso de producción en proceso, sobreproducción, largos tiempos de espera del producto en proceso, pérdidas de eficiencia por proceso, transporte y movimientos del personal y una alta generación de productos defectuosos, por lo que se define realizar un proceso de mejora a través de la aplicación de las herramientas que provee el sistema de trabajo de Lean Manufacturing.

Para que una empresa sea líder en el mercado, es primordial tener tiempos de respuesta cortos a los clientes a través de la eliminación de todo tipo de desperdicios y uno de los sistemas que fortalecen éste logro es Lean Manufacturing.

Entre los objetivos principales del presente proyecto están:

- Evaluar la situación actual de los desperdicios, ambiente de trabajo y los tiempos de ciclo del área de texturizado de la empresa Enkador.
- Realizar planes para mejorar el ambiente de trabajo, tiempos de ciclo y disminuir los desperdicios clásicos en el área de texturizado.
- Diseñar e Implementar un modelo específico de gestión y evaluar resultados.

La importancia de este proyecto radica en la necesidad de mejorar el orden y la limpieza del área de Texturizado, reducir drásticamente el exceso de desperdicios que se tiene en el área y acortar los tiempos de entrega del producto texturizado a los clientes, con el objeto de alinear el área de Texturizado al plan estratégico de la compañía que es el de convertirse en una empresa líder en el mercado nacional a través de una mayor participación, y ser una de las mejores opciones en Latinoamérica.

# **1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1.1. PRINCIPALES HERRAMIENTAS DE GESTIÓN EN EMPRESAS DE EXCELENCIA**

Toda empresa de excelencia tiene un enfoque en desarrollar estructuras que busquen mejorar su competitividad a través de los 4 abordajes sistémicos:

### **1.1.1. GESTIÓN POR PROCESOS**

La gestión por procesos es la piedra angular de las normas ISO 9000, es una estructura sistémica que busca estandarizar e integrar a todos los procesos de la organización, de manera de tener un desempeño consistente.

El proceso, es un conjunto de recursos y actividades interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida. Los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas y métodos.

La gestión por procesos es la forma de gestionar toda la organización basándose en los procesos. Entendiendo esto como una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una “entrada” para conseguir un resultado, y una “salida” que a su vez satisfaga los requerimientos del cliente.

Se habla realmente de proceso, si cumple las siguientes características o condiciones:

- Se pueden describir las entradas y las salidas
- El proceso cruza uno o varios límites organizativos funcionales
- Una de las características significativas de los procesos es que son capaces de cruzar verticalmente y horizontalmente la organización
- Se requiere hablar de metas y fines en vez de acciones y medios. Un proceso responde a la pregunta “qué”, no al “cómo”
- El proceso tiene que ser fácilmente comprendido por cualquier persona de la organización. (Instituto Andaluz de Tecnología, 2002)

### **1.1.2. TEORÍA DE RESTRICCIONES**

La teoría de las restricciones llamada TOC (Theory Of Constraints) es una filosofía administrativa integral que utiliza los métodos usados por las ciencias puras para comprender y gestionar los sistemas con base humana (personas, organizaciones, etc.). El TOC, es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Está basada en el simple hecho de que los procesos de cualquier ámbito, sólo se mueven a la velocidad del paso más lento, por lo que la única manera de acelerar el proceso es que el paso más lento trabaje a la máxima capacidad. En la descripción de ésta teoría, éstos factores limitantes se denominan restricciones o “cuellos de botella”.

La meta de toda empresa es ganar dinero en forma sostenida, y para hacerlo es necesario elevar el throughput (velocidad que se genera dinero a través de las ventas), mientras se reducen los gastos de operación y los inventarios, sin embargo existen obstáculos o barreras que le impiden, denominadas “restricciones”, por lo que la clave es identificarlas y elevarlas a su máximo nivel.

La teoría de las restricciones fue descrita por primera vez por Eliyahu Goldratt al principio de los años 80, luego de publicar su libro “La Meta”. (Goldratt, 2003)

### **1.1.3. LEAN MANUFACTURING**

Es una filosofía de producción que reduce el tiempo entre la colocación del pedido y la entrega del producto, a través de la eliminación del desperdicio, lo que permite el flujo continuo del producto al cliente.

Lean Manufacturing busca eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción, cumpliendo con las necesidades de los clientes a los costos más bajos posibles. El sistema de producción Toyota es una filosofía basada en manufactura esbelta “Lean Manufacturing”, cuyo objetivo principal es reducir el desperdicio “muda” y aplicar el justo a tiempo “just in time” en el proceso de producción, además de reducir el tiempo de ciclo del producto y tener mejores tiempos de respuesta a los clientes. (González, 2007)

Este sistema ha sido definido como una metodología o filosofía de excelencia y mejora continua orientada a eliminar el desperdicio y actividades que no le dan valor agregado a los procesos para la fabricación, distribución y comercialización de productos y/o servicios, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando aquellas actividades y subprocesos que no se requieren, permitiendo a las empresas reducir costos, mejorar procesos, eliminar desperdicios, aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. (Pineda, 2009)

#### **1.1.4. SEIS SIGMA**

Seis Sigma es una metodología para proyectos de mejoramiento de procesos centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto al cliente.

Seis Sigma está orientada a satisfacer las necesidades del cliente, eliminar los desperdicios, aumentar los niveles de calidad y mejorar de forma radical la rentabilidad de las empresas. Busca ofrecer mejores productos o servicios, de manera cada vez más rápida y a más bajo costo, mediante la reducción de la variación de cualquiera de los procesos.

La base en la que se fundamenta Seis Sigma es la desviación estándar y su enfoque es reducir la variación y/o defectos que se generan en el proceso, con una fluctuación entre más seis sigma y menos seis sigma del valor promedio, donde la probabilidad de que se salga del valor especificado es de 3,4 partes por millón, es decir tener una tendencia al cero defectos. (Barnard, 2004)

En el proceso de introducción del Seis Sigma, uno de los conceptos que más se aplica, son una serie de pasos conocidos por las siglas DMAIC, con lo cual se busca establecer la fuente u origen de la variación, donde la D significa definir, la M es medir, la A es analizar, la I corresponde a la palabra en inglés improve, que equivale a mejorar y la C es controlar.

En resumen se puede considerar una modificación del ciclo de Deming "PHVA" para la mejora continua (Planear, Hacer, Verificar y Actuar). Este sistema de trabajo, es una metodología basada en datos, para llevar la calidad hasta niveles

próximos a la perfección, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Más específicamente se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas. (Quesada, 2008)

La presente tesis se enfocará en diseñar e implementar una de las cuatro herramientas de gestión de las empresas de excelencia, que es, Lean Manufacturing, para mejorar los desperdicios, calidad, tiempos de ciclo y ambiente de trabajo en el orden y limpieza.

## **1.2. INTRODUCCIÓN A LA FILOSOFÍA DE TRABAJO DE LEAN MANUFACTURING**

Lean Manufacturing (Manufactura esbelta) es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los siete tipos de “desperdicios” en productos manufacturados, eliminando el despilfarro, la calidad mejora, y el tiempo de producción y el costo se reducen.

### **1.2.1. RESEÑA HISTÓRICA**

La teoría moderna de la administración se inicia con los estudios de Taylor desde finales de 1890, y su difusión en 1911, a través de la publicación “Los principios de la administración científica de Frederick Taylor”, donde expone la aplicación del método científico, para determinar “la mejor manera” de hacer un trabajo. Posteriormente, Frank y Lilian Gilbreth estudiaron el trabajo buscando eliminar los movimientos manuales y corporales inútiles, y aparecen los primeros conceptos de eliminación del despilfarro y los estudios de tiempos y movimientos. (Robbins y Coulter, 2005).

Los dos teóricos más destacados del enfoque de la administración general fueron: Henri Fayol quien describió la administración como un conjunto universal de funciones que incluyen la planificación, organización, dirección, coordinación y control, de donde nace la idea de concebir 14 conceptos de administración, conocidos como “los 14 principios de la administración de Fayol”.

1. División del trabajo
2. Autoridad
3. Disciplina
4. Unidad de mando
5. Unidad de dirección
6. Subordinación de los intereses de los individuos al interés general
7. Remuneración
8. Centralización
9. Cadena de escalafón
10. Orden
11. Equidad
12. Estabilidad de la antigüedad del personal
13. Iniciativa
14. Espíritu de grupo

Max Weber estudió la actividad organizacional, y en sus textos de comienzos del siglo XX postuló una teoría de las estructuras y las relaciones de autoridad. Weber describió un tipo de organización ideal que llamó **burocracia**, una forma de organización caracterizada por la división del trabajo, una jerarquía bien definida, reglas y normas detalladas, y relaciones impersonales. (Robbins y Coulter, 2005).

La primera persona para integrar un verdadero proceso de producción fue Henry Ford, quién en la Ford Motor Company empezó con la definición del flujo de producción en línea, su único limitante era la diversidad de modelos que podía fabricar y su garantía de continuidad de fabricación en línea.

Después de la Segunda Guerra Mundial, Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos, crean en Japón para la Toyota los conceptos de “justo a tiempo”, “waste reduction”, “pull system” que, añadidos a otras técnicas de puesta en flujo, crean el Toyota Production System (TPS).

Desde entonces, el TPS no ha dejado de evolucionar y de mejorar en todo el mundo. En 1990, James Womack y Daniel Jones sintetizan estos conceptos para formar el Lean Manufacturing, mientras que el saber hacer japonés se difunde en

Occidente a medida que se observa el éxito de las empresas que aplican éstos principios y técnicas. (Lean Enterprise Institute, 2010).

### **1.2.2.INTRODUCCIÓN A LEAN MANUFACTURING**

Literalmente Lean significa “magro”, sin grasa, y esto traducido a las empresas, el término lean entiende la grasa como aquello que entorpece la agilidad de una organización: el despilfarro, los desperdicios o todas las actividades que no agregan valor. Lean Manufacturing, es un conjunto de técnicas de gestión asociadas al Sistema de Producción de Toyota (TPS).

Conceptualmente, no se considera al TPS como un modelo de gestión, si no como una forma radicalmente distinta de entender las operaciones de la compañía, como una forma de vida y de pensamiento.

Reducir los desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador es el enfoque principal de una manufactura esbelta o TPS.

El sistema de Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta ha sido definida como una filosofía de excelencia de manufactura, basada principalmente en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- El respeto por el trabajador: Kaizen
- La mejora consistente de la productividad y calidad

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que involucra al personal, ya que como implica cambios significativos en la forma de trabajar, suele producir resistencia, sin embargo a través de éste nuevo sistema de trabajo lean, se busca involucrar al propio personal para buscar las mejoras sus métodos de trabajo en un buen ambiente de relaciones humanas. (Galgano, 2008).

### **1.2.3.OBJETIVOS DE LEAN MANUFACTURING**

Los principales objetivos de Lean Manufacturing o manufactura esbelta es implantar una filosofía de mejora continua que permita a las empresas optimizar

sus procesos, reducir sus costos para mejorar su margen de utilidad y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes.

La manufactura esbelta proporciona a las compañías herramientas para salir adelante, en un mercado global cada día más exigente, que requiere una entrega rápida, al más bajo precio y la cantidad requerida. Específicamente la manufactura esbelta persigue los siguientes objetivos:

- Reduce la cadena de desperdicios drásticamente, ya que se eliminan todas aquellas actividades que no agregan valor.
- Reduce el inventario y el espacio en las áreas de producción, al optimizar la cantidad de productos.
- Crea sistema de producción más robustos, al establecer sistemas de trabajo esbeltos.
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad, ya que se optimizan los tiempos y flujos de la producción. (Womack y Jones, 1990)

#### **1.2.4. BENEFICIOS**

La implementación de manufactura esbelta es muy importante para diferentes áreas de producción y que beneficia tanto a la empresa como a sus empleados. Los principales beneficios que se generan son:

- Reducción del 50% en costos de producción, ya que se optimizan todos los recursos y se eliminan aquellas actividades que no dan un valor agregado al producto
- Reducción de inventarios, al acortar los tiempos de preparación y ser más eficientes en lo que se tiene que producir de acuerdo a los lotes definidos para los clientes
- Reducción del tiempo de entrega (lead time), ya que se reducen pérdidas y tiempos improductivos
- Mejor calidad, debido a que se mejora el orden, limpieza, reprocesos, transporte, almacenamiento y controles al producto en proceso
- Menos mano de obra, ya que se mejora la eficacia y eficiencia en los procesos

- Mayor eficiencia de equipo, ya que se aplican conceptos de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el cuidado de la maquinaria a través del concepto de que cada operario es el dueño de su máquina
- Disminución de los desperdicios, al optimizar los procesos de trabajo y evitar la generación de productos defectuosos. Toda compañía debe centrar sus esfuerzos en la reducción de los desperdicios, ya que éste representa el rubro más importante en los costos de un producto. (González et al., 2007)

### 1.3. LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING

Las principales herramientas con las que cuenta Lean Manufacturing son:

- **Las 5'S.**- Para mejorar el orden y limpieza en las áreas de producción, lo que genera un ambiente de trabajo agradable.
- **Justo a tiempo.**- Producir sólo lo requerido en el momento adecuado, eliminando todo tipo de desperdicios en la línea de fabricación.
- **Sistema de Jalar.**- Tiene como fundamento el producir estrictamente lo necesario, considerando los requerimientos de materiales de la operación anterior.
- **Kanban.**- Es una herramienta usada como una orden de trabajo, de manera de tener información sobre lo que se va a producir y sus sistemas de identificación, cantidad y métodos de transporte.
- **Mantenimiento Productivo Total.**- Tiene una orientación a lograr la máxima eficiencia de la maquinaria, a través de la participación de los operarios de producción en operaciones simples de mantenimiento, limpieza, lubricación y calibraciones de ciertos elementos de máquinas.
- **La filosofía SMED.**- Es un sistema de trabajo para realizar operaciones de cambios de modelo en el menor tiempo posible, por lo general se busca realizar éstos cambios de formato en menos de 10 minutos, de manera de mejorar la eficiencia de los equipos.
- **Mejora continua (Kaizen).**- Es la búsqueda permanente de mejoras en los procesos de trabajo, a través de la activa participación de los trabajadores. (González, 2007)

A continuación se describen cada una de las herramientas antes enumeradas y que servirán como base para su aplicación práctica en la empresa Enkador.

### **1.3.1.LAS 5´S**

Basada en palabras japonesas que comienzan con una "S", ésta filosofía se enfoca en trabajo efectivo, organización del sitio de trabajo y estandarización de procesos. Las 5´S simplifican el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y calidad.

Las 5´S fue un programa desarrollado por la Toyota para conseguir mejoras duraderas en el nivel de organización, orden y limpieza, así como mejoras en la calidad del trabajo, ya que produce un cambio profundo en la conducta de las personas.

El significado de las 5'S son:

<b>En japonés:</b>	<b>En español:</b>
★ <b>Seiri</b>	<b>Seleccionar</b>
★ <b>Seiton</b>	<b>Ordenar</b>
★ <b>Seiso</b>	<b>Limpiar</b>
★ <b>Seiketsu</b>	<b>Estandarizar</b>
★ <b>Shitsuke</b>	<b>Disciplina</b>

El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo. (Venegas, 2005)

#### **1.3.1.1. Beneficios de las 5'S**

La implantación de una estrategia de 5´S genera en una organización un ambiente de respeto por el ser humano, se eliminan los despilfarros y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a los empleados y empresa.

Algunos de los beneficios que genera la metodología de trabajo de las 5´S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los trabajadores
- Aumenta la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos
- Disminución del riesgo de cometer errores
- Productividad, al hacer más rápido el trabajo, reduciendo operaciones sin valor
- Facilitar el trabajo
- Menos averías
- Menor nivel de existencias e inventarios
- Menos accidentes
- Menos movimientos y traslados inútiles
- Menor tiempo para el cambio de herramientas
- Más espacio
- Mejor imagen ante los clientes

En general elimina ineficiencias, evita errores y consigue que todo funcione sin problemas. (Pineda, 2009).

#### **1.3.1.2. Definición de las 5'S**

**a.- Clasificar (seiri):** Consiste en identificar, clasificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y desprenderse de éstos. Sólo se debe disponer de los materiales necesarios.

Un material innecesario es todo aquello que no se utiliza y no se prevé utilizar en el futuro. Una forma efectiva de identificar éstos elementos es el llamado “etiquetado en rojo”, para lo cual se coloca una tarjeta roja (de expulsión) a cada artículo que se considera no necesario para la operación.

Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio y más tarde, si se confirma que eran innecesarios, éstos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que son descartados. De ésta manera existe una clasificación de artículos innecesarios.

Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios, desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad del “por si acaso”. (Venegas, 2005)

Clasificar consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo
- Separa los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden producir averías
- Eliminar información innecesaria y que nos pueden conducir a errores de interpretación o de actuación

Para poner en práctica la primera **S** se debe hacer las siguientes preguntas:

¿Qué debemos tirar?

¿Qué debe ser guardado?

¿Qué puede ser útil para otra persona u otro departamento?

¿Qué deberíamos reparar?

¿Qué debemos vender?

### **Beneficios de clasificar**

Al clasificar se preparan los lugares de trabajo para que éstos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto está relacionado con la seguridad.

Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el

funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura.

Los principales beneficios que permite el clasificar correctamente son:

- Liberar espacio útil en las áreas y máquinas
- Reducir los tiempos de acceso a materiales, herramientas y producción
- Mejorar el control visual de stocks (inventarios) de repuestos y elementos de producción
- Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuesto en un ambiente no adecuado
- Facilitar el control visual de las materias primas que se van agotando y que se requieren para un proceso en un turno o jornada de trabajo
- Preparar las áreas de trabajo y máquinas para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo. (Pineda, 2009).

**b.- Ordenar (seiton):** Una vez eliminado lo innecesario, se establece el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos por “cualquiera”.

Consiste en ordenar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. El lema básico de ordenar es “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

Algunas estrategias para este proceso de “todo en su lugar” son: pintura de pisos, delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc.

El ordenar permite:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar luego de su respectiva utilización
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia

- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción

### **Beneficios de ordenar para el trabajador**

- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad
- La presentación y estética de la planta se mejora y se crea un compromiso de trabajar en un ambiente de calidad
- Se libera espacio en máquinas y áreas de producción
- La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones en equipos y máquinas
- Rapidez y facilidad para encontrar las cosas que se requieren en el trabajo
- Tranquilidad en el trabajo, pues todo estará en el lugar correcto
- Garantía de que cada cosa ocupa un lugar único en la empresa, todos conocen dónde encontrar los materiales necesarios para su trabajo
- Reducir o eliminar tiempos de búsqueda, uso y devolución de materiales
- Mejora de la productividad global de la planta y el cumplimiento de las ordenes de trabajo. (Venegas, 2005)

**c.- Limpieza (seiso):** Limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una área, equipo o máquina.

Todos los trabajadores de una empresa deben conocer la importancia de estar en un ambiente limpio y tener como norma que antes y después de cada actividad, deben retirar cualquier tipo de suciedad generada en el transcurso de su jornada de trabajo.

Desde el punto de vista del TPM, implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza e identificar problemas tales como escapes, averías, fallas o cualquier tipo de defecto.

Para aplicar la limpieza se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario
- Asumir la limpieza como una actividad del mantenimiento autónomo “la limpieza es inspección”
- Se debe eliminar la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo, no se trata de una actividad simple que se puede delegar en personas de menor calificación
- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar las causas primarias.

### **Beneficios de la limpieza.**

- Mayor productividad de personas, máquinas y materiales, evitando hacer dos cosas a la vez
- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo (OEE)
- Se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas o segunda calidad por suciedad y contaminación del producto. (González, 2007)

**d.- Estandarizar (seiketsu):** Es difícil mantener los pasos anteriores si no hay mecanismos que garanticen la permanencia del sistema. El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3 ´S. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores.

En ésta etapa o fase de aplicación (que debe ser permanente), son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permita beneficiarse a sí mismos.

Una técnica muy usada es el “visual managment” o gestión visual, que consiste en un grupo de responsables que realiza periódicamente una serie de visitas a toda la empresa y detecta aquellos puntos que necesitan mejora o un sistema de estandarización.

Para generar ésta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas de trabajo en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su sitio de trabajo, máquinas o equipos.

La estandarización pretende:

- Mantener el estado de organización, orden y limpieza alcanzado con las primeras 3 ´S
- Enseñar al operador a realizar normas de trabajo con el apoyo de la dirección y un adecuado mantenimiento
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal
- En lo posible se deben emplear fotografías de cómo se debe mantener el equipo y zonas de trabajo
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.

## Beneficios de estandarizar

- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente
- Los operarios aprenden a conocer con detenimiento su equipo o máquina
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta. (Pineda, 2009)

**f.- Disciplina (shitsuke):** Disciplina es la voluntad de hacer las cosas correctamente, es el deseo de crear un entorno de trabajo en base a buenos hábitos. Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos, ya que sólo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos previamente establecidos, se podrá disfrutar de los beneficios que brindan las anteriores 4'S.

Es el crecimiento a nivel humano con un nivel de autodisciplina y autosatisfacción. La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto a sí mismo y por los demás, y mejorar la calidad de vida laboral.

Para mantener la disciplina se debe considerar, entre los aspectos más importantes:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización
- Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas

- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás

#### **Beneficios de mantener la disciplina.**

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas
- La moral en el trabajo se incrementa
- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas
- El sitio de trabajo se constituirá en un lugar donde realmente sea atractivo llegar cada día. (Venegas et al., 2005)

#### **1.3.2. JUSTO A TIEMPO**

“Justo a tiempo” es una filosofía industrial que consiste en la reducción de todo tipo de desperdicios (actividades que no agregan valor), es decir todo lo que implique sub-utilización en un sistema de compras hasta la producción.

Tras las siglas J.I.T. (Just in Time), se desarrolla todo un modelo de gestión basado en los principios de Lean Manufacturing, donde el objetivo final es la satisfacción del cliente en rapidez de servicio, atención y una óptima calidad del producto.

Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el “Justo a Tiempo” se apoya en el control físico del material, para ubicar el desperdicio y, finalmente forzar su eliminación, ya que todo desperdicio que se produzca en la línea de fabricación afecta directamente a los costos de producción y tiempos de entregas a los clientes.

La idea básica del “Justo a Tiempo” es producir un artículo en el momento que es requerido para que éste sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. Dentro de la línea de producción se controlan en forma estricta no sólo los niveles totales de inventario, sino también el nivel de inventario entre los centros de trabajo. (Hay, 2002)

La producción dentro de cada centro de trabajo, así como la entrega del material a la misma, se ven impulsadas sólo cuando un stock (inventario) se encuentra debajo de cierto límite como resultado de su consumo en la operación subsecuente. Además, el material no se puede entregar a la línea de producción o centro de trabajo a menos que se deje en la línea una cantidad igual.

Esta señal que impulsa la acción puede ser un contenedor vacío o una tarjeta Kanban, o cualquier otra señal visible de reabastecimiento, todas las cuales indican que se han consumido un artículo y se necesita reabastecerlo. (Womack y Jones, 2007)

Las principales técnicas que se aplican en el “Justo a Tiempo” se van a detallar a continuación:

### **1.3.2.1. Igualar la oferta y la demanda**

Este principio se basa en que sin importar lo que solicite el cliente, se debe aprender a producirlo como se requiera, con un tiempo de entrega cercano a cero, garantizando la calidad, el costo y el servicio.

Una empresa debe ajustarse al máximo posible para que su tiempo de entrega del pedido sea el mínimo requerido por el cliente.

Es decir:

$$\begin{aligned} \text{TEC} &= \text{TET} \\ \text{TET} &= \text{TEM} + \text{TEA} \end{aligned} \quad [1.1]$$

Dónde:

TEC = Tiempo de entrega al cliente

TET = Tiempo de entrega total del producto

TEM = Tiempo de entrega de manufactura

TEA = Tiempo de entrega agregado

Si el TET es mayor al TEC, será necesario empujar las materias primas o componentes, reduciendo el TEM y el TEA. (Pineda, 2009).

### 1.3.2.2. Eliminar el desperdicio

Uno de los grandes esfuerzos de toda organización es la eliminación al máximo de todo tipo de desperdicios. El término japonés para el desperdicio es “muda” que se define como cualquier gasto que no ayuda o producir valor.

Tres términos son comúnmente utilizados en el TPS o Lean Manufacturing para nombrar los desperdicios y son las tres M, que se nombran así por referirse a tres palabras japonesas que se inician con la letra M y que colectivamente ayudan a identificar los desperdicios a ser eliminados, éstos son:

**Muda.**- Actividad que consume recursos sin crear valor para el cliente. Dentro de éste concepto tenemos dos tipos de muda, la primera que será muy difícil de eliminar inmediatamente (agregan un valor de negocio) como por ejemplo, transportar el material a un centro de distribución, y la segunda que son aquellas actividades que pueden ser eliminadas fácilmente a través de un proceso kaizen, como por ejemplo, eliminar pasos entre una estación y otra. (Meyers y Stephens, 2006).

**Mura.**- Más bien denominada como una desigualdad en la operación, como por ejemplo cualquier producción de más, la cual no fue demandada por el cliente, sino más bien por un problema en la producción, lo que genera que el proceso de producción primero esté aprisa y luego tenga que esperar.

**Muri.**- Sobrecargar equipos u operadores solicitándoles que corran a un nivel más alto del cual están diseñados o bien permitidos.

Por ejemplo, se tiene que enviar 6 cajas a un cliente en los camiones de la empresa que tienen una capacidad máxima de 3 cajas, entonces se puede

considerar las siguientes opciones: la primera es enviar las 6 cajas en un solo viaje, lo cual generaría **muri**, ya que el camión irá sobrecargado.

La segunda opción es realizar dos viajes, el primero con 4 cajas (le urgen al cliente), y el segundo con los 2 últimos, esto generaría **mura**, porque la llegada desigual del material generaría primero prisa y luego espera en la puerta del cliente. La tercera opción es cargar 2 cajas en cada camión y realizar tres viajes, esto nos generaría **muda**, porque el camión no estará completamente cargado.

Muchas veces así de sencillas son las actividades en las cuales no es posible enfocar la eliminación de desperdicio, es claro que la mejor opción es enviar dos camiones con 3 cajas cada uno para entrega al cliente. En conjunto la eliminación de alguno de esos tres conceptos también elimina los otros, todos ellos serán denominados **desperdicios** de aquí en adelante. (González, 2007)

Una de las técnicas para encontrar la causa raíz de los desperdicios en un centro de trabajo consiste en preguntar “porqué” cinco veces. Preguntar el “porqué” de cualquier problema al menos cinco ocasiones tiene por objeto llegar a la causa original.

Algunas de las causas más relevantes de los desperdicios son:

- Desbalance entre trabajadores y proceso de producción
- Problemas de calidad, reprocesos o re-trabajos
- Mantenimiento preventivo insuficiente
- Sobreproducción, sobre compras
- Personal de más o de menos
- Métodos de trabajo no estandarizados
- Exceso de inventarios

Los siete tipos de desperdicios más comunes en toda empresa son:

**1. Sobreproducción:** Hacer más de lo que el cliente ha solicitado. Producir cualquier cosa que no sea para usar o vender inmediatamente. Éste es el peor tipo de “muda”, pues ayuda a generar todos los demás. En la Tabla 1 se especifican los factores generales que causan una sobreproducción y las

consecuencias que generan en los costos de una empresa, al tener un capital de trabajo sin movimiento. (Galvano, 2008)

**Tabla 1.** Factores y Consecuencias del desperdicio

<b>Factores</b>	<b>Consecuencias</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falencias en las previsiones de ventas o de comercialización</li> <li>• Producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (costos fijos)</li> <li>• Superar problemas por picos de demandas o problemas de producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos Costos de almacenamiento y capital de trabajo</li> <li>• Exceso de inventarios y productos con escasa rotación, que genera incremento en tareas de manipulación, controles y seguros</li> <li>• Costos financieros debidos al dinero con escasa rotación acumulada en altos niveles de sobreproducción almacenados</li> </ul>

- 2. Inventario:** Más producto a la mano de lo que el cliente necesita. Excesivo inventario de insumos, producto en proceso e inventario de productos terminados.

El punto óptimo de pedidos, como el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por problemas de paros, huelgas, falta de recepción a término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar stocks ante posibles subidas de precios, son las causas más frecuentes para tener exceso de inventarios.

En el caso de productos en proceso, se generan inventarios cuando se forman stocks para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. (Pineda, 2009)

- 3. Transportación:** Mover el producto más de lo que es necesario. Trasladar los materiales por distancias mayores a lo estrictamente necesario, relacionados con errores de ubicación de las máquinas, áreas o normalmente por error del layout de la planta, ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a una sobre-utilización de mano de obra, transporte y energía, como así también de espacios para traslados internos. (Womack y Jones, 2007)

4. **Espera:** Cualquier momento en el que el valor no puede ser agregado por causa del retraso, es decir una espera del producto.

Representa los tiempos en que un producto debe esperar a otro para continuar su procesamiento, tiempos de preparación y procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes y despachos.

Ejemplos:

- Operarios o máquinas esperando material atrasado
- Línea parada, esperando reparación o ajuste de máquina
- Material esperando para ser procesado
- Demoras para entregas. (Mora y Castillo, 2001)

5. **Movimiento:** Cualquier movimiento extra del operador cuando él o ella están realizando una secuencia de trabajo, es decir cualquier movimiento más allá de lo necesario para realizar una operación.

La falta de una planificación en materia ergonómica, motiva una menor producción por unidad de tiempo y cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad. Todo movimiento innecesario que no agrega valor al producto se considera un desperdicio.

Ejemplos:

- Esfuerzo excesivo (estirándose, curvándose, agachándose,...)
- Actividades que se pueden simplificar
- Buscando herramientas, piezas, documentos

Para detectar oportunidades de mejora en los movimientos es muy importante tener bien definidos los mapas de proceso por funciones o puestos de trabajo. (Hay, 2002)

6. **Sobre procesamiento:** Hacer más cosas al producto de las que el cliente realmente solicitó, es decir, realizar más operaciones que las necesarias para

el producto o servicio (normalmente por error del proyecto, diseño del equipo o del proceso).

Puede existir también un sobre procesamiento por errores en los procedimientos de producción, incluyéndose también las falencias en materia por parte del proveedor.

En conclusión, el sobre procesamiento es realizar operaciones no necesarias según la especificación del producto. (Galgano, 2008)

**7. Productos defectuosos:** Cualquier cosa no “hecha bien a la primera” que requiera realizar una nueva inspección o re trabajo se considera un desperdicio.

Producir material defectuoso genera:

- Inspección
- Pérdida de productividad
- Falta de cumplimiento en las fechas comprometidas de entrega al cliente
- Ruptura en el flujo de producción
- Mayores costos
- Reprocesos que no agregan valor al producto
- Desperdicios
- Producto sin movimiento en bodegas
- Pérdidas económicas para la empresa al realizar descuentos especiales por la venta de producto con defectos
- Ambiente de trabajo no agradable en el personal

En la Tabla 2, se detalla los siete tipos de desperdicios clásicos que existen en una industria y su forma más general de eliminarlos, y de ésta manera contribuir a tener una mejora en la productividad.

Es importante mencionar que cada empresa debe evaluar sus optimizaciones en base a su proceso y no es una regla general que lo que funciona para una empresa, funcione para todas.

**Tabla 2.** Tipos de desperdicio

<b>Desperdicio</b>	<b>Forma de eliminarlos</b>
1. Sobreproducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo sólo lo necesario</li> </ul>
2. Espera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sincronizar flujos</li> <li>• Balancear cargas de trabajo</li> <li>• Trabajador flexible</li> </ul>
3. Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo o transporte</li> <li>• Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar</li> </ul>
4. Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar si todas las operaciones deben realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad del producto o servicio</li> </ul>
5. Inventarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acortar los tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos</li> </ul>
6. Movimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar</li> </ul>
7. Productos defectuosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar el proyecto para prevenir defectos en cada proceso ni aceptar defectos</li> <li>• Hacer los procesos a prueba de errores</li> <li>• Filosofía de trabajo de cero defectos</li> <li>• No recibir, ni entregar productos con problemas</li> <li>• No acumular productos malos</li> <li>• Procesar de forma inmediata productos defectuosos.</li> </ul>

(Galgano, 2008).

No todos los desperdicios pueden ser eliminados en su totalidad, pero siempre se puede mejorar la situación actual. La eliminación de desperdicios permite “hacer más con menos”, así es que se reduce el capital de trabajo, áreas físicas, esfuerzo del personal, mano de obra, inventarios y tiempo de procesamiento.

### 1.3.2.3. Proceso continuo

Esto significa que se debe producir solo las unidades necesarias en las cantidades necesarias y en el tiempo necesario. Para lograrlo se requiere: Tener los tiempos de entrega muy cortos, es decir, que la velocidad de producción sea igual a la velocidad de consumo y que se tenga flexibilidad en la línea de producción para cambiar de un modelo a otro rápidamente.

Este sistema de proceso continuo y no por lotes, busca eliminar los inventarios innecesarios según se especifica en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Tipos de inventario

<b>Tipo de inventario</b>	<b>Forma de reducción</b>
Trabajo en proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el tamaño del lote según cliente</li> <li>• Eliminar las colas</li> </ul>
Materias primas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibos directos, pequeños y frecuentes al sitio de trabajo</li> </ul>
Producto terminado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producir lo que se vende</li> <li>• Embarcar frecuentemente y en cantidades menores</li> </ul>
A la función	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De ciclo</li> <li>• Disminuir el tiempo de preparación</li> <li>• De seguridad</li> <li>• Reducir la incertidumbre sobre la calidad y cantidad de material</li> <li>• Buffer</li> <li>• Eliminar colas, dar fluidez</li> <li>• En tránsito, programar, anticipar</li> <li>• Programación nivelada</li> </ul>

(Meyers, 2006)

### 1.3.3. SISTEMA DE JALAR

Es un sistema de producción dónde cada operación estira el material que necesita de la operación anterior. Consiste en producir sólo lo necesario, tomando el material requerido de su anterior proceso. La meta óptima es: mover el material entre operaciones de uno por uno.

En el método de trabajo “pull” o de jalar, las referencias de producción provienen del precedente centro de trabajo. Entonces la precedente estación de trabajo dispone de la exacta cantidad para sacar las partes disponibles a ensamblar o agregar al producto. Esta orientación significa comenzar desde el final de la cadena de ensamble e ir hacia atrás hacia todos los componentes de la cadena productiva, incluyendo proveedores y vendedores. De acuerdo a ésta orientación una orden es disparada por la necesidad de la siguiente estación de trabajo y no es un artículo innecesariamente producido. (Pineda, 2009)

La orientación “pull” es acompañada por un sistema simple de información llamado Kanban. Así la necesidad de un inventario para el trabajo en proceso se ve reducida por el empalme ajustado de la etapa de fabricación. Esta reducción ayuda a sacar a la luz cualquier pérdida de tiempo o de material, el uso de refacciones defectuosas y la operación indebida del equipo. El sistema de jalar permite:

- Reducir el inventario y por lo tanto, poner al descubierto los problemas
- Hacer sólo lo necesario facilitando el control
- Minimiza el inventario del producto en proceso
- Maximiza la velocidad de retroalimentación
- Minimiza el tiempo de entrega
- Reduce el espacio físico en las áreas
- Satisfacción de los clientes por cumplimiento en las entregas

### 1.3.4. KANBAN

Kanban es una palabra japonesa compuesta de dos términos, “**kan**” que significa “visual” y “**ban**” que significa “tarjeta o tablero”, es decir, es un sistema de

identificación a través de tarjetas o etiquetas. Estas tarjetas actúan de testigos del proceso de producción. La etiqueta Kanban contiene información que sirve como orden de trabajo, ésta es su función principal, en otras palabras es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de lo que da va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios y cómo transportarlo.

El sistema Kanban fue inventado debido a la necesidad de mantener el nivel de mejoras por la Toyota. Kanban se hizo un instrumento eficaz para apoyar al sistema de producción en total. Cuando un cliente retira productos de su lugar de almacenamiento, el kanban, o la señal, viaja hasta el principio de la línea de fabricación o de montaje, para que se produzca un nuevo producto. Se dice entonces que la producción está guiada por la demanda y que el kanban es la señal que el cliente indica para que un nuevo producto deba ser fabricado o montado para rellenar el punto de stock.

Antes de implantar Kanban es necesario desarrollar una producción en línea, para suavizar el flujo actual del material, ésta debe ser practicada en la línea de ensamble final, si existe una fluctuación muy grande en la integración de los procesos, Kanban no funcionará y de lo contrario se creará un desorden, también tendrán que implantarse sistemas de reducción de cambios de modelo, producción de lotes pequeños, Jidoka, control visual, Poka Yoke, mantenimiento preventivo, etc., todo esto es prerequisite para la introducción de Kanban. (Meyers, 2006)

Las funciones principales de Kanban son:

- Control de la producción.- Es la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema Justo a Tiempo, en la cual los materiales llegan en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas de la fábrica y si es posible incluyendo a los proveedores
- Mejora de los procesos.- Facilita la mejora en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso de Kanban, esto se hace mediante técnicas de manufactura esbelta (eliminación de desperdicio, organización del área de trabajo, reducción de cambios de modelo, utilización de maquinaria vs. utilización en base a demanda, manejo de multiprocesos, dispositivos para la

prevención de errores (Poka Yoke), mecanismos a prueba de error, mantenimiento preventivo, Mantenimiento Productivo Total (TPM), reducción de los niveles de inventario. (Meyers, 2006)

Básicamente Kanban sirve para lo siguiente:

- Poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento
- Dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo
- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas ordenes ya empezadas y prevenir el exceso de papeleo innecesario
- Otra función de Kanban es la de movimiento de material, la etiqueta Kanban se debe mover junto con el material, si esto se lleva a cabo correctamente se logrará eliminar la sobreproducción, priorizar la producción y facilitar el control del material. (Pineda, 2009)

#### **Tipos de Kanban:**

- Kanban de producción: Contiene órdenes de producción.
- Kanban de transporte: Utilizado cuando se traslada un producto de una estación de trabajo a otra
- Kanban urgente: Emitido en caso de escasez de un componente.
- Kanban de emergencia: Cuando a causa de componentes defectuosos, averías en las máquinas, trabajos especiales o trabajo extraordinario en fin de semana se producen circunstancias insólitas o fuera de lo común.
- Kanban de proveedor: Se utiliza cuando la distancia de la planta al proveedor es considerable, por lo que el plazo de transporte es un término importante a tener en cuenta.

#### **Reglas de Kanban:**

- Regla 1: El proceso posterior recogerá del anterior los productos necesarios en las cantidades precisas del lugar y momento oportuno. Se crea una pérdida si el proceso anterior abastece de partes y materiales al proceso subsiguiente en el momento que éste no los necesita o en una cantidad mayor a la que necesita.

- Regla 2: El proceso precedente deberá fabricar sus productos en las cantidades recogidas por el proceso siguiente, por tal motivo se prohíbe una producción mayor que el número de tarjetas Kanban.
- Regla 3: Los productos defectuosos nunca deben pasar al proceso siguiente, el incumplimiento de ésta regla comprometería la existencia misma del sistema Kanban, ya que podría producirse una parada de la línea. En ese sentido, las operaciones defectuosas deben eliminarse, a fin de asegurar un ritmo continuo en los pedidos.
- Regla 4: El número de Kanban debe minimizarse, puesto que el número de Kanban expresa la cantidad máxima de existencias de un determinado elemento, habrá de mantenerse tan pequeño como sea posible.
- Regla 5: El Kanban habrá de utilizarse para lograr la adaptación a pequeñas fluctuaciones de la demanda, con ello se hace mención al rasgo más notable del sistema Kanban consistente en adaptarse a los cambios repentinos en los niveles de demanda o de las exigencias de la producción.
- Regla 6: Balancear la producción, para que podamos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes, se hace necesario mantener al equipo y a los trabajadores de tal manera que puedan producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria.

En conclusión el Kanban busca tener un equilibrio en el flujo de producción y hacer bien a la primera vez con la participación de todos los empleados. (Meyers, 2006)

### **1.3.5.MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

El TPM perfecciona permanentemente la efectividad global de los equipos, con la activa participación de los operadores. Es un sistema donde cada uno de los elementos contribuye a la búsqueda de la perfección de las operaciones de la planta como a través de acciones ordenadas y con metodología específica que permite eliminar las pérdidas de los sistemas productivos. (González, 2007)

El TPM se orienta en tener “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo.

Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos. Esta herramienta enfocada a eliminar los tiempos muertos de la maquinaria consiste en siete pasos:

- 1.- Limpieza básica de máquina o equipo, es decir realizar las limpiezas directamente por los usuarios, identificando y detectando defectos y puntos débiles en los equipos
- 2.- Prevención de fuentes de contaminación, eliminando los defectos encontrados en el paso anterior y fuentes de contaminación y suciedad de los equipos. Es indispensable integrar a los operadores paso a paso en éste proceso de mantenimiento
- 3.- Estándares de limpieza y reparación, creando y aplicando estándares que prevengan contaminación y suciedad. Garantizar un mantenimiento regular
- 4.- Capacitación para reparaciones independientes por operadores, mediante el entrenamiento en detectar componentes defectuosos
- 5.- Reparación independiente de operadores, dónde el operador será el responsable de realizar el mantenimiento de sus equipos. Cualquier falla, paro del equipo o tiempo muerto causado por averías, depende del operador
- 6.- Estándares para asegurar procesos, es decir documentar todas las actividades definidas al operador de la máquina, de manera de asegurar que los procesos se realizan siempre de una misma manera
- 7.- Uso del mantenimiento autónomo, que involucra al operador del equipo o maquinaria en participar en trabajos de mantenimiento conjuntamente con el equipo de Mantenimiento e Ingeniería, para incrementar la efectividad global del equipo. (Pineda, 2009).

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, y fiabilidad de suministros. El TPM busca “maximizar la eficacia del equipo” mediante:

- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo o maquinaria

- Involucrar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de planta
- Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos
- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero averías

Los beneficios más relevantes del TPM son los siguientes:

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos
- Reducción de los costos de mantenimiento
- Mejora de la calidad del producto final
- Menor costo financiero por cambios
- Mejora de la tecnología de la empresa
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica. (González, 2007)

### **1.3.6. LA FILOSOFIA SMED**

SMED (Single minute Exchange of die) que significa “Cambio de de modelo en minutos de un solo dígito”, son teorías y técnicas para realizar las operaciones de cambio de modelo en menos de 10 minutos. El sistema SMED nació por necesidad para lograr la producción Justo a Tiempo y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, posibilitando hacer lotes más pequeños de tamaño. Los procedimientos de cambio de modelo se simplifican usando los elementos más comunes o similares usados habitualmente. (Shingo, 1985).

Los objetivos principales del SMED son:

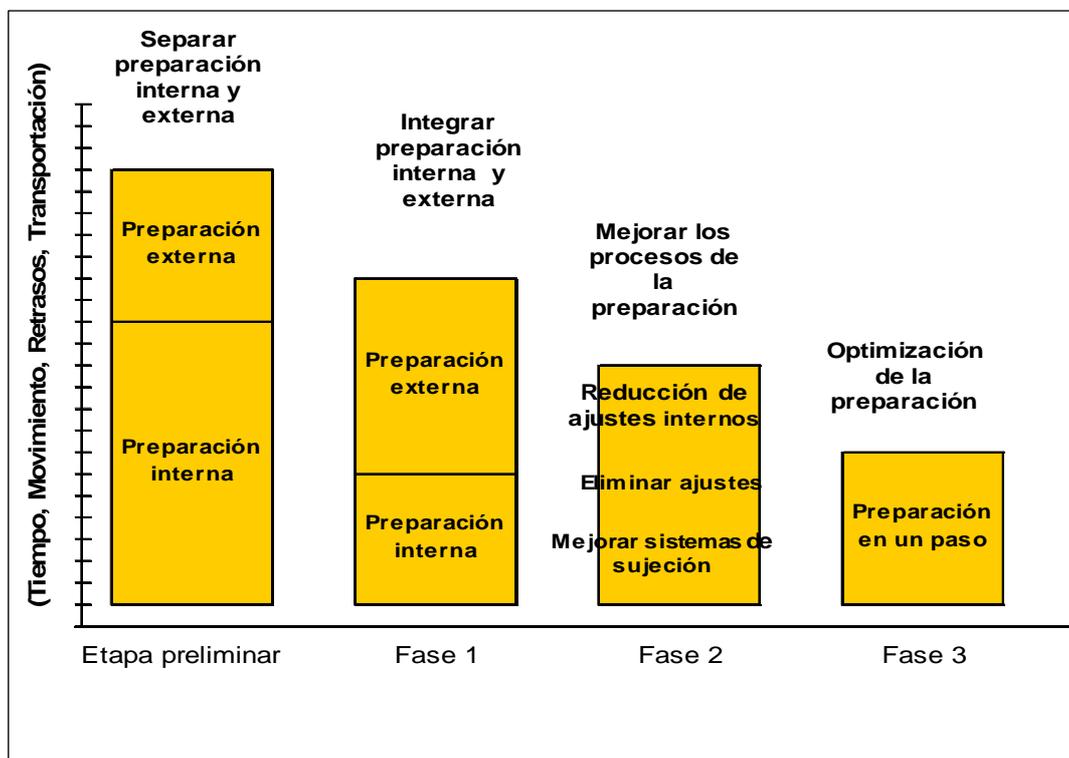
- Facilitar los pequeños lotes de producción
- Rechazar la fórmula del lote económico
- Correr cada parte cada día (fabricar)

- Alcanzar el tamaño de lote igual a 1
- Mantener alto el desempeño después del cambio, produciendo bien a la primera vez
- Cambio de modelo en menos de 10 minutos
- Incrementar el tiempo de operación de la máquina

Los principales beneficios al trabajar con SMED son:

- Producir en lotes pequeños y reducir inventarios
- Procesar productos de alta calidad
- Reducir los costos y ser más competitivos
- Tiempos de entrega más cortos
- Tiempos de cambio más confiables
- Carga más equilibrada en la producción diaria

Las fases más relevantes para la reducción de un cambio de modelo aplicando SMED se describen en la Figura 1, que va desde la preparación interna y externa hasta la optimización de la preparación. (Pineda, 2009)



**Figura 1.** Fases para la reducción del cambio de modelo.

## **Etapa preliminar. Separar la preparación interna de la externa**

Preparación interna son todas las operaciones que precisan que se pare la máquina y preparación externa las que se pueden hacer con la máquina funcionando.

Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. El objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la mejor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, esto permite disminuir el tamaño de los lotes.

### **Fase 1. Convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa**

La idea es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices o punzones fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare, rápidamente se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

### **Fase 2. Eliminar el proceso de ajuste**

Las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna.

Es muy importante reducir éste tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida. En otras palabras los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien, se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error va llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones, además se emplea una cantidad extra de material.

### **Fase 3. Optimización de la preparación**

En la fase de optimización existen dos enfoques posibles para mejorar los tiempos de preparación:

- a.- Utilizar un diseño uniforme de los productos o emplear la misma pieza para distinto producto (diseño nuevo)
- b.- Producir las distintas piezas al mismo tiempo (diseño en paralelo). (González, 2007).

### **1.3.7.MEJORA CONTÍNUA (KAIZEN)**

Proviene de dos ideogramas japoneses: “**Kai**” que significa cambio y “**Zen**” que quiere decir para mejorar. Así, podemos decir que “Kaizen” es “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo”.

Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos.

Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. (Womack y Jones, 2007)

Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación. Además, Kaizen también se enfoca a la eliminación del desperdicio, identificado como “muda” en cualquiera de sus siete formas.

Esta filosofía lo que pretende es tener mejor calidad y reducción de costos de producción con simples modificaciones diarias, al hacer Kaizen los trabajadores van mejorando los estándares de la empresa y alcanzando los objetivos de mejora planteados. Su origen es japonés como consecuencia de la segunda Guerra Mundial, por lo que el Dr. Edwards Deming introduce una nueva metodología para mejorar el sistema empresarial. El Kaizen utiliza el Círculo de Deming como herramienta para la mejora continua en los procesos, éste Círculo llamado también PDCA (PHVA en español) por sus siglas en inglés, tiene el siguiente significado:

- **Plan (Planear):** En ésta fase el equipo pone su meta, analiza el problema y define el plan de acción.
- **Do (Hacer):** Una vez que tienen el plan de acción, éste se ejecuta y se registra.
- **Check (Verificar):** Luego de cierto tiempo se analiza el resultado obtenido.
- **Act (Actuar):** Una vez que se tienen los resultados se decide si se requiere alguna modificación para mejorar.

La estrategia de Kaizen empieza y acaba con personas. Con Kaizen, una dirección envuelta guía a las personas para mejorar su habilidad de encontrar expectativas de alta calidad, bajo costo y entrega oportuna. Kaizen transforma compañías en “Competidores Globales Superiores”. (Manufactura Inteligente, 2009).

Los principales beneficios de trabajar con el sistema de mejoramiento continuo Kaizen son:

- Incremento de la productividad y mejoras en la calidad de los productos
- Reducción del espacio utilizado
- Mejora el manejo y control de la producción, así como los inventarios en proceso
- Reducción de costos de producción, aumento de la rentabilidad
- Reducción de tiempos de fabricación
- Mejora el servicio y flexibilidad de la empresa
- Mejora el clima organizacional y aclara los roles del personal
- Se desarrolla el concepto de responsabilidad.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA Y DE LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN**

ENKADOR sociedad anónima, es la primera productora nacional de fibras sintéticas del Ecuador, cuyo capital pertenece a un grupo de industriales textiles ecuatorianos y extranjeros. La empresa obtuvo en el año 2010 la Certificación ISO 9001 versión 2.008 y mantiene su Sistema de Gestión de Calidad desde el año 1996.

La Empresa cuenta con 350 trabajadores entre la parte operativa y administrativa. Su planta y oficinas de administración están localizadas en Sangolquí, Barrio Selva Alegre, km 1, vía San Fernando, Cantón Rumiñahui con una superficie de 23 hectáreas.

En el año de 1975, inicia Enkador con las operaciones en la producción de filamentos de poliéster. En 1987 incrementa la producción con la hilatura de filamento de poliamida 6 (nylon). En el año de 1995 continúa la innovación de la empresa con la producción de hilos tinturados en masa convirtiéndose en la empresa líder en Sudamérica en la fabricación de estos hilos.

En el año 2003 Enkador realiza el lanzamiento de las primeras marcas comerciales de los productos. La constante investigación y la búsqueda de encontrar nuevos horizontes hacen que en el año 2006, Enkador lanza al mercado productos de limpieza de microfibra con la marca microlimpia y en el año 2007 incursiona en el mercado de la costura industrial. En ese mismo año Enkador llega a ser la primera empresa exportadora textil del país.

Enkador en el año 2008 realiza una importante inversión en maquinaria con nueva tecnología y una ampliación de las áreas de producción y almacenamiento. Este importante paso, tuvo como objetivo duplicar la capacidad de producción, es decir pasar de 6.000 a 12.000 toneladas al año, lo cual permite consolidar la participación en el mercado ecuatoriano e internacional.

## **1. MISIÓN**

Ser la primera opción en el negocio de productos textiles e industriales en el Ecuador y una de las mejores alternativas en Latinoamérica.

## **2. VISIÓN**

Ser una empresa rentable con un crecimiento en nuestra participación de productos estratégicos en el mercado nacional e internacional.

## **3. POLÍTICA**

Producir y ofrecer productos y servicios de calidad para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, mediante el mejoramiento continuo de los procesos, innovación de productos con un recurso humano comprometido y satisfecho, obteniendo una rentabilidad adecuada y sostenible.

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS DE ENKADOR**

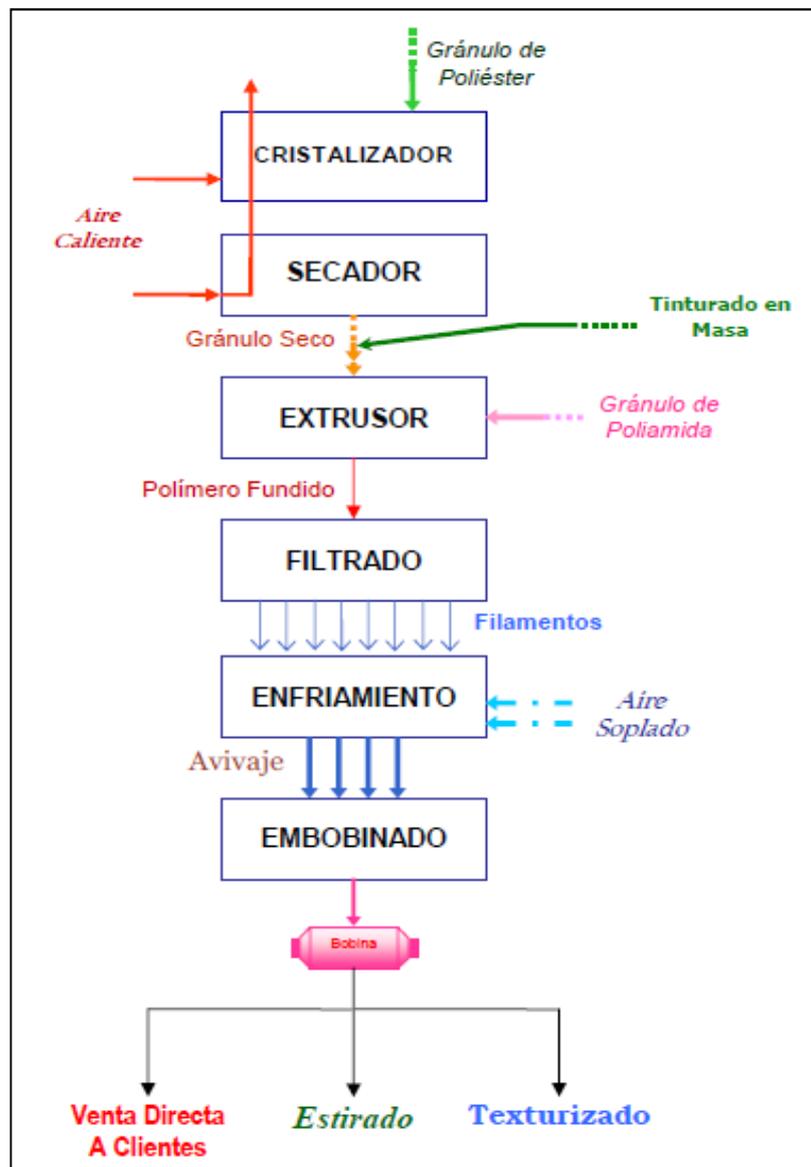
A continuación se realiza una breve descripción de los procesos productivos más importantes.

### **1. HILATURA**

La materia prima (gránulo de poliéster) es transportado neumáticamente a unos silos de almacenamiento para luego pasar a un sistema de Cristalizador-Secador, dónde el gránulo es seco mediante un sistema en circuito cerrado de aire caliente, para luego pasar a un extrusor en donde se funde el gránulo a temperaturas entre 280 a 300 grados centígrados.

El polímero fundido pasa luego a una bomba de dosificación y luego a una placa con orificios denominada hilera, donde se forman el haz de filamentos, los mismos que son enfriados en unas cajas de soplado y pasar de un estado líquido a sólido. Posteriormente al hilo se adiciona avivaje el cual proporciona características antiestáticas, cohesión de filamentos y permite el procesamiento en las siguientes etapas de producción. Finalmente el hilo se enrolla en embobinado dando como resultado una bobina de hilo poliéster.

Una descripción general del proceso de transformación de la materia prima (chips) en hilo embobinado (POY) se grafica en la Figura 2.



**Figura 2.** Proceso de producción de Hilatura-Embobinado

En el proceso de embobinado, se obtiene el hilo POY, cuyo significado se detalla en el Anexo 1, luego el POY continúa a un proceso de estirado o texturización.

## 2. ESTIRADO

El hilo proveniente de la hilatura es estirado en las llamadas Estiradoras, proceso por el cual las fibras del hilo se orientan y paralelizan, garantizando de ésta forma un teñido estable de la tela que se obtiene.

El estiramiento en las máquinas se da por dos razones, las cuales se van a describir a continuación:

1. Diferencia de velocidad lineal entre dos galetas (G1 y G2), en las cuales se enrolla el hilo algunas vueltas.
2. Con temperaturas en la primera galeta, porque el efecto calórico ayuda a la orientación de las fibras del polímero.

El hilo estirado que sale de la galeta fría se enrolla sobre su huso, obteniéndose así un cop, el cual puede venderse directamente al cliente o pasar a otro proceso posterior como es el retorcido.

El efecto principal del estirado es el de producir un hilo liso, dónde sus moléculas se encuentran paralelas es decir orientadas.

### **3. TEXTURIZADO**

El proceso de texturizado busca dar volumen a un hilo de filamento continuo (darle cuerpo), para mejorar el tacto, mejorar la ventilación y disminuir el número de puntos de contacto de la prenda con la piel para obtener un mayor confort de la prenda con el cuerpo.

#### **VENTAJAS DE LOS FILAMENTOS TEXTURIZADOS**

Entre las muchas ventajas de los tejidos hechos de hilos texturizados se encuentran:

El tejido construido en prenda texturizada no reposa en forma lisa sobre la piel y así se crea una capa de aire comfortable entre el cuerpo y la prenda que permite una mayor transmisión de aire del cuerpo con el ambiente y por consiguiente una transmisión de calor mucho mejor.

El tacto (propiedad de gran importancia en el campo de los textiles) en los tejidos texturizados semeja la sensación de los hilados hechos por reunión de las fibras discontinuas que suministra la naturaleza. En muchas prendas textiles el tacto que genera un hilo texturizado, es especial si se trata de microfibras, es muy superior al de las fibras naturales.

El texturizado al mejorar la absorción de agua y permitir la transferencia de masa y calor del cuerpo con el ambiente, mejora el confort de las prendas hechas con filamento de poliéster.

- Posee una alta resistencia a la abrasión y durabilidad
- Facilidad de lavado y secado
- Mayor poder de cubrimiento y menos brillo comparado con un hilo liso

El propósito del texturizado es lograr imitar a las fibras naturales, con el objetivo de hacer de un hilo rígido un hilo confortable y cómodo que asemeje las propiedades de las fibras naturales, como por ejemplo el algodón, el cual es una fibra natural que proporciona prendas confortables y cómodas debido a su naturaleza física.

El texturizado se obtiene mediante dos procesos:

1. Estirado por la diferencia de velocidad entre los alimentadores V1 y V2 y el efecto calórico que recibe el hilo en las placas. En este proceso las fibras del polímero se orientan
2. Falsa torsión (texturizado por falsa torsión) que se le da al hilo al pasar por los agregados o discos de fricción.

Los discos de fricción de la unidad de texturización pueden ser de dos tipos:

- Discos cerámicos o metálicos
- Discos de poliuretano

Los discos están montados sobre tres ejes, que se traslapan alternadamente unos con otros de forma que el hilo pase de forma helicoidal por cada uno de ellos, cada eje cuenta con un número de discos determinado dependiendo de la configuración que se necesite.

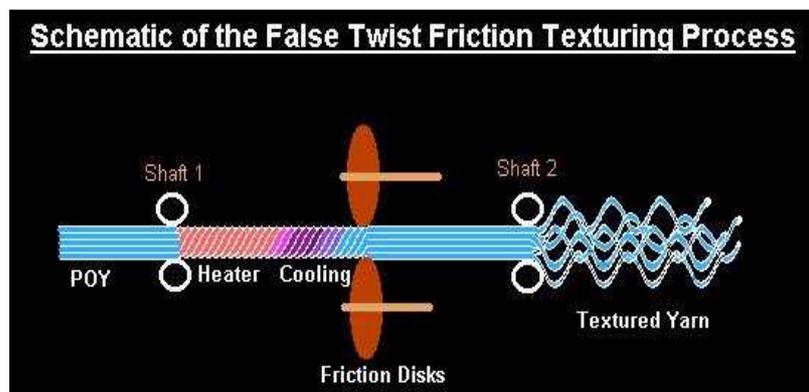
La configuración de los discos en las unidades de fricción es del tipo: X/Y/Z, donde X corresponde al disco de entrada y cumple con la función de un simple guía hilo, Y son los discos de trabajo y Z al disco de salida

En la Figura 3, se indica una unidad de fricción compuesta por un disco metálico de entrada y salida y 8 discos de trabajo de poliuretano.



**Figura 3.** Unidad texturizadora con discos de fricción de poliuretano.

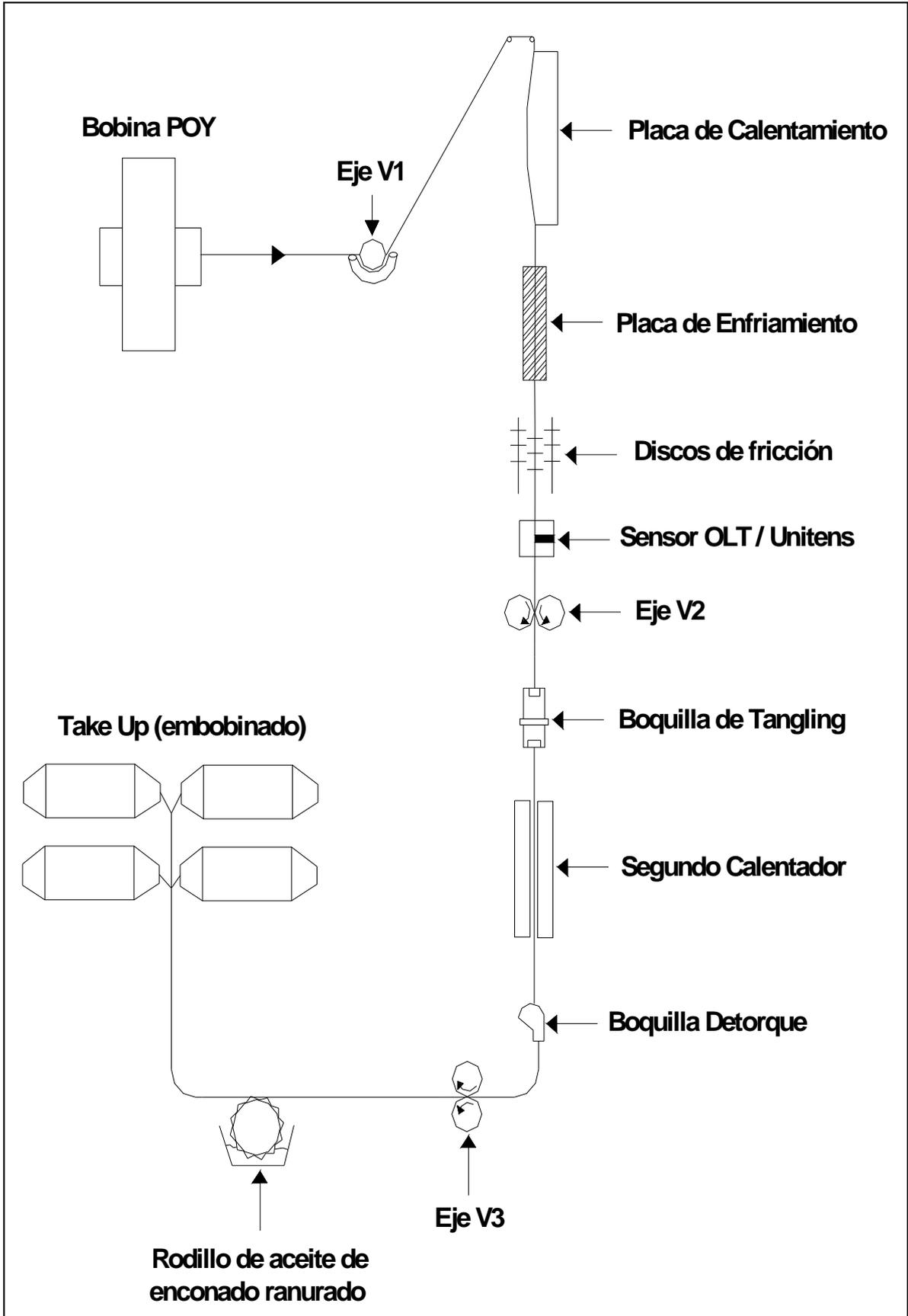
En la Figura 4, se describe un esquema básico de una texturización por falsa torsión, dónde se describe el proceso que recibe el hilo desde el POY, el mismo que ingresa a un primer eje, luego a un calentamiento, enfriamiento, unidades de fricción o texturización, un eje posterior y embobinado final del hilo texturizado.



**Figura 4.** Esquema de texturizado por falsa torsión

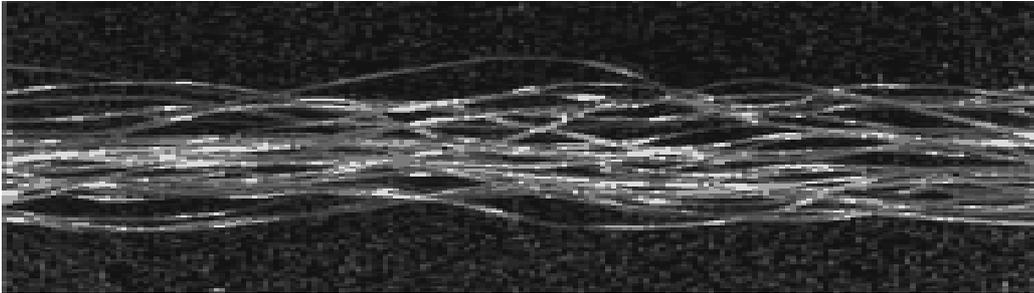
Donde: Shaft 1 corresponde al eje alimentador 1, Heater es la placa de calentamiento, Cooling es la placa de enfriamiento, Friction Disks son las unidades de fricción, Shaft 2 es el eje alimentador 2, y Textured Yarn, corresponde al efecto del hilo texturizado.

En la Figura 5, se describe los componentes principales de una máquina texturizadora alemana Barmag tipo FK-6, con la descripción de los elementos por donde pasa el hilo, desde la bobina de alimentación, hasta la unidad texturizada.



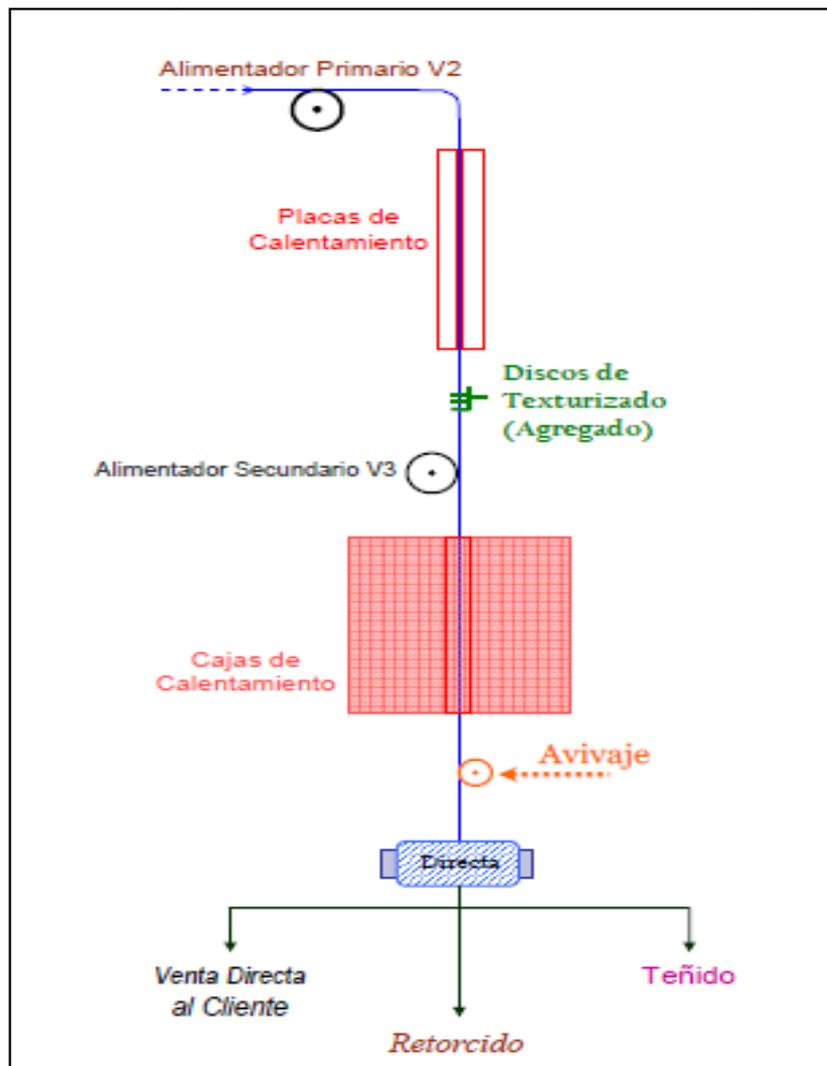
**Figura 5.** Esquema de una máquina texturadora Barmag tipo FK-6

El efecto de un hilo texturizado se demuestra en la Figura 6, dónde se aprecia el volumen que adquiere el hilo.



**Figura 6.** Efecto en el hilo de los filamentos texturizados

El esquema general del proceso de texturizado se detalla en la Figura 7.



**Figura 7.** Diagrama general de Texturizado

Las unidades texturizadas pueden ser vendidas directamente a los clientes o pasan a un proceso posterior de retorcido o teñido.

#### **4. RETORCIDO**

Retorcer es el proceso mediante el cual un hilo obtiene una cierta cantidad de vueltas sobre su propio eje.

La razón más importante para retorcer hilos textiles es la protección que da la torsión a los filamentos, ya que éstos son más resistentes por la mejor cohesión.

En Enkador se tiene máquinas de Retorcido de Hilo Liso, máquinas de Retorcido de hilo texturizado y máquinas de Retorcido de Poliamida. El paquete obtenido en este proceso puede ser vendido directamente al cliente o ser teñido.

#### **5. TINTORERÍA**

El teñido del hilo del poliéster se realiza con colorantes poco solubles en agua y bien solubles en el polímero; éstos son los llamados colorantes dispersos. Para la tintura del Nylon se utiliza colorantes ácidos.

Durante el teñido el hilo absorbe sobre su superficie el colorante disuelto, el cual luego se difunde hacia su interior, cuando se absorbe el colorante disuelto, parte del colorante disperso se disuelve en el agua siendo nuevamente absorbido por el hilo.

Este proceso se realiza en unas autoclaves de Tintura en las cuales circula el baño de tintura a través del producto a ser teñido, en dos sentidos: dentro-fuera y fuera-dentro, mediante el cambio de giro de una turbo-bomba.

Todo el hilo teñido debe ser sometido a un sistema de secado, para eliminar completamente la humedad, y luego de determinado período de estacionamiento pasar al siguiente proceso de Enconado o venta directa en tubo perforado.

#### **6. ENCONADO**

El enconado representa un proceso posterior a la Tintorería para cambiar la presentación del hilo.

Enconado es el proceso de embobinar el hilo teñido, en un tubo plástico o de cartón, adicionándole un determinado contenido de aceite y una óptima formación, para mejorar el devanado del hilo en los clientes.

## **7. CONTROL DE CALIDAD**

Todos los productos terminados en cualquiera de las etapas del proceso productivo, se controlan sus propiedades físicas, químicas y afinidad al teñido, y se destinan de acuerdo a especificaciones.

## **8. SELECCIÓN Y EMPAQUE**

La producción una vez dada destino de acuerdo a las propiedades, pasa al área de Selección y empaque, dónde se realiza un control minucioso de defectos físicos unidad por unidad y control del peso del hilo, para empacar de acuerdo a estándares previamente establecidos.

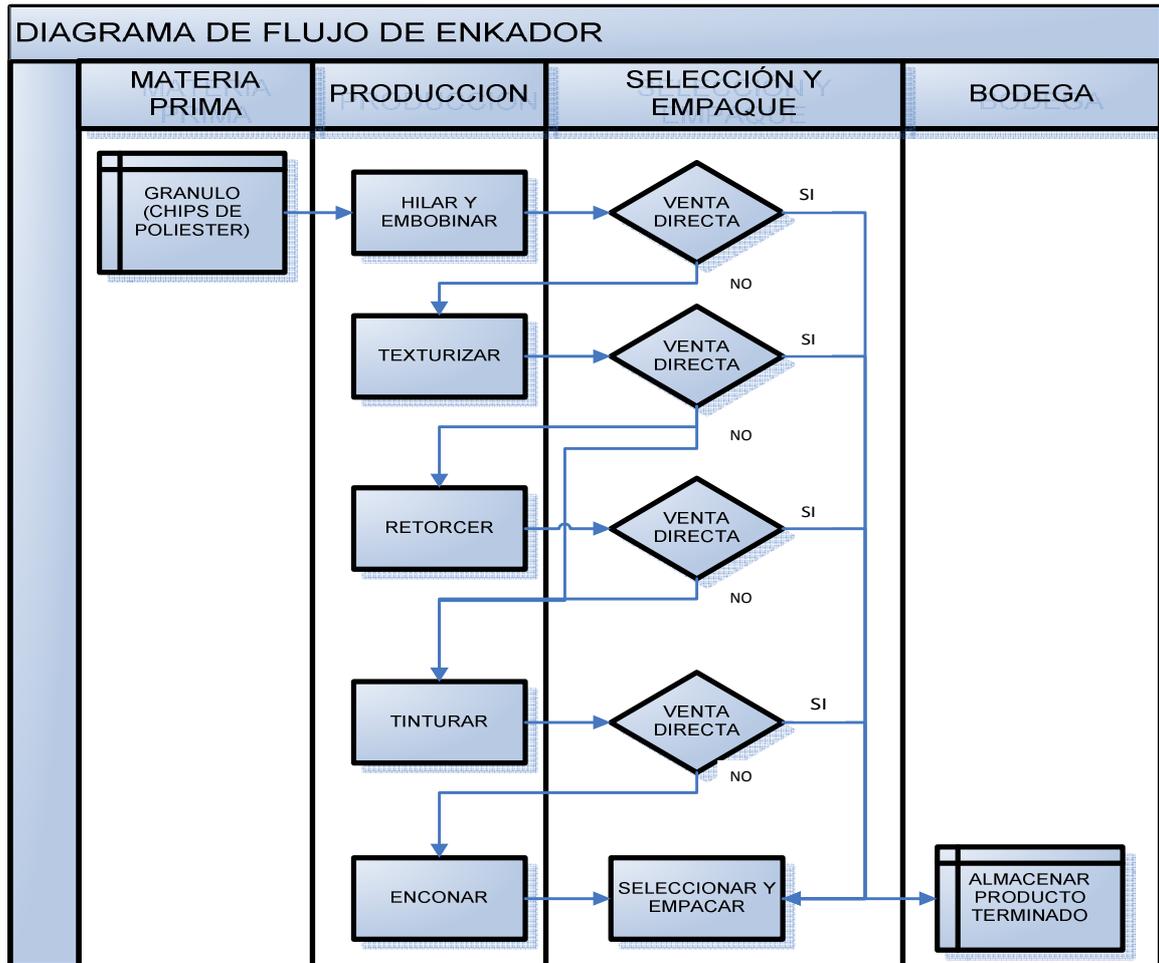
En ésta área se separan para segunda calidad, todas las unidades que presentaron algún problema en la producción o diferencias de tonalidad en su calificación por afinidad tintórea.

De igual manera todas las unidades que tuvieron problemas de OLT en las texturizadoras, son separadas a segunda calidad. Cabe señalar que por efectos de identificación y trazabilidad, todas las unidades con desviaciones se identifican para evitar mezclas de acuerdo a instructivo de identificación de la producción.

Antes del empaque, el producto debe tener el visto bueno del departamento de control de calidad una vea revisadas las propiedades físico y químicas del hilo, caso contrario se genera un producto no conforme que tiene un tratamiento especial de acuerdo a las normas de calidad ISO que se aplican en la empresa.

Finalmente todas las unidades son empacadas con fundas plásticas y cajas de cartón para preservar las características del hilo y conformados en bultos o estibas para ser enviados a la Bodega.

El Flujograma general de la producción donde se detalla todos los procesos de producción y sus interrelaciones se describe en la Figura 8.



**Figura 8.** Flujograma general de la producción de Enkador

## 2.2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE TEXTURIZADO

Mediante la observación en campo de zonas de trabajo, máquinas y almacenamiento de la producción se determinó áreas en las cuales se requiere mejorar el ambiente de trabajo en relación al orden y la limpieza, los siete desperdicios clásicos y el tiempo de ciclo de entrega a los clientes, a través de las siguientes actividades:

1. Elaboración de un layout del área de Texturizado, realizando un diagrama de bloques de todas las áreas de la planta para observar su ubicación física y determinar los flujos de la producción (Figura 10), bajo responsabilidad de Planificación de la Producción

2. Revisión de zonas de almacenamiento de la producción, actualizando los planos de máquinas y áreas, según diseño A4-100043 del Texturizado 1 (Anexo 2) y A4-100044 del Texturizado 2 (Anexo 3), por parte de Ingeniería
3. Inventario de la producción existente en el área de Texturizado por parte del Jefe de grupo a través del registro en formato de Inventario de producto, dónde se especifica el producto existente en el área, la cantidad de coches, máquina dónde está ubicada, peso neto y las causas por la cual está detenida la producción, según se indica en Anexo 4
4. Definición de puntos de control sobre el orden y limpieza de las áreas, tomando como referencia las actividades que mejoran la presentación y organización de Texturizado en las zonas de estacionamiento, coches de transporte y máquinas, según formato de lista de chequeo de Tablas 11 y 12, por parte de Jefe de Texturizado
5. Toma de fotografías sobre el orden y la limpieza actual de áreas y máquinas que presentan problemas realizando un recorrido por cada una de las zonas de trabajo del Texturizado, según Figuras 11, 12, 13, 14, 16, 19, 21 y 23, bajo responsabilidad del Jefe de Calidad de Texturizado
6. Realizar un inventario de todos los coches de transporte existentes en las áreas de Hilatura y Texturizado, recogiendo la información del color, número de púas, número de unidades que se pueden almacenar y la cantidad de coches existentes para el manejo de la producción (Tabla 5), por parte de Jefe de Texturizado
7. Realizar un diagrama de proceso del Texturizado, describiendo todas las actividades que realizan los operadores en su máquina, desde la limpieza hasta el empaque de la producción, dividiendo su simbología como actividades de operación, transporte, inspección, demora y almacenamiento, utilizando el formato descrito en la Figura 27, y las actividades de limpieza y arranque de las máquinas, descrito en la Figura 28 y 29, bajo responsabilidad del Jefe de Texturizado.
8. Recopilación de la información sobre los productos defectuosos y desperdicios existentes en el área, usando los datos del reporte mensual de producción de la Gerencia de planta según Figuras 33, 34, 37 y 38, a cargo del Jefe de Texturizado.

9. Entrevistas a Supervisores, Jefes de área y operarios de producción para determinar formas de eliminar los desperdicios en la producción
10. Estadísticas de los tiempos de entrega del hilo texturizado a los clientes, usando las estadísticas del área de Programación de la producción, dónde se toma el tiempo de la fecha de ingreso del pedido de un cliente, hasta la fecha de despacho y se realiza un promedio mensual del número de días de todos los pedidos, según se muestra en las Figuras 40 y 41.
11. Análisis de la información recopilada para toma de acciones de mejora.

## **2.3. DISEÑO DE UN NUEVO ESQUEMA DE TRABAJO APLICANDO LEAN MANUFACTURING**

### **2.3.1. MEJORA DEL AMBIENTE DE TRABAJO**

Para mejorar el ambiente de trabajo se diseñó el siguiente plan:

- a. Realización de una capacitación a todo el personal de producción, sobre las herramientas que se aplican en las 5 “S”, para mejorar el orden y limpieza de las áreas y máquinas en el mes de Octubre del año 2010
- b. Elaboración de un formato de Check List (Tablas 11 y 12) con todos los puntos de control más importantes a efectuarse en las áreas y máquinas
- c. Definición de responsabilidades del control del orden y limpieza de las áreas, con el objeto de tener un responsable que conjuntamente con el personal de su turno de trabajo, mantenga unos estándares de orden y limpieza, en base a los puntos de control definidos en el formato de Check List
- d. Toma de fotos estándares de cada uno de los puntos de control del Check List, con el objeto de tener indicadores de excelencia, y publicar en sitios estratégicos de la empresa para el conocimiento de todo el personal.
- e. Realización de auditorías de control por parte de Jefe de Seguridad Industrial con las listas de Check List y calificación en forma semanal
- f. Difusión de resultados semanales a todo el personal de producción del área de Texturizado y definición de incentivos ante cumplimientos

- g. En la Tabla 4, el diseño de un plan de trabajo con actividades y responsables, aplicando el sistema de trabajo de las 5'S, para su ejecución en el último trimestre del año 2010 y evaluación en el primer trimestre del año 2011.

**Tabla 4.** Plan de actividades para implementar 5'S en Texturizado

5 "S"	ACTIVIDADES A REALIZAR	RESPONSABLE
1.-CLASIFICAR (seiri)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificar producción texturizada y definir su destino.</li> <li>• Clasificar restos por título y estibar adecuadamente.</li> <li>• Clasificar producto en proceso para tintorería.</li> </ul>	<p>Jefe de grupo</p> <p>Jefe de grupo</p> <p>Operario Control de producción</p>
2.-ORDENAR (seiton)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir áreas de estacionamiento y señalar.</li> <li>• Definir zona de restos bien identificada.</li> <li>• Definir zona para elementos de máquinas.</li> </ul>	<p>Jefe de área</p> <p>Jefe de área</p> <p>Jefe de área</p>
3.-LIMPIEZA (seiso)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir frecuencia de limpieza en máquinas.</li> <li>• Definir norma de entrega-recepción de máquinas y áreas</li> </ul>	<p>Jefe de área</p> <p>Jefe de grupo</p>
4.-ESTANDARIZAR (seiketsu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar fotografías en las áreas y máquinas sobre las condiciones óptimas.</li> </ul>	<p>Seguridad Industrial</p>
5.-DISCIPLINA (shitsuke)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar control diario y calificación por áreas.</li> <li>• Implementar auditorias periódicas de cumplimiento.</li> </ul>	<p>Seguridad Industrial</p> <p>Seguridad Industrial</p>

### 2.3.2. MEJORA DE LOS SIETE DESPERDICIOS CLÁSICOS

Para diseñar las mejoras en los desperdicios del área de Texturizado se aplicó la metodología de seleccionar los siete desperdicios clásicos que se menciona en

Lean Manufacturing y definir un esquema de trabajo para cada tipo de desperdicio.

1. **Sobreproducción.-** Para reducir la sobreproducción en el área de Texturizado se tomó las siguientes acciones:

- Se realizó una definición de capacidades por máquina y producto, para comercializar sólo cargas completas por producto y no tener que sobre producir, es decir ajustar las demandas de Ventas a las capacidades totales de las máquinas
- Se realizó un comité de calidad entre la Gerencia de Planta, Jefe de Planta, Supervisores y Operario de control de procesos, para mejorar las calidades y desperdicios del texturizado y evitar la sobreproducción de segundas calidades y desperdicios
- Se diseñó un nuevo esquema de trabajo de carga continua en Texturizado a través del proyecto de trabajo de colas de transferencia en las bobinas poy
- Se implementó la metodología de la preselección del producto en las máquinas con los mismos operadores de producción, de manera de realizar una revisión en la misma máquina de los problemas que se presentan y tomar correctivos inmediatos, de acuerdo a instructivo descrito en Anexo 5
- Se conformó un comité para reducir el nivel de posiciones paradas en las máquinas y se realiza un seguimiento posicional a través del siguiente formato de control
- Se definió máquinas específicas de alimentación del producto texturizado para la Tintorería y se establece trabajar la mitad de la máquina en un producto y la otra mitad en otro producto, con el objeto de reducir en un 50% la capacidad de producción y tener mayor flexibilidad con los clientes.

2. **Espera.-** Se realizó un análisis a través de la espina de pescado con la aplicación de las 7 M, sobre las ineficiencias existentes en el área de Texturizado, lo que conlleva a tener largas esperas del producto poy. Con éste diagnóstico se estableció grupos de trabajo que acompañen a la mejora de eficiencia del área de acuerdo a las siguientes responsabilidades:

- **Maquinaria y Equipos.**- Para reducir los paros de máquinas y posiciones paradas, se define una reunión semanal con el objeto de analizar la causa raíz del problema y mediante un comité formado entre Producción e Ingeniería tomar los correctivos del caso.
  - **Método.**- Se define un operador responsable de cada máquina, el mismo que debe cuidar y precautelar las condiciones de trabajo.
  - **Mano de obra.**- Se establece una capacitación al personal operativo de las máquinas con el objeto de mejorar las destrezas y tener un mejor manejo y control de la maquinaria. Se definió realizar una capacitación a través de la Escuela de Desarrollo de la empresa con el tema: “Manejo y funcionamiento de las máquinas texturizadoras”.
  - **Management.**- Se define una persona exclusiva para el control de condiciones de proceso y su optimización, así como del control y seguimiento de las calidades de los productos.
  - **Materia prima.**- Se establece al jefe de grupo como responsable exclusivo de las áreas de hilatura y texturizado con el objeto de realizar un seguimiento de todos los problemas del hilo alimentado al texturizado para sus correcciones inmediatas, así como se define un operador exclusivo para seguimiento de problemas de tensión, aire y colas de transferencia.
3. **Transporte.**- Se realizó un inventario de los coches de transporte tanto del hilo poy como texturizado y se evaluó su capacidad y volumen de transporte con el objeto de optimizar el espacio y almacenamiento de la producción, así como reducir el tiempo del transporte.
4. **Proceso.**- Uno de los desperdicios más relevantes dentro del proceso productivo es el causado por el tiempo de paro de una máquina entre un fin de carga y arranque de la siguiente, para lo cual se modificó el método de trabajo a un sistema contínuo con colas de transferencia en el producto Poy alimentado a las máquinas texturizadoras, de acuerdo al siguiente plan de trabajo y su aplicación se inicia en el mes de Octubre del 2010.
- Se define a un Jefe de planta como responsable exclusivo para desarrollar éste sistema de trabajo.

- Se define 4 personas para capacitación en el sistema del método de anudado de la cola de transferencia.
- Se define el método de trabajo, y se especifica en un instructivo de trabajo.
- Se implementa metodología de trabajo en programas de producción.
- Se realiza análisis del valor agregado actual del proceso de limpieza, carga y arranque de una máquina texturizadora con el objeto de evidenciar las actividades de proceso que pueden ser eliminadas.

**5. Inventarios.-** Para reducir los inventarios se realizó las siguientes actividades:

- Inventario de producto para Tintorería.- Se define poder trabajar en 2 máquinas texturizadoras a la mitad de su carga, con lo que se reduce el problema de inventarios en un 50%.
- Inventario de producto Poy.- Cuando el mercado así lo requiera, se establece también que desde la hilatura, las bobinas de POY pueden tener la mitad de peso para conformar una carga completa de texturizado. El peso normal de una bobina es de 22 kilos, si multiplicamos por las 108 posiciones de una media máquina de texturizado, se produce 2,4 toneladas, con éste nuevo sistema se llegaría a producir bobinas de 11 kilos y una producción de 1,2 toneladas por carga, lo cual reduce la carga de una máquina texturizadora en un 50%
- Inventario de restos de POY.- Para reducir los restos de fin de carga, el aspecto más importante es el trabajo continuo a través de las colas de transferencia, y un seguimiento diario de los stocks para la toma de correctivos. Se abre una zona de restos en cada máquina texturizadora con el objeto de trabajar conforme se vayan generando los restos y evitar su acumulación.
- Se realizó una estandarización del método de arranque de las máquinas texturizadoras con el objeto de garantizar un tiempo similar de trabajo de las bobinas y eliminar los sobrantes en fin de carga.
- Se estableció con Programación de la Producción, un sistema de “resteo”, es decir trabajar hasta el final todas las unidades cortas, cuando tengamos más de 4 toneladas como restos, de manera de no tener acumulamiento de producto y aprovechando los meses de Octubre y Noviembre del 2010 en el que las demandas no son altas, para trabajar cargas de resteo.

6. **Movimiento.-** Se definió que el desperdicio más relevante en el tema de movimientos que realiza el personal operativo, es el arranque de las máquinas, por lo tanto se diseñó un instructivo para trabajo continuo a través del uso de la cola de transferencia en el hilo Poy, misma que se describe en la Figura 9.



**Figura 9.** Muestra de la cola de transferencia en la bobina POY

7. **Productos defectuosos.-** Para la reducción de los productos defectuosos o segundas calidades, se tomó los siguientes correctivos:
- Reducción del porcentaje de segundas calidades por defectos físicos.- Se estableció el método de trabajo de “selección del producto en máquinas”, con lo cual se busca que el mismo operador de las máquinas, realice una inspección de su producto y tome los correctivos necesarios e inmediatos ante problemas de calidad. Se creó un instructivo de trabajo, que se detalla en el Anexo 5 y se difundió a todo el personal del área de texturizado a través de una capacitación por parte de los Jefes de grupo en el mes de Noviembre del 2010.
  - Reducción del porcentaje de segundas calidades por menor peso.- Uno de los mayores problemas de las segundas o productos defectuosos es la generación de unidades de menor peso que no entran en los rangos de aceptación de la primera calidad y se degradan a segunda calidad como producto defectuoso. Para eliminar ésta causa de degradación del

producto, se realiza un procedimiento de separación de unidades de menor peso en la misma máquina texturizadora para proceder a reembobinar a peso completo anudando máximo con 1 nudo, para su empaque como primera calidad.

- Reducción del porcentaje de segundas calidades por afinidad y O.L.T.- Otra de las causas de segundas calidades o productos defectuosos son las unidades que presentan problemas de mala afinidad y variaciones de tensión con el sistema OLT (On line tensor), para lo cual se asignó a una persona exclusiva para el seguimiento e intervención de posiciones defectuosas y repetitivas y se definió un formato de seguimiento y control diario.
- Con respecto al problema de los altos porcentajes de desperdicios de hilo, se define estándares de desperdicios por máquina y producto, de manera de realizar un control por turno y se designa a los Supervisores de turno como responsables del seguimiento y correctivos de los desperdicios del Texturizado 1 y 2, para lo cual se estableció un formato de seguimiento diario.

### **2.3.3. DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DEL CICLO**

El trabajo principal para la disminución de los tiempos de ciclo, es la reducción del tiempo promedio (26,9 días) de entrega del hilo texturizado del 2010, lo cual como tiempo de respuesta para nuestros clientes no representa una ventaja competitiva, por lo que se definió tener stocks mínimos de los productos commodities, de manera de reaccionar en forma inmediata a pedidos de los clientes, y llegar al objetivo de realizar las entregas de pedidos en máximo 15 días, como tiempo de respuesta, y se tomaron básicamente las siguientes medidas:

- Se definió realizar una reunión semanal para realizar un seguimiento de todos los pedidos del hilo texturizado con el objeto de mejorar el cumplimiento de los mismos e incrementar el nivel de satisfacción de los clientes.
- En fines de semana y festivos el área de Programación deja un listado de todos los pedidos de clientes y el Jefe de grupo se encarga de realizar el seguimiento respectivo para su cumplimiento.

- Se estableció que el área de Programación de la Producción será el responsable de realizar un seguimiento diario del cumplimiento de pedidos, así como de coordinar con cada responsable de área las acciones en caso de problemas o riesgos de cumplimiento.

## **2.4. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO MODELO DE GESTIÓN DISEÑADO**

Para la implementación del nuevo modelo diseñado a través de las herramientas de Lean Manufacturing se estableció el siguiente plan trabajo a implementarse desde el mes de enero del 2011.

- Conformación de un equipo de trabajo con el departamento de Seguridad Industrial para aplicar las herramientas de las 5's.
- Difusión práctica de las mejoras del ambiente de trabajo mediante la implementación del programa de las 5'S por parte del propio personal de producción del área de Texturizado.
- Aplicación práctica con el personal de texturizado sobre los cambios establecidos para reducir el impacto de los desperdicios.
- Implementación en programas de trabajo del área nuevos sistemas de trabajo desarrollados en base a la aplicación del sistema justo a tiempo sobre los 7 desperdicios clásicos.
- Determinación de stocks mínimos o inventarios de productos para reducir los tiempos de entrega.

## **2.5. EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS**

Para la evaluación práctica de las mejoras implementadas se realizó el seguimiento del ambiente de trabajo, los siete desperdicios clásicos y la reducción del tiempo del ciclo en Texturizado de acuerdo a la siguiente metodología:

- Recopilación de información de las mejoras implementadas del primer trimestre del 2011 y comparar con los datos del 2010 en lo referente al orden y limpieza del área de Texturizado

- Análisis cuantitativo de las mejoras obtenidas con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en lo referente a los 7 desperdicios
- Evaluación cuantitativa de la mejora obtenida en los tiempos de entrega del hilo texturizado y el porcentaje de cumplimiento de los pedidos
- Definición de indicadores o medidas de desempeño del área de Texturizado dividiéndolos en indicadores de proceso, variables y por resultados, de acuerdo a los siguientes parámetros:

#### 1. **Por proceso:**

Los procesos se van a describir a continuación:

- Días de Inventario (sobreproducción), para medir las toneladas en stock, dividido para las toneladas promedio de ventas al año, con una frecuencia mensual
- Posiciones paradas de máquinas (sobreproducción), mide el número total de posiciones paradas en las máquinas texturizadoras, con una frecuencia diaria
- Toneladas de inventario (espera), mide las toneladas existentes en stock en el área de Texturizado para reprocesar, en forma semanal
- Porcentaje de colas de cambio (proceso), mide el porcentaje de cargas trabajadas en Texturizado con el uso de la cola de cambio en forma mensual
- Toneladas para Tintorería (inventarios), mide las toneladas existentes en stock para tinturar en forma mensual
- Restos de Poy (inventarios), mide las toneladas de restos existentes en el área para procesar en Texturizado, con una frecuencia diaria.

#### 2. **Por variables:**

- Porcentaje de orden y limpieza (ambiente de trabajo), valora el cumplimiento de los valores críticos de orden y limpieza con una puntuación sobre un total de 100 puntos, se realizará con una frecuencia semanal, y el responsable de realizar el control se determina al área de Seguridad Industrial.

### 3. Por resultados:

- Calidades y desperdicios (productos defectuosos), mide el porcentaje de la producción que ingresa a la bodega como primera calidad, segundas y desperdicios en forma diaria
  - Días de entrega (tiempo del ciclo), mide los días de demora entre la fecha de pedido del cliente y la fecha de entrega, con una frecuencia semanal
  - Porcentaje de cumplimiento de pedidos (tiempo del ciclo), mide el índice de los pedidos cumplidos a la fecha ofrecida al cliente, en forma semanal.
- 
- Implementación de un sistema de monitoreo permanente de los indicadores con el objeto de dejar establecido un sistema de mejoramiento continuo.

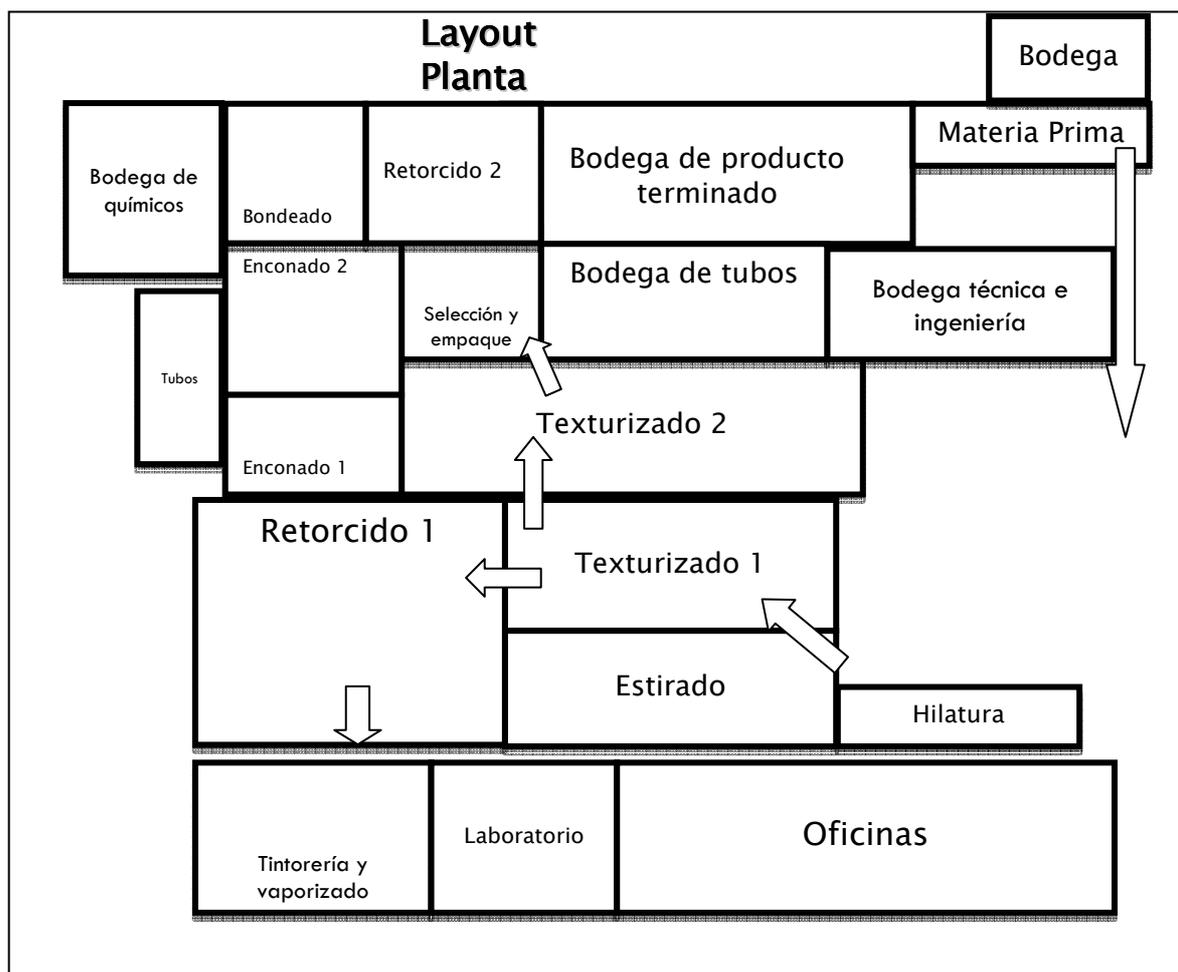
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE TEXTURIZADO

##### 3.1.1. EVALUACIÓN DEL AMBIENTE DE TRABAJO.

En la Figura 10 se presenta un esquema sobre el layout de la planta Enkador, dónde se describe la ubicación de las diferentes áreas de producción, bodegas y oficinas de la empresa.

La presente tesis se enfoca en las áreas de Texturizado, aclarando que se denomina Texturizado 1 a la planta antigua y Texturizado 2 a la planta que se instaló como ampliación en el año 2008.



**Figura 10.** Layout de la Planta

Según Figura 10, el flujo de la producción se inicia con la alimentación desde las bodegas de la materia prima de poliéster (chips), hacia los silos de almacenamiento ubicados en el nivel 18 metros del área de Hilatura, dónde se realiza la transformación de los chips en hilo de filamento continuo de poliéster.

El hilo obtenido en la hilatura se denomina POY, mismo que pasa al siguiente proceso que es el Texturizado, obteniendo unidades de hilo orientado y con volumen, denominado hilo texturizado.

En ésta área se encuentran las máquinas cuya denominación por máquina es con la letra B, teniendo en el Texturizado 1 desde la máquina B3 hasta la máquina B10, y en el Texturizado 2 desde la máquina B11 hasta la máquina B24, considerando que desde la máquina B3 a la B10 se considera máquinas con 216 puestos de trabajo y desde la máquina B11 a la B24 se considera una máquina por cada lado, es decir 108 puestos de trabajo, debido a que en cada lado de máquina se puede trabajar un producto diferente.

Dependiendo del uso y aplicación del hilo texturizado, se puede tener diferentes rutas de producción:

- a) Texturizado – Selección y Empaque
- b) Texturizado – Retorcido
- c) Texturizado – Tintorería

En el área de Texturizado se tiene definidas las áreas de estacionamiento del producto a alimentarse en las máquinas, y de los restos que se generan en el trabajo.

Sin embargo debido a la falta de una cultura y disciplina en el trabajo, no se cumple con tener las áreas ordenadas y limpias.

Existe también el almacenamiento del producto para entrega a un siguiente proceso que es la Tintorería, sin embargo tampoco se guarda un orden y almacenamiento adecuado, según se puede evidenciar en las Figuras 11, 12 y 13, dónde se describe el desorden de los coches, áreas, máquinas y producción en proceso.



**Figura 11.** Coches de transporte y producto en desorden

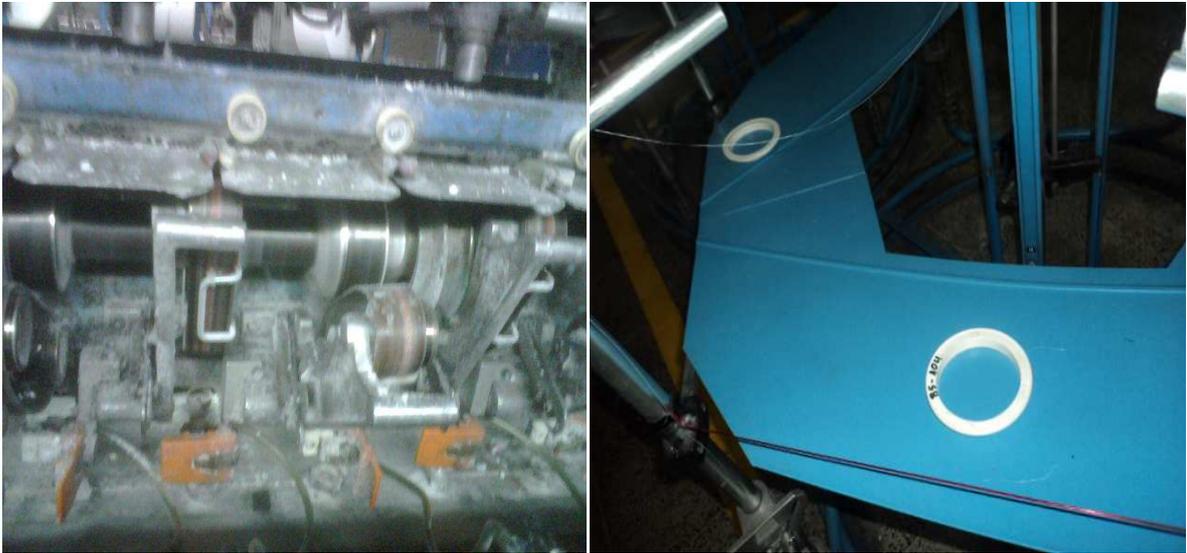


**Figura 12.** Máquinas y producción en desorden



**Figura 13.** Producción almacenada inadecuadamente

De igual manera en las máquinas existe falta de atención del personal tanto en el orden de los elementos como la limpieza de las máquinas, según se evidencia en la Figura 14.



**Figura 14.** Máquina texturizadora sucia

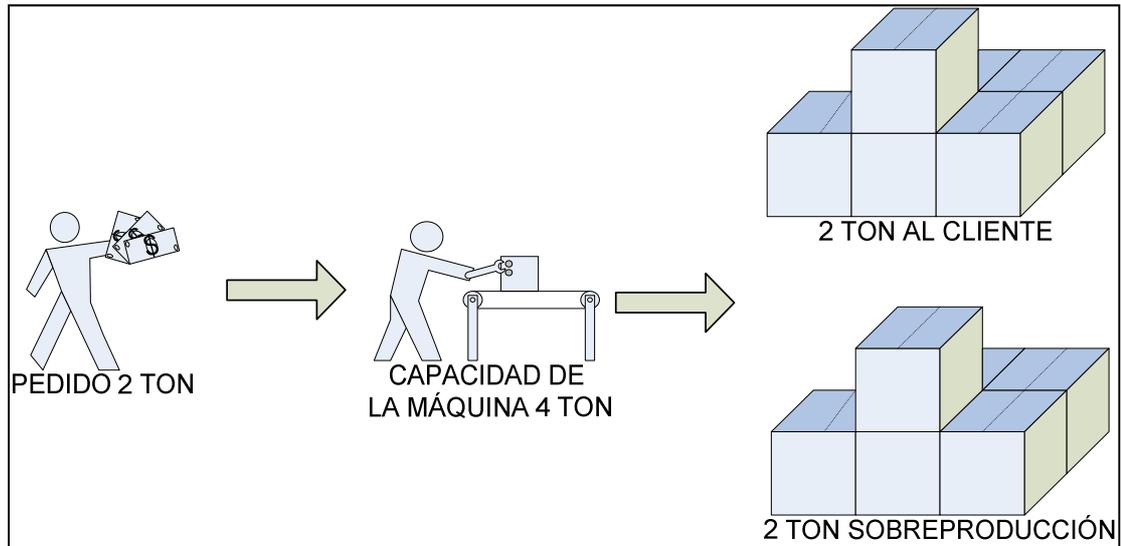
### **3.1.2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DESPERDICIOS**

La situación actual de los siete tipos de desperdicio existentes en el área de texturizado se describe a continuación:

#### **3.1.2.1. Sobreproducción**

- a) Sobreproducción por capacidad de máquinas.- Existe una sobreproducción por el tamaño de la carga en una máquina texturizadora que en promedio y dependiendo del producto es de 4 toneladas, sin embargo existe pedidos de los clientes que no se ajustan al tamaño mínimo de un lote y se sobre produce, generando problemas de inventarios.

Un esquema que ejemplariza la sobreproducción por exceso de capacidad de una máquina texturizadora en comparación con los tamaños de lotes solicitados por los clientes se detalla en la Figura 15.



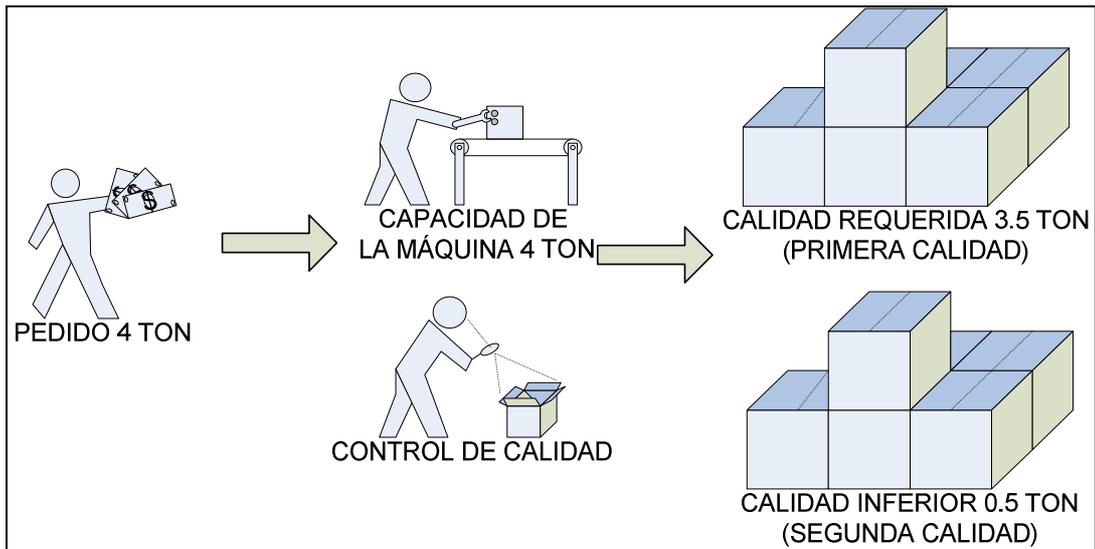
**Figura 15.** Sobreproducción de máquinas texturizadoras

A continuación en la Figura 16, se muestra una sobreproducción existente en el área de texturizado, en espera de su procesamiento.



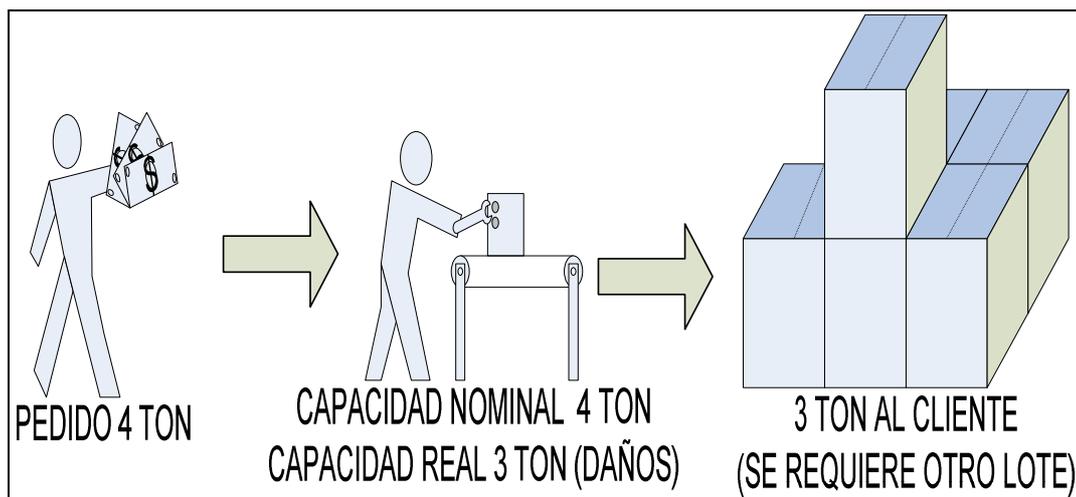
**Figura 16.** Sobreproducción en Texturizado

b) Sobreproducción por generación de segundas calidades.- Existe un alto porcentaje (14,5%) de producción que por defectos del hilo, se degrada a segunda calidad, es decir no cumple con los requisitos del cliente, por lo que se requiere fabricar más producto para completar el pedido del cliente. Un esquema sobre ésta sobreproducción de segundas calidades se detalla en la Figura 17.



**Figura 17.** Sobreproducción para cumplir requerimientos del cliente

- c) Sobreproducción por niveles altos de posiciones paradas en máquinas.- Se genera también una sobreproducción, debido al nivel de posiciones paradas existentes en las máquinas por daños mecánicos o eléctricos, ya que al no completar los kilos requeridos en la carga, es necesario producir más hilo para cumplir con las necesidades de los clientes. En la Figura 18 se realiza un esquema gráfico de una sobreproducción que se genera por tener puestos parados en las máquinas.



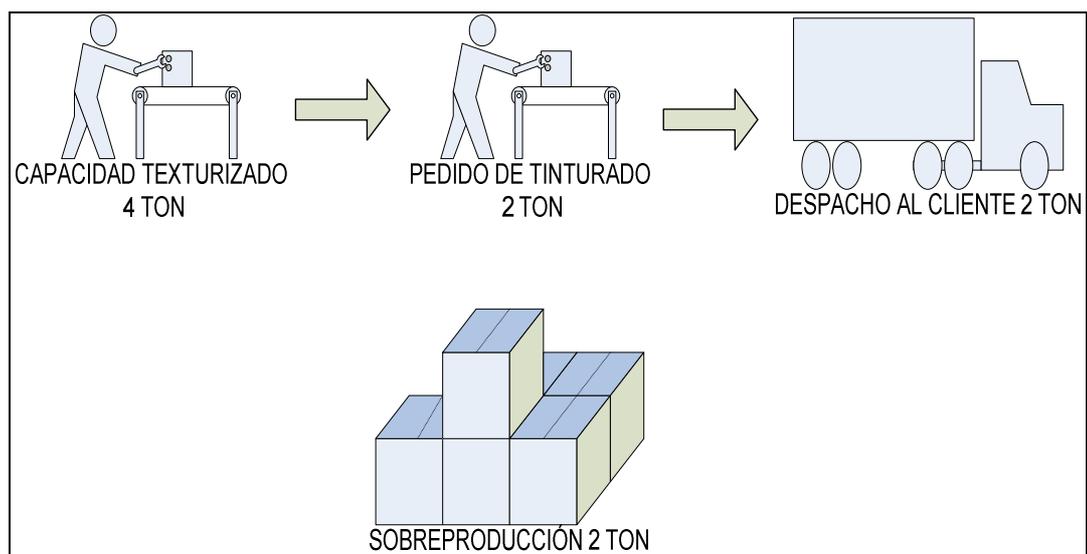
**Figura 18.** Sobreproducción por disminución de la capacidad nominal

En la Figura 19 se muestra una máquina con exceso de puestos parados por problemas de daños mecánicos y falta de atención del operador de la máquina.



**Figura 19.** Máquinas con exceso de posiciones suspendidas por daños

- d) Sobreproducción del hilo texturizado que alimenta a Tintorería.- Por último existe una sobreproducción hacia el proceso de tintorería, ya que los pedidos del hilo color no se ajustan a la producción de una carga de la máquina texturizadora, produciendo por lo general mayor producción que la que se necesita en el proceso de tintura para cumplir los pedidos de los clientes. En la Figura 20 se muestra un esquema de una sobreproducción causada porque el pedido del cliente no se ajustó al lote de producción de la máquina.



**Figura 20.** Flujo de sobreproducción para tintorería

En la Figura 21 se muestra un exceso de producción del hilo para Tintorería.



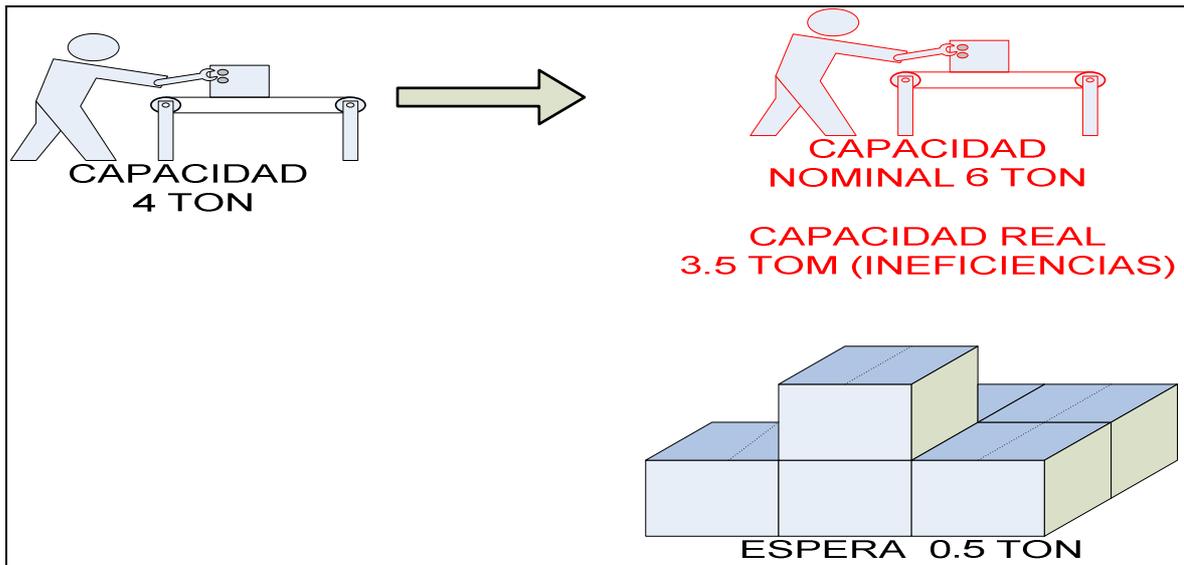
**Figura 21.** Sobreproducción del hilo texturizado

### 3.1.2.2. Espera

El principal problema del producto en espera, es el que sufre el producto a ser alimentado en las máquinas texturizadoras. El Poy para ser procesado en el texturizado debe cumplir con un tiempo mínimo de estacionamiento de 4 horas para que el avivaje presente en el hilo se estabilice, sin embargo existe producto que pasa más de ese tiempo de estacionamiento debido a que no existe la suficiente productividad de las máquinas texturizadoras.

La capacidad de la hilatura para alimentar a texturizado es de 490 toneladas por mes (16,3 toneladas/día) y la capacidad de procesamiento del estirado y texturizado es de 600 toneladas por mes (20 toneladas/día), sin embargo no se cumple por propias ineficiencias del área, por falta de cumplimiento a los programas de trabajo, por exceso de posiciones dañadas o paros de máquinas por daños mecánicos, eléctricos o energía.

En la Figura 22 se muestra un esquema sobre la capacidad teórica alimentada y la capacidad nominal existente en texturizado, más sin embargo se genera un exceso de producción en espera debido a las ineficiencias propias del área de Texturizado, lo cual genera un alto inventario de producto en proceso en espera de su procesamiento.



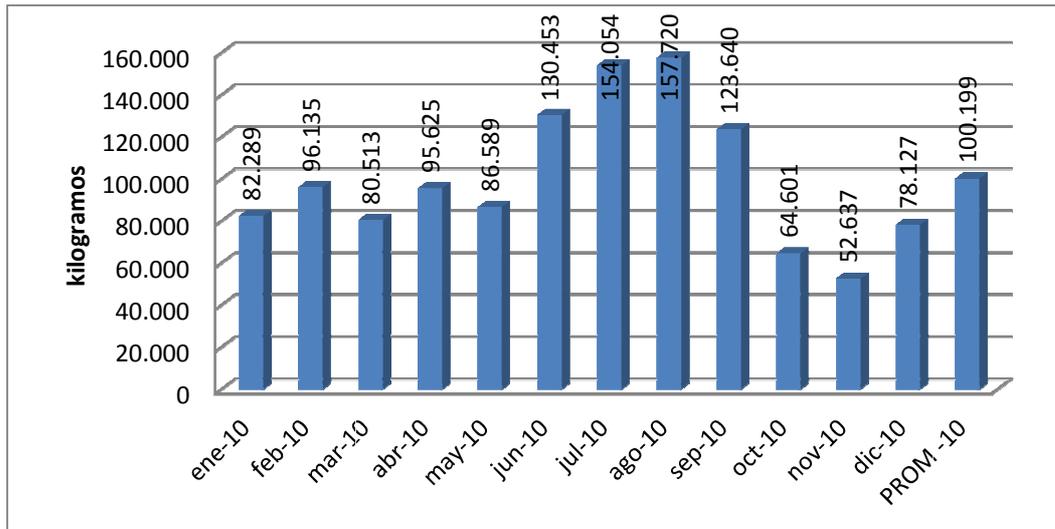
**Figura 22.** Esperas por ineficiencia de máquinas

En la Figura 23 se muestra el exceso de producto Poy en espera de su proceso en las máquinas texturizadoras.



**Figura 23.** Producto POY en espera para ser procesado en Texturizado

En la Figura 24 se muestra el stock promedio en kilogramos por mes del producto POY para trabajar en Texturizado, mismo que debe ser mínimo, es decir sólo lo requerido para cargar en las máquinas, ya que la capacidad existente en las máquinas texturizadoras, sobrepasa a la capacidad de entrega de hilo desde la hilatura.



**Figura 24.** Promedio mensual del stock de hilo Poy para Texturizado

### 3.1.2.3. Transporte

Los coches de transporte utilizados para trasladar el producto tanto el hilo poy de hilatura, como el hilo texturizado no son adecuados ni eficientes.

El coche de transporte utilizado en el hilo de embobinado POY para almacenar las bobinas de alimentación para el texturizado, actualmente dispone de 12 púas para colocar las bobinas, sin embargo existe pérdidas de espacio y capacidad en los mismos, según se demuestra en la Figura 25.



**Figura 25.** Coches de transporte de POY con 12 púas.

Con respecto al coche utilizado para descargar las unidades de las máquinas texturizadoras, se usan unos coches con 18 púas por lado, y colocan 2 unidades en cada púa, para un total de 72 unidades por coche, según se indica en la Figura 26. Se realizará el análisis para colocar una unidad en cada púa, mejorando la manipulación y el transporte.



**Figura 26.** Coches de transporte de hilo texturizado

La situación actual de los coches de transporte de cada una de las áreas de producción en lo referente a la capacidad de almacenamiento y cantidad existente, se indica en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Stock de coches de transporte en Planta 1

ÁREA	COLOR	NÚMERO DE PUAS	NÚMERO DE UNIDADES	CANTIDAD
EMBOBINADO	NARANJA	12	12	300
TEXT 1	AZUL FRANCES	36	72	210
TEXT 2	AZUL FRANCES	72	72	48
TEXT FK (TIN)	AZUL FRANCES	72	72	36

El producto que alimenta al retorcido es trasladado hacia las áreas de estacionamiento existentes en dicha área y el producto que se alimenta para tintorería, se almacena en la propia área de texturizado, para que el personal de tintorería que requiera el producto, transporte hacia su área respectiva.

Los coches de transporte que se usan como estacionamiento del hilo para Tintorería son de igual manera del tipo normal de texturizado, es decir de 72 posiciones, por lo cual también son inadecuados para su transporte y almacenamiento, ya que de todas las máquinas texturizadoras se obtienen 108 o 216 unidades en cada muda o descarga.

#### **3.1.2.4. Proceso**

Dentro del proceso productivo de texturizado, se menciona todas las actividades para la preparación y alistamiento de una máquina para la transformación del hilo Poy de Hilatura a un hilo texturizado de acuerdo a las características que requiera el cliente.

Las principales actividades de un proceso de texturización son:

- Limpieza y carga de máquina
- Enhebrado y ensarte del hilo poy por todos los elementos de la máquina texturizadora
- Arranque de máquina
- Controles de proceso y calidad
- Descargar unidades luego de completar el tiempo de formación (muda) y volver a ensartar para iniciar un nuevo paquete
- Pesaje de la producción
- Control de afinidad
- Empaque de la producción

En la Figura 27 se grafica un diagrama de proceso, dónde se describe con más detalle, las actividades, distancias recorridas y tiempos que se realizan en la producción de una máquina texturizadora.

Método actual		Método propuesto		<b>DIAGRAMA DE PROCESO</b>			
Operario: TEX		Tiempo Estándar: 659 min Tiempo Real:				LISTADO DE ACTIVIDADES EN TEXTURIZADO	
				Diagrama N° 1			
DEPARTAMENTO: PRODUCCIÓN			ÁREA: TEXTURIZADO 1 Y 2				
AUTOR: OSWALDO GUZMAN				Hoja N° 1			
Distancia metros	Tiempo minutos	Símbolos del Diagrama					ACTIVIDADES
		●	→	■	□	▽	
216	60	●	→	□	□	▽	1 Limpieza de máquinas (entre 4 operadores)
189	30	●	→	□	□	▽	2 Cargar bobinas POY en las filetas de máquinas
54	30	●	→	□	□	▽	3 Enhebrar y ensartar posicionalmente toda la máquina
54	120	●	→	□	□	▽	4 Arranque de máquina (216 posiciones)/ 2 operadores cada 12 posiciones
54	30	○	→	■	□	▽	5 Control posicional de ensartes luego de arranque
54	30	●	→	□	□	▽	6 Reparación de roturas de arranque
54	30	○	→	■	□	▽	7 Control posicional de defectos físicos con estroboscopio
54	120	●	→	□	□	▽	8 Mudar máquina posición por posición una vez completado el tiempo de formación.
54	20	●	→	□	□	▽	9 Devanado manual de las unidades (20 metros)
27	15	○	→	■	□	▽	10 Control de nudos y separación de unidades defectuosas de OLT.
35	10	○	→	□	□	▽	11 Pesar coches de transporte y trasladar al área de Laboratorio de calificación, para su control de afinidad.
65	60	●	→	□	□	▽	12 Control de afinidad y segregación de posiciones defectuosas
30	104	●	→	□	□	▽	13 Empaque de la producción
940	659	○	→	□	□	▽	<b>TOTAL</b>
Resumen							
		Descrip.	Símbolo	Cant.	dist. (m)	T(min)	
		Operación	●	9	770	574	
		Transporte	→	1	35	10	
		Inspección	■	3	135	75	
		Demora	□				
		Almacena	▽				
		Total		13	940	659	

Figura 27. Diagrama de actividades de una máquina texturizadora

Todas las actividades antes descritas se realizan con determinada frecuencia, dependiendo del tiempo de formación y el peso de la bobina de alimentación que tiene cada producto, en la Tabla 6 se adjunta los tiempos de formación por muda y carga o tiempo total de fabricación de cada uno de los productos fabricados.

**Tabla 6.** Tiempos de formación de los hilos texturizados por máquina

MÁQUINA	PRODUCTO	PESO (kg)	TIEMPO FORMACIÓN (min)	No. MUDAS	TIEMPO TOTAL (horas)
B10A	PES 167F36 SB TRI TP	20,8	258	9	38,7
B10B	PES 150F48 SM RD COMP	21,5	430	5	35,8
B11	NYLON 156F48 SM RD S/Z	20,0	349	7	40,7
B12	NYLON 156F48 SM RD S/Z	20,0	244	10	40,7
B13	PES 82F36 SB TRI TP	20,1	363	15	90,8
B17	PES 150F48 SM RD	21,5	352	5	29,3
B18	PES MASA 150F48 SM RD COMP	11,4	418	3	20,9
B21	PES 150F144 SM RD COMP	19,6	493	4	32,9
B22	PES 110F36 SM RD INTAV	20,8	555	5	46,3
B23	PES 300F96 SM RD	21,5	152	14	35,5
B24	PES MASA 300F96 SM RD COMP	11,4	256	5	21,3
B5	PES 110F36 SM RD INTAV	20,8	795	5	66,3
B6	PES 110F36 SM RD INTAV	20,8	797	5	66,4
B7	PES 82F108 SM RD TAN	19,2	892	5	74,3
B8	PES 300F96 SM RD COMP S/Z	21,5	209	10	34,8
B9	PES 150F48 SM RD INTAV	21,5	483	5	40,3

La actividad más relevante dentro del proceso de texturizado es la limpieza, carga y arranque de una máquina, la misma que es realizada con 4 operadores durante el tiempo de 240 minutos.

En la Figura 28 se describe el diagrama con las principales actividades del proceso de limpieza, carga y arranque de una máquina texturizadora.

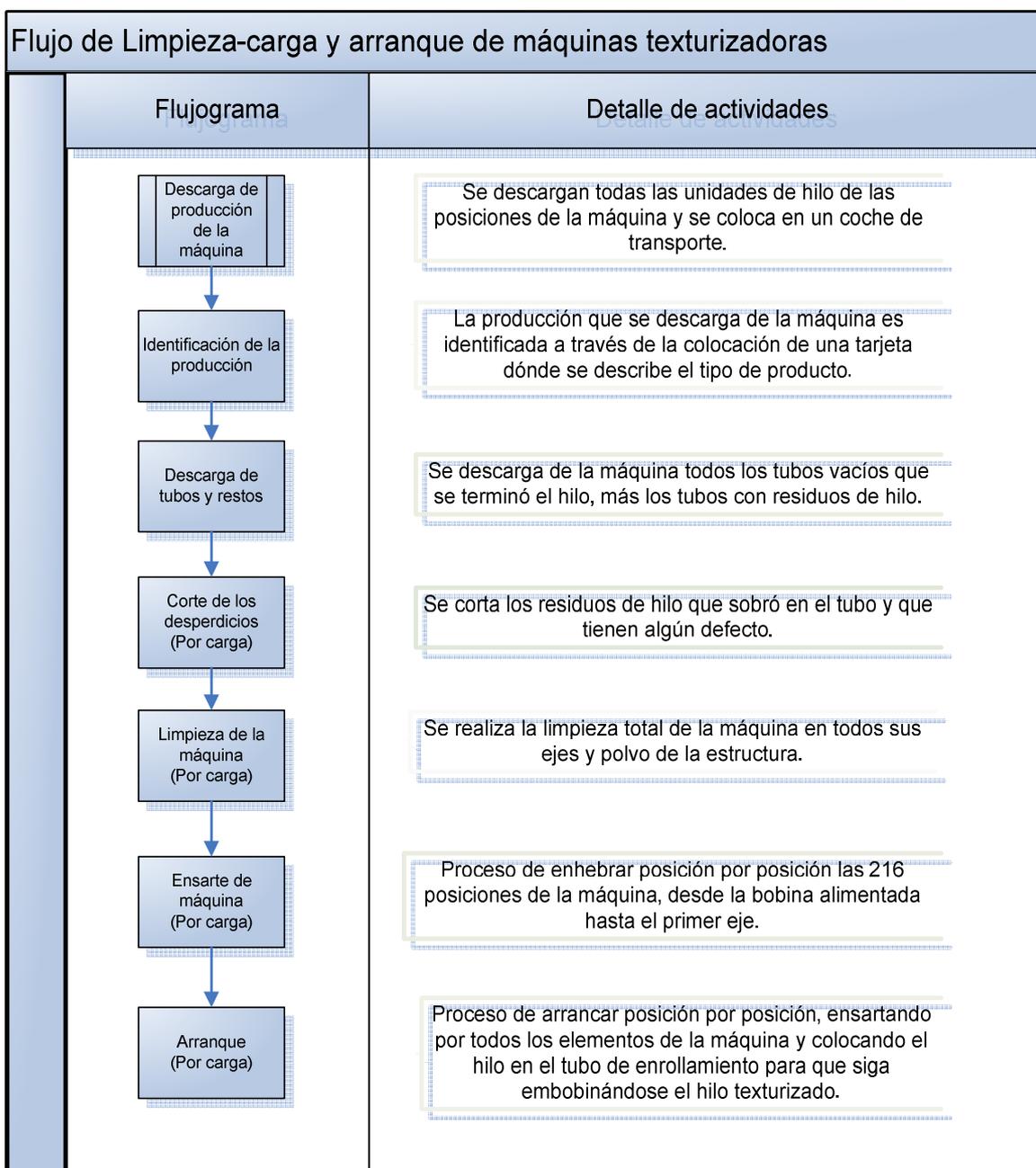
Distancia metros	Tiempo minutos	Símbolos del Diagrama				N°	ACTIVIDADES
							
54	15						1 Descarga producción de máquina y coloca en coches de transporte
15	5						2 Identifica la producción en tarjetas de transporte.
54	10						3 Descarga restos de POY y tubos vacíos
15	10						4 Cortan desperdicios de sobrante de hilo
108	30						5 Limpieza de ejes V1, V2, V3 y V4 de la máquina.
27	10						6 Limpieza de agregados y aspirado de oligómeros de bandejas
54	30						7 Carga de bobinas POY y enhebrado de máquina
54	10						8 Selecciona tubos vacíos, coloca etiquetas y carga en máquina.
54	120						9 Arranque de máquina entre 4 operarios
435	240						<b>TOTAL</b>

Resumen				
Descrip.	Símbolo	Cant.	dist. (m)	T(min)
Operación		8	381	225
Transporte		1	54	15
Inspección		0		
Demora		0		
Almacena		0		
Total		9	435	240

**Figura 28.** Diagrama de actividades de una máquina texturizadora

Estos procesos están estandarizados, sin embargo se puede eliminar los procesos de limpieza de máquina, enhebrado de los hilos y arranque de máquina, trabajando con un sistema de anudado de la cola de transferencia entre una bobina y otra, pudiendo trabajar una máquina 30 días continuos sin parar, con lo que se aumenta la productividad de las máquinas. En la Figura 29 se realiza una descripción de las actividades principales en una limpieza y arranque de una máquina texturizadora.



**Figura 29.** Esquema del proceso de carga y arranque de texturizado

En las Tablas 7 y 8, se muestran los tiempos en que una máquina texturizadora está parada al final de una carga, esperando iniciar otra. Este tiempo de paro se ocasiona por tener que preparar nuevamente la carga y volver arrancar la misma de acuerdo a la disponibilidad del personal y prioridades de clientes. Estos son los tiempos muertos que afectan a la productividad y eficiencia del área de Texturizado.

## TEXTURIZADO 1

**Tabla 7.** Horas de paros de máquinas entre fin de carga y arranque

MES	B10A	B10B	B5	B6	B7	B8	B9
<b>JULIO</b>	7h	7h	9h	3h	4h	8h	8h
<b>AGOS.</b>	7h	9h	7h	5h	11h	10h	9h
<b>SEPT.</b>	5h	3h	7h	11h	10h	8h	8h
<b>OCT.</b>	7h	4h	4h	4h	5h	6h	4h
<b>NOV.</b>	9h	13h	3h	8h	4h	9h	6h
<b>DIC.</b>	10h	3h	9h	9h	6h	5h	7h
<b>PROM.</b>	8h	7h	6h	7h	7h	7h	7h

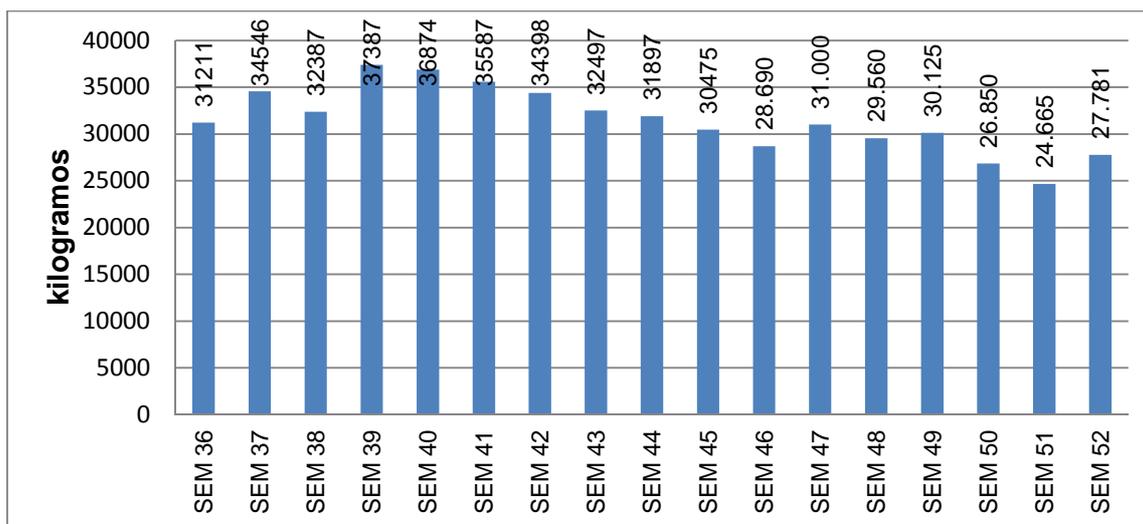
## TEXTURIZADO 2

**Tabla 8.** Horas de paros de máquinas entre fin de carga y arranque

MES	B11	B12	B13	B17	B18	B21	B22	B23	B24
<b>JULIO</b>	5h	8h	8h	4h	9h	7h	4h	7h	6h
<b>AGOS.</b>	7h	5h	7h	1h	4h	10h	10h	5h	4h
<b>SEPT.</b>	9h	7h	10h	2h	5h	8h	7h	6h	6h
<b>OCT.</b>	6h	8h	9h	6h	7h	5h	5h	9h	7h
<b>NOV.</b>	9h	8h	5h	6h	8h	4h	7h	6h	5h
<b>DIC.</b>	7h	9h	5h	2h	2h	4h	8h	2h	6h
<b>PROM.</b>	7h	8h	7h	3h	6h	6h	7h	6h	6h

### 3.1.2.5. Inventarios

En lo referente a Inventarios, el análisis se centra en la producción en proceso del producto para tintorería y el producto sobrante de restos que se acumula al final de todas las cargas de texturizado. El inventario semanal de la producción en kilogramos del área de texturizado para tinturar se indica en la Figura 30.



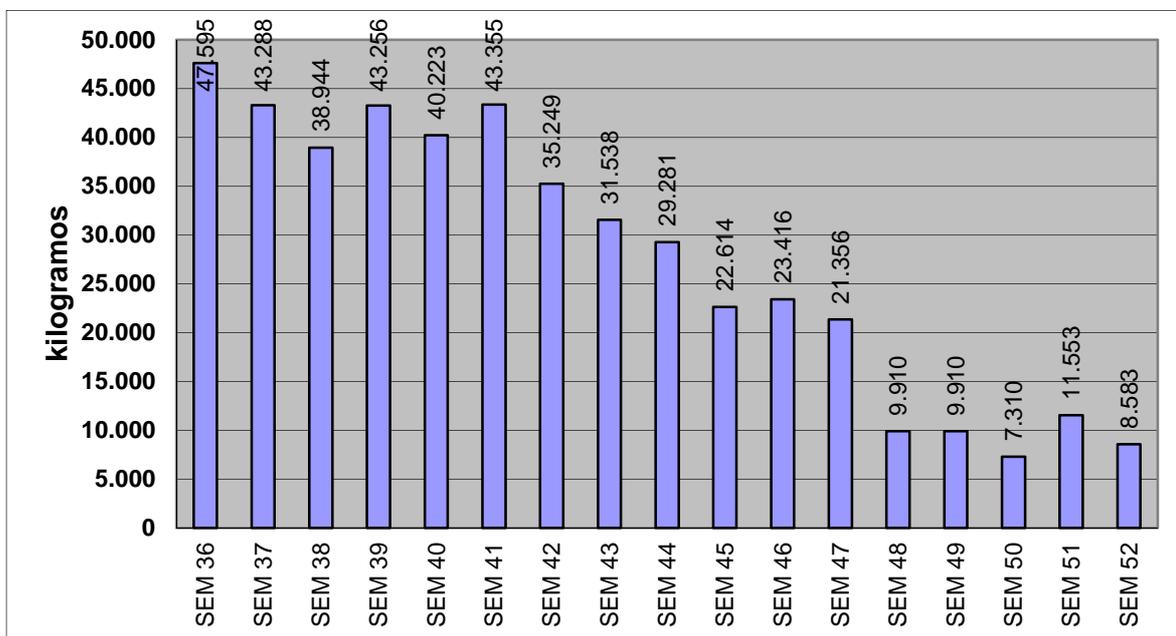
**Figura 30.** Inventario semanal del producto para Tintorería

Los restos que se genera al final de la carga de las máquinas texturizadoras generan una mala imagen en el área y posibilidades de mezclas, según se muestra en la Figura 31 sobre restos de hilo Poy e hilo para Tintorería.



**Figura 31.** Almacenamiento de restos e hilo para Tintorería

El resumen semanal de los restos de Poyen kilogramos, existentes en el área de Texturizado se adjunta en la Figura 32.



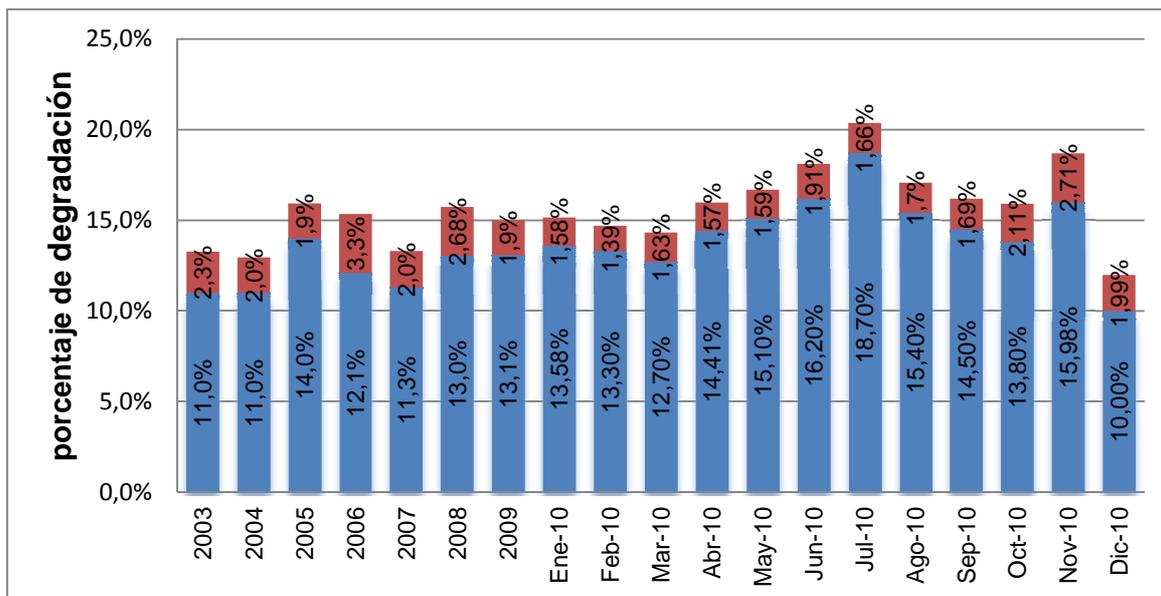
**Figura 32.** Inventario semanal de restos de POY en áreas

### 3.1.2.6. Movimiento

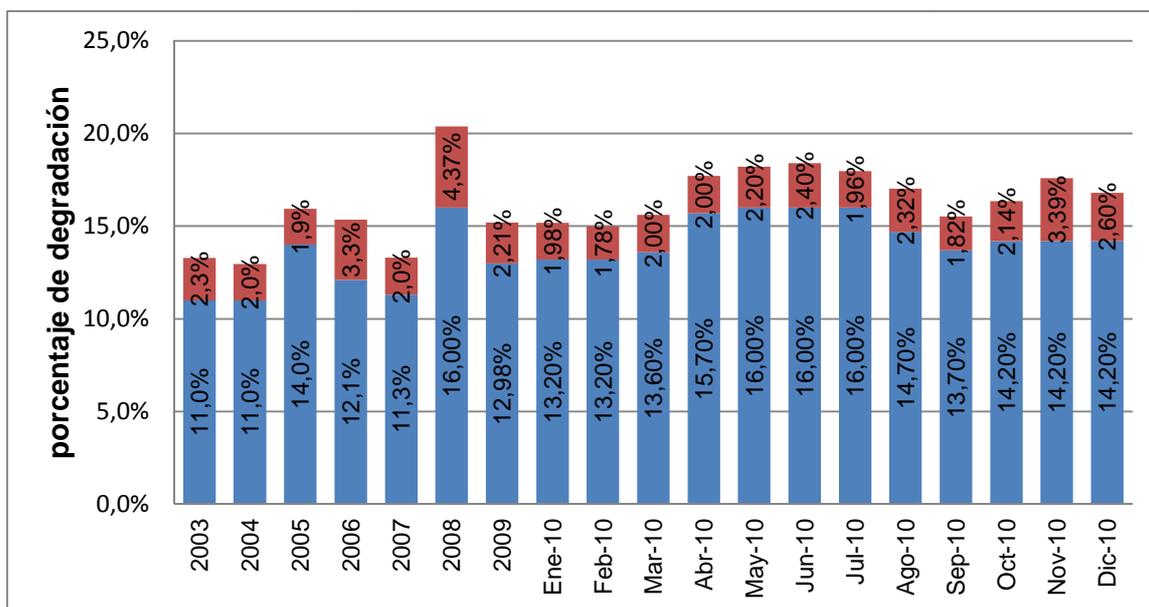
La secuencia de movimientos que realiza un operador en su máquina está descrito en el diagrama de proceso de actividades del texturizado de Figura 28, dónde se puede ver que el mayor tiempo que pierde un operador en su proceso, es el de limpiar, enhebrar y arrancar una máquina, actividades que demandan de 4 personas en una máquina de 216 posiciones en el tiempo promedio de 4 horas en cada fin de carga. Estos movimientos se eliminan al implementar el sistema de trabajo continuo con cola de transferencia y le da continuidad al proceso.

### 3.1.2.7. Productos defectuosos

Producto defectuoso se considera el hilo que se degrada a segundas calidades y los desperdicios producidos en el proceso. En la Figura 33 se adjunta los porcentajes de segundas y desperdicios del proceso de Texturizado 1, y en la Figura 34 del Texturizado 2, desde el año 2003 y los datos mensuales del 2010.



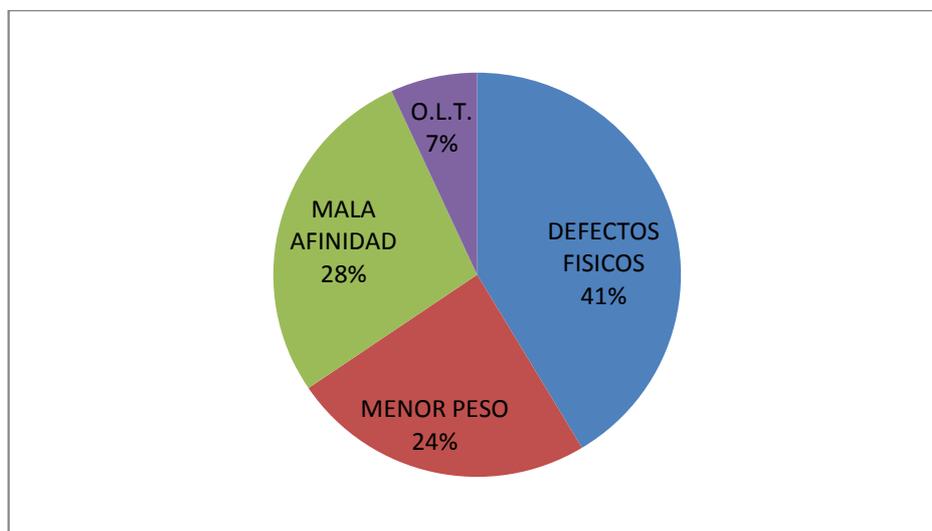
**Figura 33.** Porcentaje de producto defectuoso del Texturizado 1



**Figura 34.** Porcentaje de producto defectuoso del Texturizado 2

Las causas más relevantes de la generación de productos defectuosos o segundas calidades en los hilos texturizados se adjunta en la Figura 35, dónde se considera defectos físicos a todas las unidades con problemas de manchas, filamentos rotos, motas, etc., menor peso cuando no cumple el estándar requerido de primera calidad, mala afinidad a todas las unidades que al teñirse

dan diferente tonalidad y OLT a las posiciones que en la máquina texturizadora presentó diferencias de tensión.



**Figura 35.** Causas principales de productos defectuosos en Texturizado

Los porcentajes de incidencia de los productos defectuosos en comparación al total de la producción se detallan en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Porcentajes de incidencia de productos defectuosos

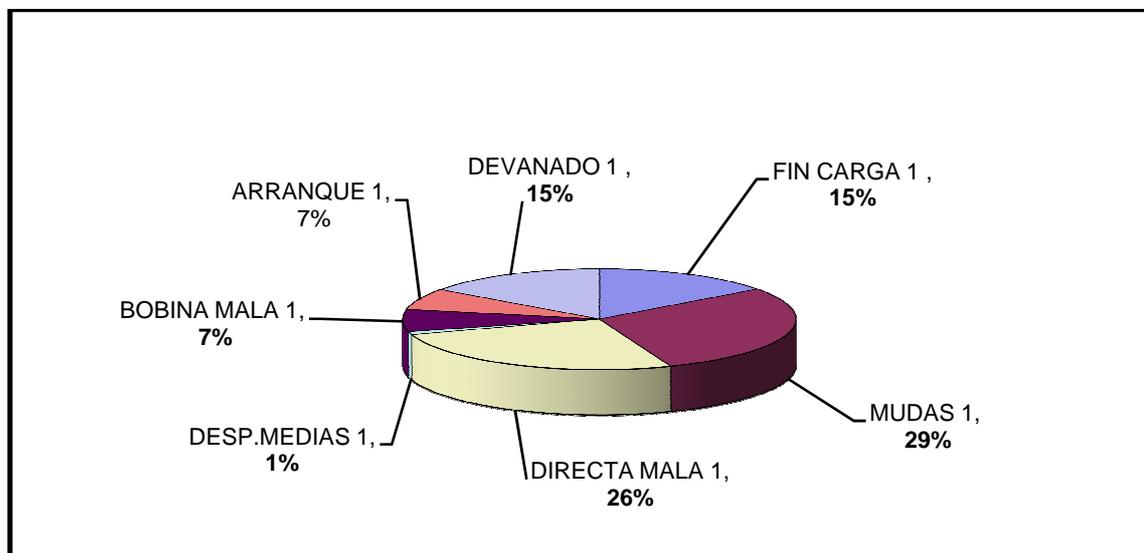
CAUSAS DEL PRODUCTO DEFECTUOSO	%
• Unidades con menor peso que no entran en estándares de primera calidad, por problemas de roturas	3,5
• Unidades con mala afinidad tintórea	4,0
• Unidades con defectos de O.L.T.	1,0
• Unidades con defectos físicos como manchas de grasa, manipulación, filamentos rotos, motas e hilos cruzados	6,0

El promedio de producto defectuoso en el 2010 tanto del Texturizado 1 como del Texturizado 2 fue del 14,5%. En la Figura 36 se describen unidades con productos defectuosos por manchas, malas formaciones y menor peso o cortas que se tienen como producto en proceso.



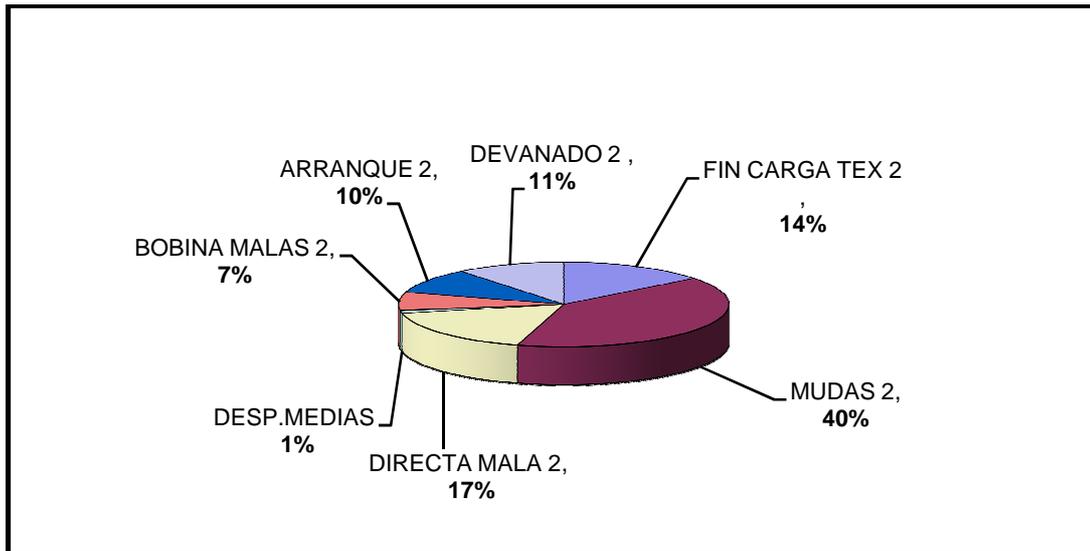
**Figura 36.** Producto defectuoso con manchas y cortas del Texturizado

Las causas de los desperdicios del Texturizado 1, se detalla en el diagrama de pastel de la Figura 37, siendo el desperdicio que se produce al mudar (cambiar la unidad completa por un tubo vacío, dónde se embobina el hilo) y el corte de las directas o unidades malas, como los mayores causantes del desperdicio.



**Figura 37.** Causas de los desperdicios en el Texturizado 1

En el Texturizado 2, las causas del mayor desperdicio siguen siendo las mismas del Texturizado 1, sin embargo existe una mayor incidencia en el desperdicio causado por las mudas de las máquinas, según se indica en el diagrama de pastel de la Figura 38.



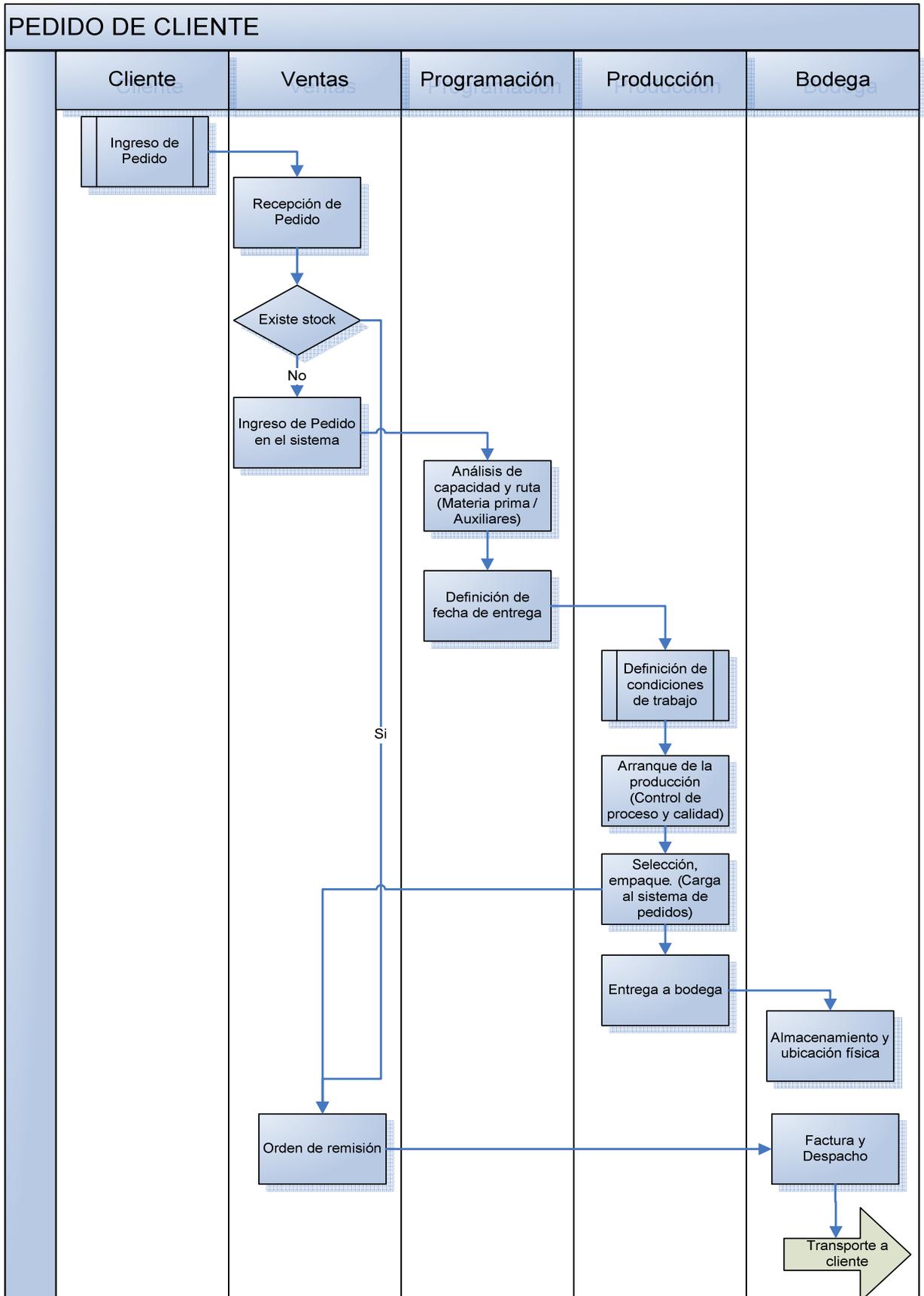
**Figura 38.** Causas de los desperdicios en el Texturizado 2

### 3.1.3. EVALUACIÓN DE LOS TIEMPOS DE CICLO

Para la evaluación de los tiempos de ciclo, es importante conocer en primer lugar las áreas involucradas en la generación y cumplimiento de un pedido, las mismas que se detallan a continuación:

- **Cliente:** Coloca un pedido de producto, por tipo y cantidad requerida en kilogramos
- **Ventas:** Ingresa el pedido por producto y kilogramos en el sistema de pedidos por cliente
- **Programación de la producción:** Analiza capacidades de producción y define fechas de entrega del producto, de acuerdo a compromisos previos con otros clientes y disponibilidad de materias primas, insumos, máquinas y rutas de producción
- **Producción:** Realiza la fabricación del producto requerido de acuerdo a los requisitos y requerimientos del cliente, cantidad solicitada y en la fecha acordada para entrega
- **Bodega:** Realiza la recepción del producto fabricado, almacenamiento y posterior preparación del pedido para su despacho al cliente.

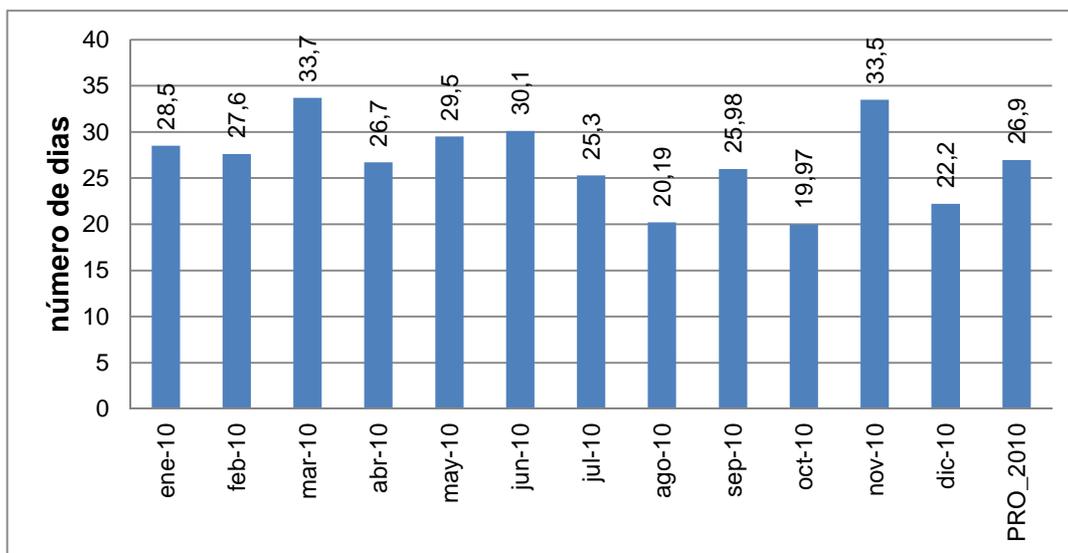
En la Figura 39 se realiza una descripción del flujo que sigue un pedido de cliente.



**Figura 39.** Diagrama de flujo de un pedido

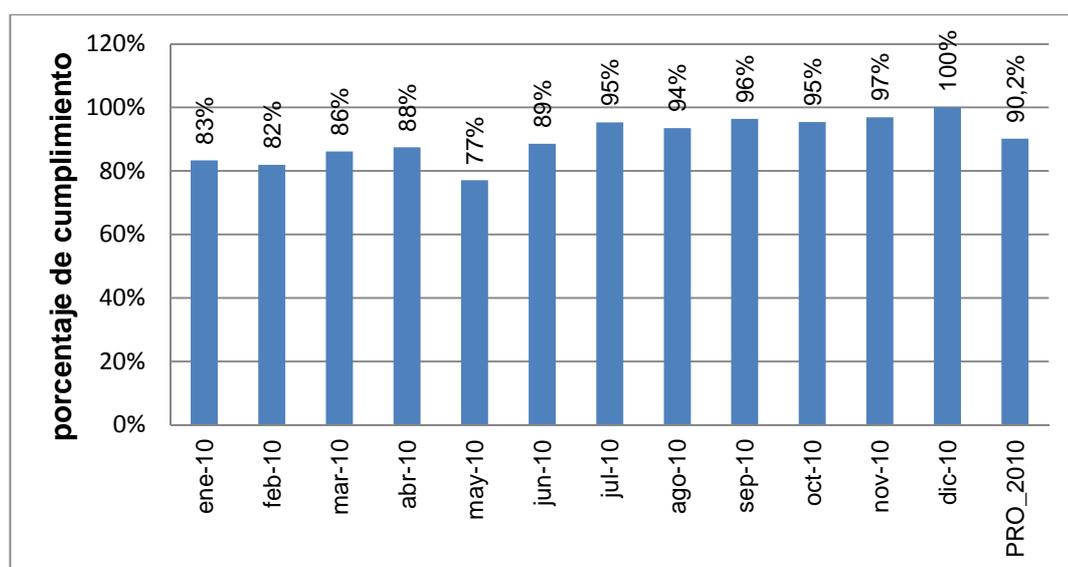
En el ámbito mundial, los tiempos de entrega que espera un cliente para completar un pedido de un hilo texturizado, promedian 15 días y para las importaciones 40 días por el tiempo de tránsito que tiene la mercadería.

En la Figura 40 se adjunta un análisis de los tiempos de entrega del hilo a los clientes en el año 2010, donde el promedio estuvo en 26,9 días.



**Figura 40.** Promedio de días de entrega de pedidos de hilo Texturizado año 2010

En la Figura 41 se indica el porcentaje de cumplimiento de pedidos en el 2010 en el que muestra un cumplimiento promedio del 90,2%.



**Figura 41.** Evaluación mensual del porcentaje de cumplimiento de pedidos

## 3.2. DISEÑO DE UN NUEVO ESQUEMA DE TRABAJO APLICANDO LEAN MANUFACTURING

A continuación se establece un esquema de trabajo con el objetivo de mejorar la situación actual de la empresa, aplicando los conceptos de Lean Manufacturing.

### 3.2.1. MEJORA DEL AMBIENTE DE TRABAJO

Se establece el siguiente plan de actividades para la mejora del ambiente de trabajo en lo concerniente al orden y limpieza del área de Texturizado.

- a. Capacitación del personal de Texturizado sobre las 5 “S” con el tema “Las cinco claves para mejorar mi ambiente de trabajo”, dictado por el Jefe de Seguridad Industrial de la empresa.

En la Tabla 10 se especifica el calendario cumplido en la capacitación.

**Tabla 10.** Fechas de capacitación de las 5”S”

GRUPO	FECHA
GRUPO No.1	4/5 de Octubre del 2010
GRUPO No.2	19/20 de Octubre del 2010
GRUPO No.3	11/12 de Octubre del 2010
GRUPO No.4	26/27 de Octubre del 2010

- b. Diseño de hojas de Check List, sobre los puntos más importantes a controlar en el Texturizado 1 según Tabla 11 y en el Texturizado 2 según Tabla 12.

Estas listas de chequeo tendrán un puntaje total de valoración con las cuales se calificará el orden y limpieza del área y la frecuencia de control será semanal.

**Tabla 11.** Lista de chequeo de orden y limpieza del Texturizado 1

Su seguridad es nuestra prioridad!				
		<b>RESPONSABLE:</b> <span style="background-color: orange; color: black; display: inline-block; width: 150px; height: 20px;"></span>		
LISTA DE CHEQUEO "SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA"				
<b>AREA:</b> <u>TEXTURIZADO 1</u>				
<b>Fecha Inspección:</b> <input type="text"/>		<b>Fecha Próxima Inspección:</b> <input type="text"/>		
<b>Inspección realizada por:</b> <input type="text"/>		<b>Cargo:</b> <input type="text"/>		
ITEM	CONDICION	CUMPLE	NO CUMPLE	VALORACION
1	SITIO DE ESTACIONAMIENTO COCHES CREEL EN ORDEN			10
2	ENTRE PUAS DE COCHES CREEL FK Y SZ NO COLOCAR PRODUCTO			10
3	ESTIBADO DE RESTOS EN ORDEN, NO MEZCLADO			5
4	MAQUINAS LIMPIAS, BANDEJAS SIN ELEMENTOS Y SIN REGUEROS DE AVIVAJE			10
5	FILETAS SIN DISCOS EN EL PISO, REPUESTOS, ETC			5
6	DENTRO DE PANELES SIN ESCOBAS, REPUESTOS, FUNDAS, ETC			5
7	COCHES EN SU SITIO DE ESTACIONAMIENTO			5
8	NO COCHES Y ESTIBAS ENTRE LAS MAQUINAS			10
9	SITIOS DE RECOLECCION DE TUBOS Y DESPERDICIO LIMPIO Y EN ORDEN			5
10	SITIO DE ESTACIONAMIENTO DE JAULAS EN ORDEN Y LIMPIO			10
11	RECOLECCION DE PUNTAS DE HILO EN EL COCHE			5
12	EXTINTORES Y PULSADORES EN ORDEN Y LIMPIO			10
13	UTILIZACION DE EPP			10
		<b>TOTAL</b>		<b>100</b>
<b>OBSERVACIONES:</b> <hr/> <hr/> <hr/>				
<hr/> Firma Revisión				

Tabla 12. Lista de chequeo de orden y limpieza del Texturizado 2

Su seguridad es nuestra prioridad!



**RESPONSABLE:**

**LISTA DE CHEQUEO "SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA"**

**AREA:** TEXTURIZADO 2

<b>Fecha Inspección:</b>	<b>Fecha Próxima Inspección:</b>
<b>Inspección realizada por:</b>	<b>Cargo:</b>

ITEM	CONDICION	CUMPLE	NO CUMPLE	VALORACION
1	ENTRE PUAS DE COCHES CREEL FK Y SZ NO COLOCAR PRODUCTO			10
2	ESTIBADO DE RESTOS EN ORDEN, NO MEZCLADO			5
3	MAQUINAS LIMPIAS, BANDEJAS SIN ELEMENTOS Y SIN REGUEROS DE AVIVAJE			10
4	FILETAS SIN DISCOS EN EL PISO, REPUESTOS, ETC			5
5	DENTRO DE PANELES SIN ESCOBAS, REPUESTOS, FUNDAS, ETC			5
6	COCHES EN SU SITIO DE ESTACIONAMIENTO			5
7	NO COCHES Y ESTIBAS ENTRE LAS MAQUINAS			15
8	SITIO DE ESTACIONAMIENTO DE JAULAS EN ORDEN Y LIMPIO			20
9	RECOLECCION DE PUNTAS DE HILO EN EL COCHE			5
10	EXTINTORES Y PULSADORES EN ORDEN Y LIMPIO			10
11	UTILIZACION DE EPP			10
<b>TOTAL</b>				<b>100</b>

**OBSERVACIONES:**

---



---



---

\_\_\_\_\_  
Firma Revisión

- c. Responsabilidades.- Se define al Jefe de grupo como responsable por cada área de la seguridad, orden y limpieza, y mantener un control y disciplina.

En la Tabla 13, se designa al Jefe de Seguridad Industrial como encargado de realizar las auditorías y calificar de acuerdo a las listas de chequeo de las diferentes áreas.

**Tabla 13.** Responsabilidades de programa de la 5'S

AREA DE RESPONSABILIDAD	RESPONSABLE DEL ORDEN Y LIMPIEZA	FRECUENCIA DE CONTROL
HILATURA	Jefe de área	Una vez por turno
TEXTURIZADO 1	Jefe de grupo	Una vez por turno
TEXTURIZADO 2	Jefe de grupo	Una vez por turno

- d. Auditorías de control.- Una vez por semana el Jefe de Seguridad Industrial realiza auditorías con fotos para su calificación y difusión al personal.

### **3.2.2. DISMINUCIÓN DE LOS DESPERDICIOS**

Se define el sistema de mejora de los 7 desperdicios clásicos según una de las herramientas de Lean Manufacturing, llamada "justo a tiempo" y se establecen las siguientes acciones por tipo de desperdicio.

#### **3.2.2.1. Sobreproducción**

- a. Sobreproducción por capacidades de máquina.- Se realiza una definición de capacidades por máquina y producto, para su difusión a Ventas de manera de comercializar la carga total de una máquina. En la Tabla 14 se muestran los tiempos de formación de una muda por producto, los tiempos de formación de una carga completa y la producción máxima por mes trabajando una máquina en forma continua.

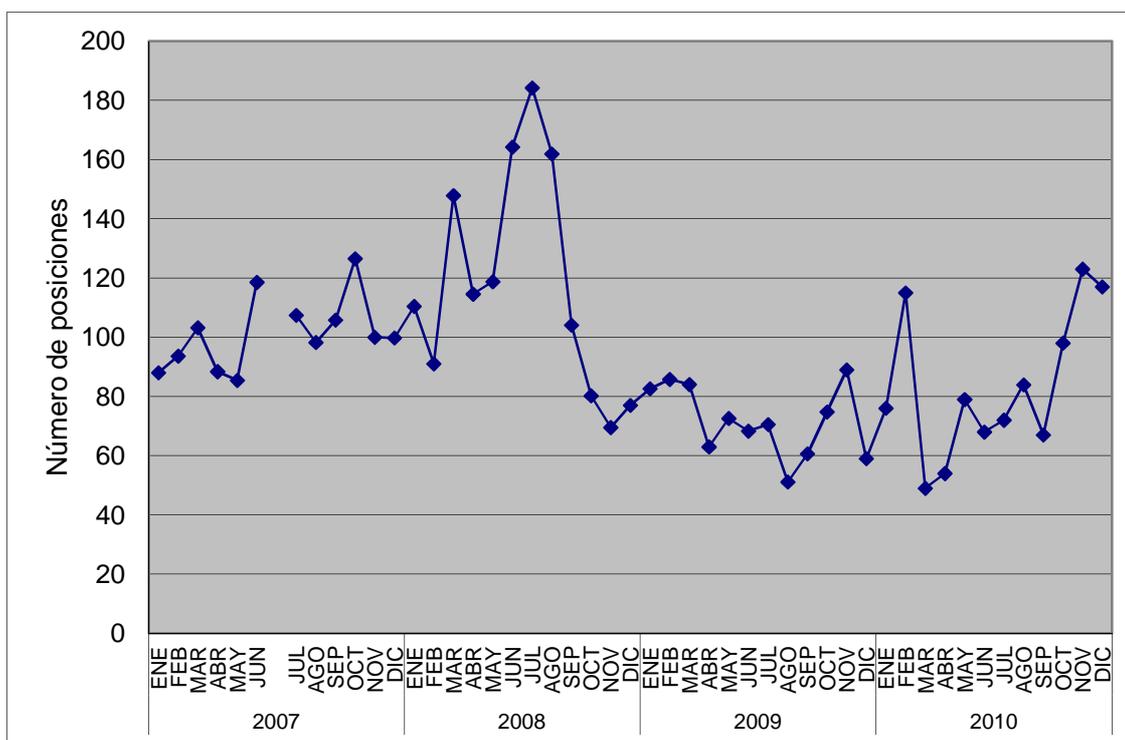
**Tabla 14.** Tiempos de formación por máquina texturizadora y producto

MÁQUINA	PRODUCTO	TIEMPO FORMACIÓN (min)	TIEMPO CARGA (horas)	PRODUCCIÓN MÁXIMA (kg)
B10A	PES 167F36 SB TRI TP	258	38,7	41 954
B10B	PES 150F48 SM RD COMP	430	35,8	46 862
B11	NYLON 156F48 SM RD S/Z	349	40,7	22 634
B12	NYLON 156F48 SM RD S/Z	244	40,7	22 662
B13	PES 82F36 SB TRI TP	363	90,8	16 600
B17	PES 150F48 SM RD	352	29,3	57 246
B18	PES MASA 150F48 SM RD COMP	418	20,9	42 727
B21	PES 150F144 SM RD COMP	493	32,9	46 443
B22	PES 110F36 SM RD INTAV	555	46,3	35 082
B23	PES 300F96 SM RD	152	35,5	47 347
B24	PES MASA 300F96 SM RD COMP	256	21,3	41 859
B5	PES 110F36 SM RD INTAV	795	66,3	48982
B6	PES 110F36 SM RD INTAV	797	66,4	48 859
B7	PES 82F108 SM RD TAN	892	74,3	40 170
B8	PES 300F96 SM RD COMP S/Z	209	34,8	96 415
B9	PES 150F48 SM RD INTAV	483	40,3	83 440

- b. Sobreproducción por generación de segundas calidades.- Se realiza un plan de mejora de calidades y se establece un comité de calidad entre la Gerencia de Planta, Jefe de Planta, Supervisor y Operario de Control de procesos, para realizar un revisión semanal de los problemas de calidad, se define además, un solo responsable para el proyecto de “colas de transferencia en texturizado” y se implementa la metodología de “preselección en máquinas” con los mismos operadores de máquinas.

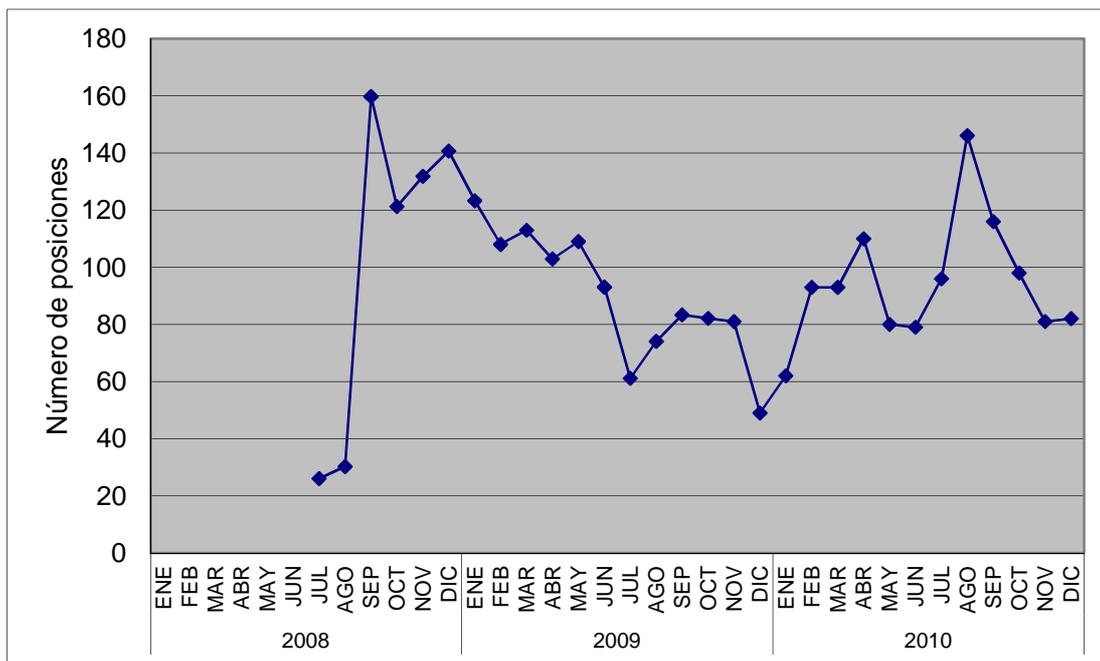
- c. Sobreproducción por niveles altos de posiciones paradas en máquinas.- Se conforma un comité para reducir el nivel de posiciones paradas, y se crea un sistema de control de posiciones paradas máquina por máquina con el objeto de realizar el seguimiento respectivo en una reunión semanal entre mantenimiento y producción.

En la Figura 42 se muestra un seguimiento mensual del número de posiciones paradas en el Texturizado 1 desde el año 2007 hasta el año 2010, dónde se muestra un fuerte incremento de puestos paradas hacia agosto del año 2008 por el montaje de la nueva maquinaria del Texturizado 2 y una tendencia de mejora en los años 2009 y 2010, aunque con una desmejora hacia finales del año 2010.



**Figura 42.** Número de posiciones paradas en Texturizado 1

En la Figura 43 se muestra el índice mensual de posiciones paradas en el Texturizado 2, siendo septiembre del 2008 el mes de mayor incidencia, debido al arranque de las máquinas que se realizó en ese año, con una clara tendencia de reducción en los siguientes meses, excepto en el mes de agosto del 2010 dónde hubo un incremento de puestos parados, y una reducción hacia final del año.



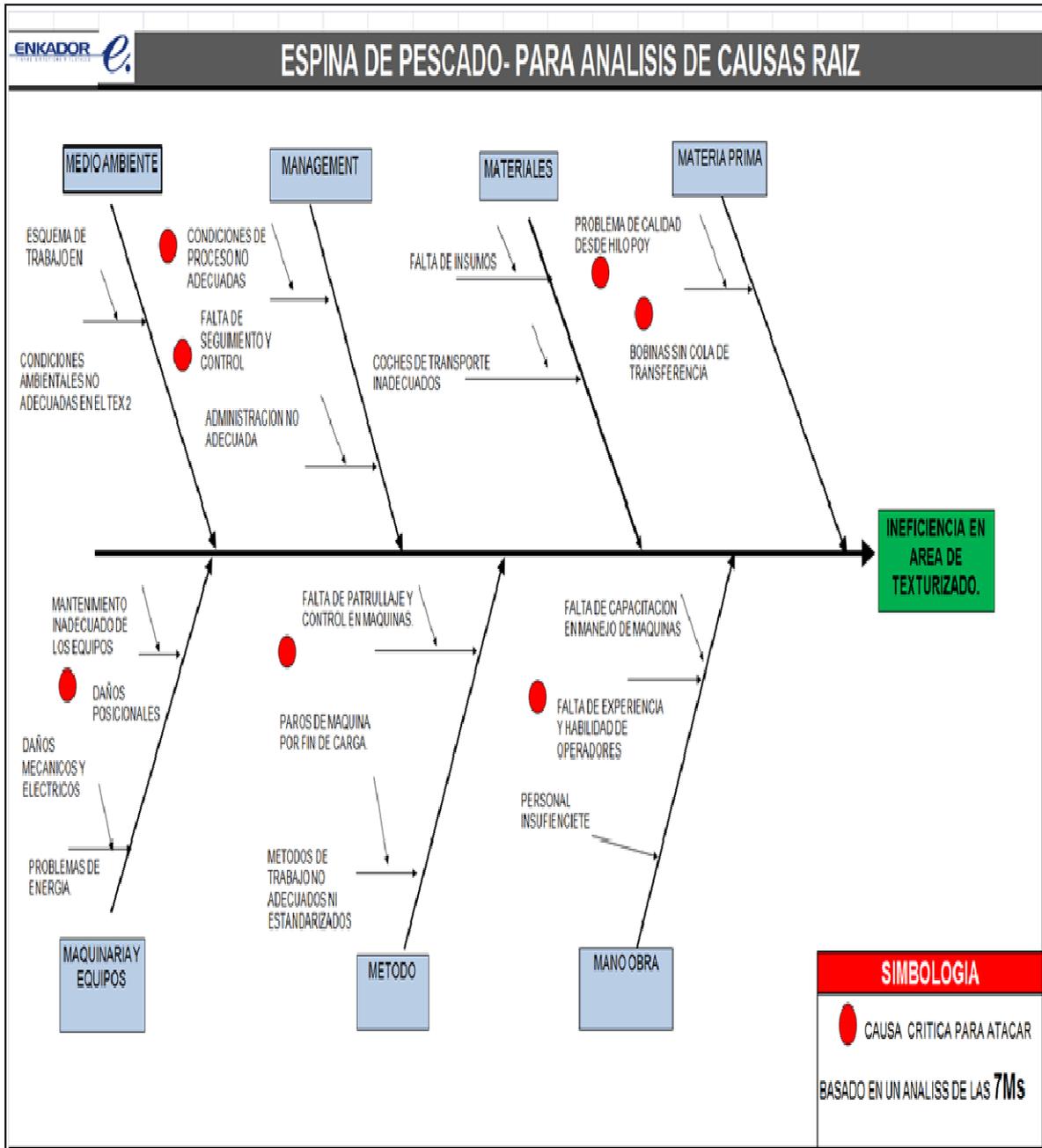
**Figura 43.** Número de posiciones paradas en Texturizado 2

d.- Sobreproducción del hilo texturizado que alimenta a la Tintorería.- Se define el trabajo en 2 máquinas texturizadoras (B10 y B13), para trabajar la mitad de la máquina en un producto y la otra mitad en otro producto, con esto se reduce la producción mínima de una carga de texturizado de 4 toneladas a 2 toneladas, mejorando el tiempo de respuesta a los clientes y los inventarios del producto alimentado a la Tintorería.

### 3.2.2.2. Espera

El exceso de producto en espera de la materia prima (POY) para el texturizado se debe a la ineficiencia de ésta área, para lo cual se realiza un diagnóstico utilizando el diagrama de la espina de pescado, con la aplicación de las 7 M, dónde participaron todo el grupo de producción, calidad y la Gerencia de Planta, con el objeto de encontrar las causas raíz de los problemas del Texturizado.

En la Figura 44 se muestra un diagrama de la espina de pescado detallando los principales problemas por cada M, señalando con un punto rojo aquellas causas que para conocimiento del equipo de trabajo eran las más relevantes de la ineficiencia del Texturizado.



**Figura 44.** Diagrama de árbol sobre causas de ineficiencia en texturizado

Con éste diagnóstico se establece grupos de trabajo que acompañen a la mejora de eficiencia del área de Texturizado.

### 3.2.2.3. Transporte

En la Tabla 15 se especifica un nuevo diseño para los coches de transporte tanto para la hilatura como para texturizado con el objeto de mejorar la eficiencia en el

transporte, orden de las unidades almacenadas y evitar la mala manipulación y almacenamiento del producto.

**Tabla 15.** Inventario de nuevos coches modificados en Planta 1

AREA	COLOR DEL COCHE	# DE PUAS	# POSICIONES POR COCHE	CANTIDAD
EMBOBINADO	NARANJA	18	18	180
TEXTURIZADO 1	AZUL FRANCES	72	72	74
TEXTURIZADO 2	AZUL FRANCES	108	108	24
TEXT FK MOD	AZUL FRANCES	54	108	60

En la Figura 45 se muestra el trabajo realizado a los coches de transporte, dónde hubo un cambio en el diseño, estructura y número de púas para almacenar la producción.



**Figura 45.** Construcción de nuevos coches para el Texturizado

#### 3.2.2.4. Proceso

Se modifica el proceso de trabajo de carga y arranque de cada máquina texturizadora a un proceso continuo con uso de las colas de transferencia, para lo cual se diseña una hoja de análisis de valor agregado actual del proceso, con el

objeto de detectar oportunidades de mejora. En la Figura 46, se realiza un análisis del valor agregado del proceso de limpieza, carga y arranque de una máquina texturizadora.

Sub proceso	Responsable	Actividad	VAR	VAO	SVA	⇒	△	□	D	Tiempo proceso (min)	Demora (min)	Tiempo de ciclo (min)
Descarga de máquina	Operador	Descarga de producción de máquina.	1			1				15	0	15
Identificación	Operador	Identifica la producción en tarjetas de transporte.			1				1	0	5	5
Descarga de restos	Operador	Retira de fileta tubos y residuos de hilo			1				1	0	10	10
Corte de desperdicios	Operador	Corte de desperdicios de sobrante de hilo			1				1	0	10	10
Limpieza	Operador	Limpiar todos los ejes de máquina		1				1		30	0	30
Limpieza	Operador	Limpieza de agregados y polvo de máquina.		1				1		10	0	30
Carga de máquina	Operador	Carga bobinas en máquina y enhebra		1				1		30	0	30
Carga tubos	Operador	Coloca etiquetas en tubos y carga en máquina		1		1				10	0	10
Arranque de máquina	Operador	Proceso de ensarte final y arranque de máquina	1					1		120	0	120
		<b>SUBTOTALES</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>215</b>	<b>25</b>	<b>240</b>

**Figura 46.** Análisis de valor agregado del proceso de Limpieza y carga

Luego se realiza un esquema mejorado del valor agregado del proceso de limpieza, carga y arranque de una máquina texturizadora, considerando la mejora al implementar el esquema de trabajo con cola de transferencia, dónde se elimina las actividades de limpieza y arranque de la máquina.

### 3.2.2.5. Inventarios

Se diseñan las siguientes acciones de mejora.

- Se define dividir una máquina texturizadora en dos partes para poder trabajar un producto en cada lado de máquina y reducir el inventario de producción en proceso
- Para reducir el producto en proceso del hilo Poy que alimenta al Texturizado se define en casos especiales producir bobinas de mitad peso
- Toma física de inventarios de restos de Poy con el objeto de tomar correctivos cuando exista un stock superior a 4 toneladas de producto.
- Se realiza una estandarización del método de arranque de las máquinas texturizadoras con el objeto de garantizar un tiempo similar de trabajo de las bobinas, eliminar los sobrantes en fin de carga y la acumulación de restos de los diferentes productos.

### 3.2.2.6. Movimiento

Se diseñan un procedimiento de trabajo para eliminar el movimiento del personal operativo en arrancar máquinas cuando se termina la bobina Poy, anudando las colas de transferencia según se indica en las Figuras 47 y 48.



**Figura 47.** Elaboración del empalme de la cola con una pistola Heberlein



**Figura 48.** Cola de transferencia con empalme

### 3.2.2.7. Productos defectuosos

- a. Preselección de la producción en las máquinas.- La actividad más relevante para reducir la incidencia de productos defectuosos es el control que cada operario de máquina debe realizar al retirar el producto, para lo cual se establece el procedimiento de seleccionar las unidades al momento de mudar y tomas correctivos ante problemas, según se evidencia en la Figura 49.



**Figura 49.** Operador de máquina realizando la preselección al producto

- b. Reembobinado en Texturizado de unidades de menor peso.- Se diseña un procedimiento para que en una máquina texturizadora mediante la elaboración de un nudo de tejedor se pueda anudar una unidad corta con otra y poder tener una unidad de peso completo. En la Figura 50 se indica la forma que un operador realiza el proceso de anudado y arranque de la producción en un lado de una máquina texturizadora.



**Figura 50.** Operador realizando nudo para reembobinar producto

- c. Reducción de unidades separadas por variaciones de tensión en el hilo.- Se diseña un formato de control para realizar el seguimiento de todas las unidades que presentan problemas de tensión durante la formación del paquete, con el objeto de intervenir directamente en la máquina y eliminar su recurrencia en la siguiente producción.

En la Tabla 16 se adjunta el formato de seguimiento dónde se registra la máquina, el código del producto, el título del producto, la carga, muda, la serie que corresponde al orden consecutivo de fabricación de un lote de producto y las posiciones con problemas, además de verificar si la información estuvo bien registrada en el formato de la máquina, tarjeta de transporte y si se separó correctamente en el área de Selección y empaque, para eliminar cualquier riesgo de envío al cliente de producto defectuoso.

Tabla 16. Seguimiento posicional de unidades degradadas por OLT

 <b>REVISION DIARIA DE POSICIONES SEGREGADAS OLT TEXTURIZADO 1-2</b>											
FECHA: VIERNES 14-01-2011 AL LUNES 17-01-2011											
MAQ.	COD. AFIN.	TITULO	CARGA	MUDA	SERIE	POSICIONES	FORMA- TO DE MAQ.	HOJA DE IMPRE	TARJE- TA	SELEC.	OBSERVACIONES
B7	6719	PS 82F108 SM RD TANG	2	1	49758	103,161,77	OK	OK	OK	OK	SE INTERVINO EN POS 216,208,214 REPETITIVA
B7	6719	PS 82F108 SM RD TANG	2	2	49785	132,92,11,214,42	OK	OK	OK	OK	DE OLT SE CAMBIO DISCOS Y B.C.B QUEDA OK.
B7	6719	PS 82F108 SM RD TANG	2	3	49806	19,190,200,208,210,213	OK	OK	OK	OK	SE SUSPENDE POS 132 SENSOR NO REGISTRA
B7	6719	PS 82F108 SM RD TANG	2	4	49826	214,208,92	OK	OK	OK	OK	SEÑAL.
B7	6719	PS 82F108 SM RD TANG	2	5	49838	130,138,208,189,25,114,15,1 78,179,191,45,48,73,86	OK	OK	OK	OK	
B17	6714	PF 150F144 SM RD COMP	2	4	49719	NINGUNA	OK	OK	OK	OK	
B17	6714	PF 150F144 SM RD COMP	3	2	49733	165	OK	OK	OK	OK	
B17	6714	PF 150F144 SM RD COMP	3	3	49763	153,172	OK	OK	OK	OK	
B17	6714	PF 150F144 SM RD COMP	3	4	49779	209	OK	OK	OK	OK	
B17	6714	PF 150F144 SM RD COMP	4	1	49789	153	OK	OK	OK	OK	
B17	6714	PF 150F144 SM RD COMP	4	2	49800	138	OK	OK	OK	OK	
B17	6714	PF 150F144 SM RD COMP	4	3	49814	NINGUNA	OK	OK	OK	OK	
B17	6714	PF 150F144 SM RD COMP	4	4	49824	NINGUNA	OK	OK	OK	OK	
B17	6714	PF 150F144 SM RD COMP	5	1	49830	153	OK	OK	OK	OK	
B21	6765	PMF 150F48 SM RD Z	4	1	49813	161,173,176,196,170,207	OK	OK	OK	OK	SE INTERVINO EN POS 173 REPETITIVA DE OLT
B21	6765	PMF 150F48 SM RD Z	4	2	49821	154,173,176,196,203	OK	OK	OK	OK	SE CAMBIO DISCOS Y SE PULE RODILLO NIP DEL V2
B21	6765	PMF 150F48 SM RD Z	4	3	49827	173,196	OK	OK	OK	OK	V2 QUEDA OK.
B21	6765	PMF 150F48 SM RD Z	RESTO S	0	0	NINGUNA	OK	OK	OK	OK	
B22	6742	PF 110F36 SM RD COMP	3	2	49795	12,98,37,38	OK	OK	OK	OK	
B22	6742	PF 110F36 SM RD COMP	3	3	49808	19,48,73	OK	OK	OK	OK	
B22	6742	PF 110F36 SM RD COMP	3	4	49825	103,32,19,85	OK	OK	OK	OK	
B22	6742	PF 110F36 SM RD COMP	3	5	49837	103,13,19,25,6,73	OK	OK	OK	OK	
B22	6742	PF 110F36 SM RD COMP	4	1	49857	10,19,48,59,73,75	OK	OK	OK	OK	
B22	6742	PF 110F36 SM RD COMP	4	2	49863	19,2,89	OK	OK	OK	OK	
DISTRIBUCION : O. GUZMAN , P. VENEGAS , JON GONZALES.											

- d. Seguimiento diario de desperdicios y calidades del Texturizado.- Se diseña un formato de control diario sobre los indicadores de desperdicios y calidades por máquina en el Texturizado, dónde se registra el porcentaje de primera calidad, segunda calidad y desperdicios, según se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Seguimiento diario de desperdicios y calidades

	HILATURA (%)			TEXTUR. 1 (%)			TEXTUR. 2 (%)		
	CALIDAD	SEGUNDAS	DESPERD.	CALIDAD	SEGUNDAS	DESPERD.	CALIDAD	SEGUNDAS	DESPERD.
PROM 2010	96.8	1.6	1.6	83.7	14.5	1.8	83.3	14.5	2.2
PROM 2011	97.3	1.2	1.5	90.0	8.7	1.3	88.5	9.7	1.8
<b>OBJ/2011</b>	<b>98.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>92.0</b>	<b>6.6</b>	<b>1.4</b>	<b>92.0</b>	<b>6.6</b>	<b>1.4</b>
ENE.2011	97.2	1.2	1.6	90.9	7.8	1.3	89.6	8.2	2.2
FEB.2011	97.1	1.5	1.4	89.4	9.5	1.1	89.3	9.2	1.5
MAR.2011	97.7	0.8	1.4	89.8	8.7	1.5	86.7	11.7	1.6
1	93.8	3.5	2.7	86.6	9.0	4.4	88.9	9.7	1.4
2	97.6	1.4	1.0	94.5	3.4	2.1	85.5	13.0	1.5
3	98.7	0.1	1.2	93.9	5.1	1.0	89.3	8.9	1.8
4	98.9	0.4	0.7	92.8	5.5	1.7	89.0	8.6	2.4
5	98.6	0.2	1.2	91.9	5.5	2.6	77.5	20.6	1.9
6	98.1	0.9	1.0	92.4	5.3	2.3	85.5	13.2	1.3
7	98.0	0.4	1.6	93.1	5.3	1.6	90.2	8.5	1.3
8	98.6	0.5	0.9	90.6	8.4	1.0	77.1	19.8	3.1
9	98.9	0.1	1.0	88.2	9.7	2.1	62.5	34.2	3.3
10	96.2	1.1	2.7	90.3	7.9	1.8	83.6	12.9	3.5
11	97.9	0.4	1.7	91.8	5.7	2.5	93.7	3.7	2.6
12	93.7	5.1	1.2	84.9	13.9	1.2	83.5	13.8	2.7
13	97.9	0.9	1.2	85.7	13.0	1.3	87.1	10.3	2.6
14	97.8	1.0	1.2	87.9	10.1	2.0	94.0	4.1	1.9
15	98.4	0.6	1.0	85.2	13.4	1.4	81.0	16.3	2.7
16	97.3	1.2	1.5	86.3	12.5	1.2	81.2	17.0	1.8
17	98.5	0.0	1.5	90.8	7.9	1.3	83.8	14.4	1.8
18	98.3	0.4	1.3	83.0	15.8	1.2	87.3	9.5	3.2
19	98.0	1.0	1.0	80.0	18.1	1.9	82.4	11.8	5.8
20	97.6	1.5	0.9	86.2	10.2	3.6	78.1	16.6	5.3
21	98.4	0.7	0.9	84.0	12.8	3.2	87.7	9.5	2.8
22	97.7	0.6	1.7	91.9	3.5	4.6	91.1	7.3	1.6
23	98.4	0.3	1.3	77.3	20.0	2.7	78.5	20.2	1.3
24	96.8	0.1	3.1	85.5	8.8	5.7	88.1	9.9	2.0
25	97.9	0.6	1.5	89.2	9.0	1.8	84.0	14.0	2.0
26	97.4	1.2	1.4	91.5	5.3	3.2	94.5	3.1	2.4
27	97.7	0.6	1.7	82.0	15.6	2.4	89.6	8.7	1.7
28	96.8	0.6	2.6	93.3	4.8	1.9	87.7	10.4	1.9
29	97.7	0.8	1.5	90.2	7.9	1.9	81.8	15.4	2.8
30	97.3	0.5	2.2	90.3	7.7	2.0	83.8	10.4	5.8

### 3.2.3. DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DEL CICLO

Mediante una reunión conjunta entre Ventas, Servicio al cliente y Producción se establece los stocks mínimos de los productos commodities en base a los históricos de ventas del último año y se definen en la Tabla 18.

Estos stocks mínimos quedan bajo responsabilidad del área de Programación de la Producción el mantener en la bodega de producto terminado, con el objeto de que el área de Ventas los pueda comercializar inmediatamente, para reducir los tiempos de entrega a los clientes.

El éxito de mantener los stocks mínimos de hilo texturizado depende también de mantener un stock adecuado de materias primas, sea chips o poy en proceso.

**Tabla 18.** Stocks mínimos por producto de Texturizado

<b>PRODUCTO</b>	<b>STOCK SEGURIDAD (toneladas)</b>
<b>Total P F 150F144 SM RD COMP</b>	<b>20,0</b>
<b>Total PM F 167F48 SM RD BLANCO</b>	<b>5,0</b>
<b>Total P S 82F108 SM RD TAN</b>	<b>20,0</b>
<b>Total P F 150F48 SM RD INTAV</b>	<b>20,0</b>
<b>Total PM F 334F96 SM RD COMP S/Z TX2</b>	<b>10,0</b>
<b>Total PM F 167F48 SM RD</b>	<b>10,0</b>
<b>Total P F 150F48 SM RD</b>	<b>50,0</b>
<b>Total P F 82F36 SM RD</b>	<b>15,0</b>
<b>Total general</b>	<b>150,0</b>

Se define un seguimiento semanal del cumplimiento de los pedidos de los clientes entre el Jefe de Texturizado, Jefe de grupo y Jefe de Programación con el objeto de que no exista retrasos en las entregas y reducir los tiempos de entrega.

### 3.3. IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO MODELO DE GESTIÓN DISEÑADO

El plan de implementación se estableció de acuerdo al siguiente esquema de trabajo.

#### 3.3.1. MEJORA DEL AMBIENTE DE TRABAJO

En la capacitación difundida al personal de Texturizado sobre las 5 "S" a cargo del Jefe de Seguridad Industrial de la empresa y el apoyo de la Gerencia de Planta, se enfocó sobre la importancia y beneficios que cada trabajador tiene, al tener su puesto de trabajo en una manera ordenada y organizada, y cómo a través de la aplicación de las 5 "S" podemos implementarlo.

En la Figura 51 se evidencian las charlas de capacitación dictadas al personal operativo de producción de los diferentes grupos de trabajo a cargo del Jefe de Seguridad Industrial de la empresa.



**Figura 51.** Capacitación al personal del grupo 4 sobre las 5 "S"

Las actividades de implementación y aplicación de los principios básicos de las 5 "S" de acuerdo a la capacitación recibida por el personal sobre las "cinco claves para mejorar mi ambiente de trabajo" se describen a continuación:

- Clasificación.- Se realiza la selección y clasificación de todo el producto en estacionamiento que existía en el área de texturizado con el personal operativo
- Ordenamiento.- Se realiza la señalización y pintura de las áreas de estacionamiento del producto.
- Limpieza.- Se define un programa de limpiezas totales una vez por mes en todas las máquinas texturizadoras y se hace constar en los programas de producción. Se establece un sistema de entrega de máquina al final del turno por parte del operario saliente y la recepción por parte del operario entrante en completo orden y limpieza de la máquina área conjunta.
- Estandarizar.- Mediante las fotos publicadas tanto en texturizado 1 y 2, los operadores fijan sus estándares de orden y limpieza de sus áreas.
- Disciplina.- Se realiza un formato junto a cada puesto de trabajo para registrar en forma diaria y por turno, sobre las novedades encontradas del turno anterior sobre el orden y limpieza del área, con el objeto de que el Jefe de grupo tome los correctivos con el personal que no cumple con las normas de orden y limpieza establecidas.

Con las presentes acciones se consigue en el personal mejorar su calidad en el trabajo, además de reflejar en todos un profundo cambio en la conducta para trabajar con orden y disciplina, y mantener su puesto de trabajo en un ambiente agradable y satisfactorio.

### **3.3.2. DISMINUCIÓN DE LOS DESPERDICIOS.**

La implementación a través de la filosofía de trabajo de Lean Manufacturing de los 7 desperdicios clásicos se detalla a continuación:

#### **3.3.2.1. Sobreproducción.**

- a. Sobreproducción por capacidades de máquina.- Se implementa la producción en base a las cargas mínimas de las máquinas, para que Ventas puede negociar con los clientes y no se produzca más de lo solicitado y se quede como sobreproducción en las áreas o bodega.

En la Tabla 19 se especifica la mínima producción a fabricar de acuerdo a cada tipo de producto.

**Tabla 19.** Pesos mínimos por carga de producción en Texturizado

<b>PEDIDOS MINIMOS POR CARGA EN HILOS TEXTURIZADOS (kg)</b>	
N S 156F48 SM RD S/Z TX2	1.152
N S 220F48 SM RD S/Z TX2	1.302
P F 110F36 SM RD COMP	2.028
P F 110F36 SM RD INTAV	4.056
P F 150F144 SM RD COMP	1.866
P F 150F48 SM RD	4.198
P F 150F48 SM RD COMP	2.099
P F 150F48 SM RD COMP TP	4.198
P F 150F48 SM RD INTAV	4.198
P F 150F48 SM RD Z	2.099
P F 167F36 SB TRI	2.030
P F 300F96 SM RD COMP S/Z TX2	4.198
P F 300F96 SM RD TAN TX2	2.099
P F 300F96 SM RD TX2	2.099
P F 82F34 SM RD COMP LOW	3.655
P S 150F144 SM RD COMP	1.908
P S 150F216 SM RD TAN TX2	1.866
P S 167F36 SB TRI COMP TP	2.030
P S 300F96 SM RD COMP TX2	4.198
P S 334F72 SB TRI COMP TP TX2	2.030
P S 600F192 SM RD TAN TX2	4.198
P S 82F108 SM RD TAN	3.732
PM F 150F48 SM RD	1.116
PM F 150F48 SM RD BLANCO	1.116

De igual manera para satisfacer las demandas de clientes en casos especiales, se establece el sistema de arranques por lado de máquina, es decir se puede disminuir a la mitad, la capacidad de producción de una máquina.

- b. Sobreproducción por generación de segundas calidades.- Se establece una acta quincenal de reuniones de mejora de calidades, se implementa el seguimiento del porcentaje de colas de transferencia en cada máquina

texturizadora y se realiza un instructivo sobre la preselección del producto en máquinas, con su respectiva difusión al personal.

- c. Sobreproducción por niveles altos de posiciones paradas en máquinas.- A través de una reunión semanal del comité de posiciones paradas, se toman los correctivos en las máquinas que presenten un nivel superior al 5% de posiciones paradas y en las máquinas que presenten problemas de daños repetitivos, para lo cual se asigna un grupo de mantenimiento mecánico específico para éstas actividades y un operario de producción para su intervención diaria.

Para apoyar los resultados de posiciones paradas, se realiza un plan de capacitación a los operadores de las máquinas texturizadoras a través de la Escuela de Desarrollo de Enkador y de ésta manera estén entrenados en el manejo adecuado de su máquina y puedan aportar en la solución de problemas.

- d. Sobreproducción del hilo texturizado que alimenta a la Tintorería.- Se establece un control semanal de la producción destinada a Tintorería y se coordina con el área comercial para que los pedidos se ajusten a las cargas mínimas definidas por máquina y producto.

### **3.3.2.2. Espera**

De acuerdo al análisis realizado en el diagrama de espina de pescado sobre las causas más relevantes de la espera del producto por ineficiencias del texturizado, se implementa las siguientes acciones basadas en la filosofía de las 7 M's.

**Maquinaria y Equipos.-** A través de la revisión diaria de posiciones paradas y revisión semanal de problemas de paros de máquinas, se establece un sistema de trabajo de mejoramiento continuo.

**Método.-** En cuanto al método de trabajo se establece la política de empresa de trabajar las máquinas texturizadoras en forma continua, mediante la aplicación del proceso de anudado con una pistola de aire en las colas de transferencia de las bobinas Poy. Éste método de trabajo fue previamente validado mediante pruebas con nuestros clientes.

**Mano de obra.-** Se capacitó al personal operativo del área de Texturizado en el manejo y funcionamiento de las máquinas, según cronograma especificado en la Tabla 20, y la asistencia se detalla en el Anexo 6.

**Tabla 20.** Fechas de capacitación “manejo de máquinas”

GRUPO DE TRABAJO	FECHA DE CAPACITACION
GRUPO 1	20 de Abril del 2010
GRUPO 2	6 de Abril del 2010
GRUPO 3	27 de Abril del 2010
GRUPO 4	13 de Abril del 2010

Se reafirma en el personal el concepto de “dueños de máquinas” y se establece operadores definidos por grupo de trabajo y máquina, quienes son los responsables del cuidado y manejo de la misma, según afiches por máquina especificado en la Figura 52.



**Figura 52.** Afiche de responsables de máquina en Texturizadora B5

**Management.-** Una vez definidas las responsabilidades de control a Jefes de grupo y operario de control de procesos, se realiza un seguimiento diario de calidades y desperdicios en cada una de las áreas, con el objeto de tomar acciones ante desviaciones de los objetivos de calidad.

**Materia prima.**- Se implementa el control de calidad semanal de la garantía de colas de transferencia en el poy, y se define su procedimiento en el instructivo de colas de transferencia de la empresa.

### 3.3.2.3. Transporte

Se implementa los coches de transporte para Hilatura, pasando de 12 a 18 bobinas aumentando su capacidad de 264 kg a 396 kg por coche.

Este cambio representa un 50% de mejora en el transporte de la producción y el diseño se muestra en la Figura 53.



**Figura 53.** Diseño de nuevos coches de 18 púas para el POY

Con respecto al proceso de Texturizado, se implementa los nuevos coches para colocar una unidad por púa y mejorar el transporte, manipulación, devanado y posterior manipulación en control de calidad.

La capacidad de un coche en el Texturizado 1 era de 72 unidades, y con el nuevo coche de transporte se modifica sustancialmente la distribución de las unidades en el coche y lo más relevante es que se tiene una púa para cada unidad. El peso promedio de producto que se transporta en cada coche es de 475 kg. Lo importante de ésta modificación es la mejora del orden, transporte y manipulación del producto, según se muestra en la Figura 54.



**Figura 54.** Diseño de nuevos coches para Texturizado 1

Para el Texturizado 2 se implementa un nuevo coche, dónde constan 54 púas por lado, con lo cual en un coche se almacena la producción de un lado de una máquina texturizadora, que dispone de 108 puestos de trabajo. El peso promedio de producto que se transporta en cada coche es de 475 kg.

Esta modificación también favorece a la identificación y trazabilidad del producto, ya que en cada púa se almacena una posición fija de la máquina texturizadora, lo que facilita su identificación. Éste diseño se muestra en la Figura 55.



**Figura 55.** Diseño de nuevo coche para Texturizado 2

Para el caso del producto para tintorería, se implementa un nuevo coche FK modificado, con lo cual se pasa de almacenar 72 unidades por coche, a 108 unidades por coche. Este mismo coche servirá para descargar el hilo teñido de la tintorería, según se observa en la Figura 56.



**Figura 56.** Diseño de nuevos coches para producto teñido.

#### **3.3.2.4. Proceso**

Se implementa en los programas de trabajo del texturizado un esquema mejorado del valor agregado del proceso de limpieza, carga y arranque de una máquina texturizadora, considerando la mejora al implementar el esquema de trabajo con cola de transferencia, dónde se elimina básicamente las actividades de limpieza, enhebrado de las bobinas y el arranque de la máquina.

Cabe aclarar que estas actividades que se eliminan y que se realizaban en cada fin de carga, con el nuevo sistema se realizarán sólo en forma mensual.

En la Figura 57 se describe la actividad a realizar especificando si da un valor agregado real (VAR), un valor agregado a la organización (VAO) o sin valor agregado (SVA), relacionando con el tipo de proceso si corresponde a transporte, almacenamiento, inspección o demora.

Sub proceso	Responsable	Actividad	VAR	VAO	SVA	⇒	△	□	D	Tiempo proceso (min)	Demora (min)	Tiempo de ciclo (min)
Descarga de máquina	Operador	Descarga de producción de máquina.	1			1				15	0	15
Identificación	Operador	Identifica la producción en tarjetas de transporte.			1				1	0	5	10
Descarga de restos	Operador	Retira de fileta tubos y residuos de hilo			1				1	0	10	10
Corte de desperdicios	Operador	Corte de desperdicios de sobrante de hilo			1				1	0	10	10
<b>Carga de máquina y enhebra cola</b>	Operador	<b>Carga bobinas en máquina y enhebra colas de cambio</b>	1					1		60	0	60
Carga tubos	Operador	Coloca etiquetas en tubos y carga en máquina		1		1				10	0	10
		<b>SUBTOTALES</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>85</b>	<b>25</b>	<b>110</b>

**Figura 57.** Análisis del valor agregado mejorado del proceso de limpieza y carga

Ahorro total efectivo en cada carga = 240 min – 110 min = 130 min.

En la Tabla 21 se muestra el porcentaje del valor agregado del proceso de limpieza y carga de una máquina texturizadora y el porcentaje de las actividades sin valor agregado.

**Tabla 21.** Análisis del valor agregado del proceso de Limpieza y carga

<b>Análisis del Valor Agregado</b>	
Total de actividades (VAR+VAO+SVA)	6 actividades
Tiempo de ciclo del proceso (Tp + D)	110 minutos
Valor agregado (% VA)	77%
Sin Valor agregado (% SVA)	33%

### **3.3.2.5. Inventarios**

a.- Inventario de producto para Tintorería.- Se implementa en los programas de producción la división de una máquina en 2 lados, los mismos que pueden producir a la vez, dos productos diferentes, con lo que se reduce el problema de inventarios en un 50%.

Cuando el mercado así lo requiera, se establece también que desde la hilatura, las bobinas de POY pueden tener la mitad de peso para conformar una carga completa de texturizado, y de esa manera reducir en un 50% el peso de una carga alimentada al texturizado.

b.- Inventario de restos de POY.- Se implementa el trabajo continuo con cola de transferencia en cada una de las máquinas del Texturizado 1 y Texturizado 2, y un control diario de restos en el informe de turno del Jefe de grupo, con el objeto de definir acciones y destinar cuerpos o posiciones en las máquinas, para trabajar los restos.

### **3.3.2.6. Movimiento**

Se implementa el sistema de trabajo continuo con “colas de transferencia para eliminar el mayor desperdicio que existe en el movimiento del personal, por limpieza y arranque de máquinas y se hace constar en programas de producción como trabajo continuo.

### **3.3.2.7. Productos defectuosos**

Se implementa en el área de texturizado los siguientes procedimientos importantes:

- a. Selección del producto en máquinas.
- b. Reembobinado en texturizado de las unidades de menor peso.
- c. Seguimiento de posiciones segregadas por variaciones de tensiones (OLT).
- d. Seguimiento por turno de los desperdicios y calidades por máquina texturizadora.

De igual manera se implementa que los Operarios de Control de Procesos en cada turno, realicen un seguimiento especial de posiciones que presenten malos ensartes, corrijan el problema y reporten en las novedades de turno.

Se implementa el seguimiento por turno de cada uno de los productos por máquina por parte de los Jefes de grupo de manera que se tomen los correctivos ante desviaciones.

### **3.3.3. DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DEL CICLO.**

Mediante la implementación del seguimiento por parte del área de Programación de la Producción del cumplimiento de las fechas de los pedidos y la garantía de tener stocks mínimos en los productos commodities, se conseguirá una disminución de los tiempos de ciclo y mejorar el cumplimiento de pedidos de nuestros clientes.

Los stocks mínimos de producto terminado de los hilos texturizados según las cantidades definidas en el diseño de un nuevo esquema de trabajo de la tabla 18, se implementan en el sistema de la programación de la producción, de manera que cuando el área de Ventas comercialice uno de éstos productos a un cliente, inmediatamente se genera una orden de reposición del inventario.

Se implementa un seguimiento diario del cumplimiento de las fechas de entrega por parte de programación de producción y un seguimiento semanal por parte de los Jefes de grupo para controlar la producción. Cuando existe algún retraso o daño de una máquina, el Jefe de Programación coordina con ejecutivo de ventas para su retroalimentación al cliente y determinar las acciones a tomar.

Se establece rutas de producción estables por parte del Jefe de calidad del área de Texturizado y se realiza una revisión mensual en la reunión de la planificación de la producción del mes, de manera de no tener cuellos de botella ni retrasos por desarrollo de nuevas rutas. Esta definición de rutas, se refiere a tener establecido el trabajo de un producto en una máquina determinada. Por último se implementa un seguimiento diario de las calidades de los productos descrito en la Tabla 17, con el objeto de evaluar su cumplimiento y tomar acciones ante desviaciones, y cumplir con los tiempos de respuesta al cliente.

### 3.4. EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS

A continuación se expone los principales resultados y mejoras obtenidas con la implementación de Lean Manufacturing.

#### 3.4.1. MEJORA DEL AMBIENTE DE TRABAJO

La evaluación sobre la mejora una vez implementado el programa de las 5 “S” en el área de Texturizado se describe en la puntuación que se consigue una vez que se realiza la evaluación semanal del orden y limpieza a través del programa establecido del “SOL”.

El logo definido para el programa de control de la seguridad, orden y limpieza es “SOL”, mismo que es aplicado en todas las áreas de producción, de acuerdo al gráfico adjunto de la Figura 58.



**Figura 58.** Logo del programa de seguridad, orden y limpieza

En los siguientes cuadros se adjunta las calificaciones semanales obtenidas durante el inicio de la implementación de éste programa en el 2010 y los resultados del 2011, con sus respectivos gráficos. Las calificaciones obtenidas son el resultado de una auditoría por parte del Jefe de Seguridad Industrial, de acuerdo a los puntos de control especificados en las listas de chequeo descritas en Tabla 18 para el Texturizado 1 y Tabla 19 para el Texturizado 2. En éstas listas de chequeo consta una valoración por cada ítem de control si se cumple al 100%, caso contrario se califica con “cero” cuando no cumple. Cada ítem de la lista de

chequeo está ponderado de acuerdo a la importancia del área o máquina, para una suma total de 100 puntos si el área se encuentra en perfectas condiciones.

Según las calificaciones obtenidas en las listas de chequeo, el Texturizado 1 pasó de un puntaje de 38 a 77 sobre 100 puntos y el Texturizado 2 de 34 a 76 sobre 100 puntos posibles, según datos de la Figura 59. El promedio anual es un promedio aritmético de las puntuaciones obtenidas semanalmente por parte del área de Seguridad Industrial.

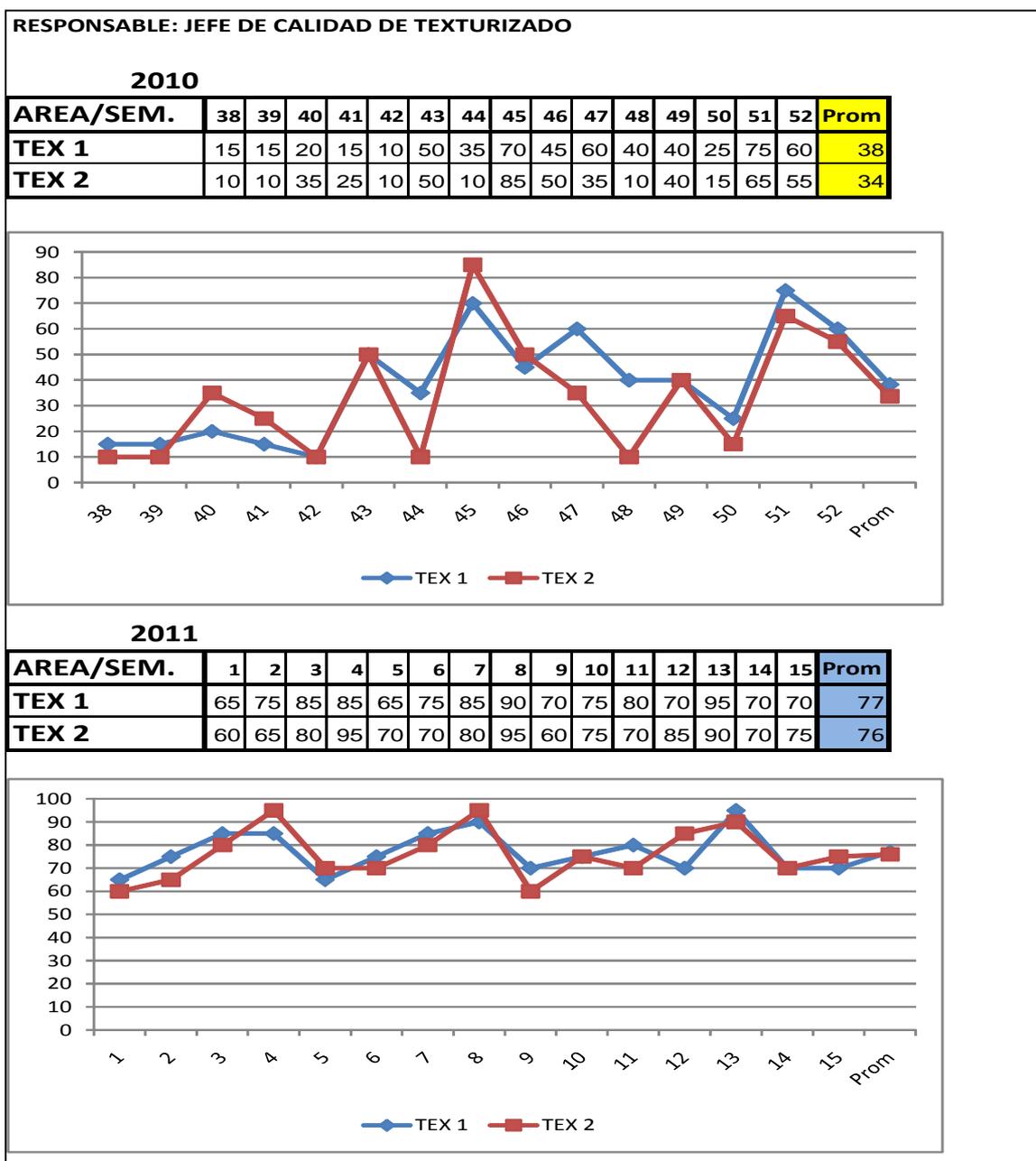


Figura 59. Seguimiento semanal 2010-2011 del puntaje del programa “S.O.L”

Los resultados obtenidos representan una mejora significativa en el orden y limpieza del área de Texturizado, lo que redonda en tener unas áreas más organizadas y un agradable ambiente de trabajo.

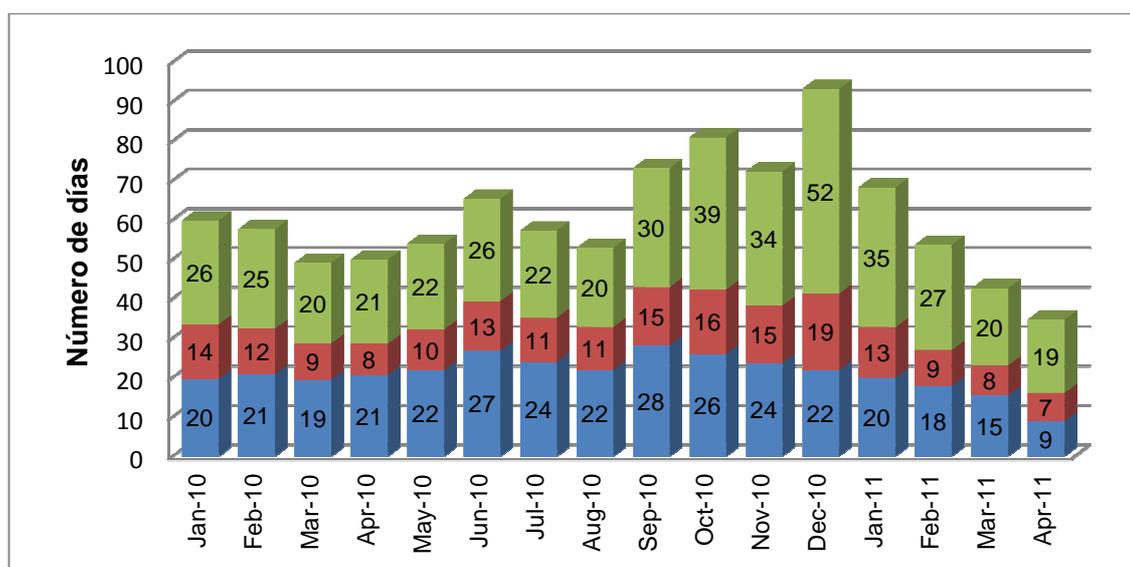
### 3.4.2. MEJORA EN LA DISMINUCIÓN DE LOS DESPERDICIOS

La evaluación de los resultados obtenidos en la disminución de los desperdicios se describe a continuación:

#### 3.4.2.1. Sobreproducción

Las mejoras conseguidas para no tener una producción en exceso se resume en el stock del producto en proceso que tenemos en las áreas, y el stock del producto de primera y subestándar en bodega, dónde se observa una reducción significativa, lo cual redonda en una reducción del capital de trabajo.

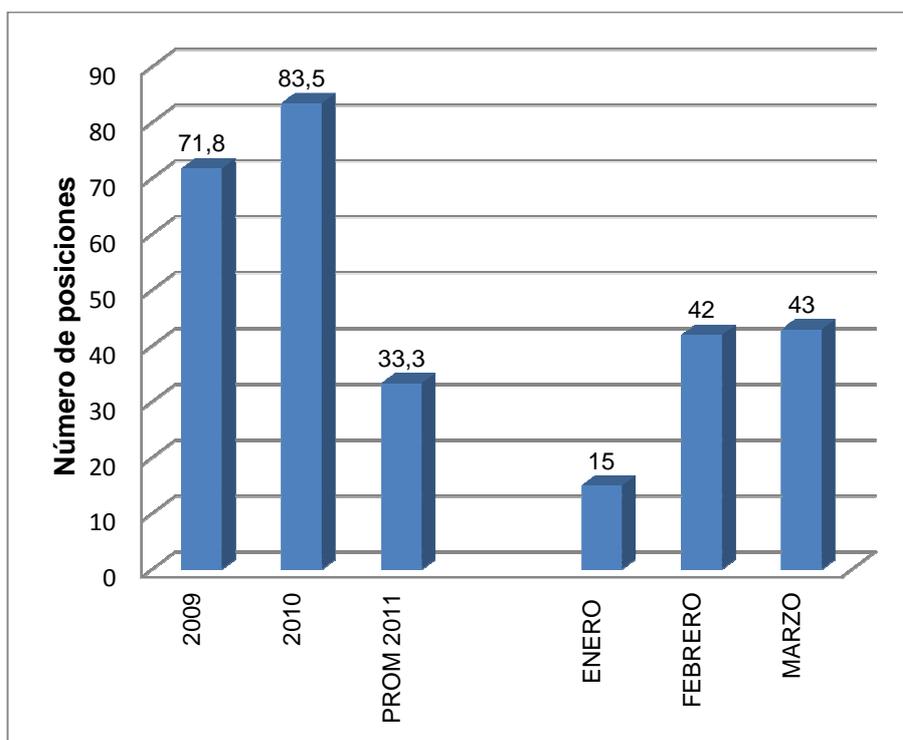
Estos datos se representan como días de inventario en la Figura 60, es decir las toneladas en stock dividido sobre las toneladas de venta promedio por mes, dónde en el producto en proceso se ha reducido de un nivel de 20 días en enero del 2010 a 9 días en abril del 2011, que considerando unas ventas promedio de 450 toneladas por mes, hemos reducido de 300 a 135 toneladas de stock en proceso.



**Figura 60.** Días de inventario de la producción

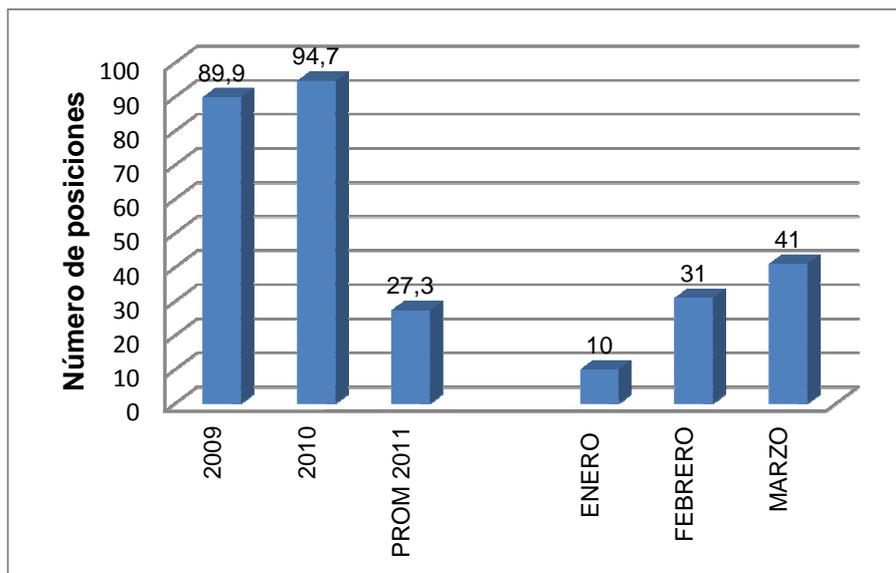
Las segundas calidades en la bodega se redujeron de 14 días en enero 2010 a 7 días en abril 2011, lo cual significa una reducción de 210 a 105 toneladas, y el stock del producto de primera calidad en la bodega también tuvo una reducción de 26 días en enero 2010 a 19 días en abril 2011, lo que en toneladas significa una reducción de 390 a 285 toneladas de promedio por mes.

Con respecto a las mejoras conseguidas en la reducción de posiciones paradas en las máquinas, a través del seguimiento e intervenciones diarias, se logró reducir de un promedio de 83,5 puestos parados en el Texturizado 1 (8 máquinas de 216 posiciones = 1728 posiciones en total) en el 2010, a 33,3 puestos parados como promedio hasta Abril del 2011, lo que significa una reducción del 4,8% al 1,9% de posiciones paradas, según se muestra en la Figura 61.



**Figura 61.** Número de posiciones paradas en Texturizado 1

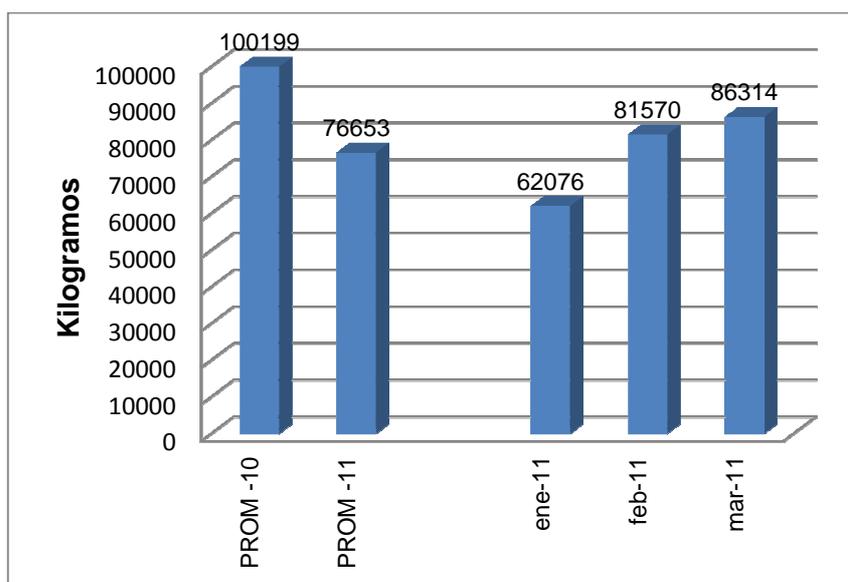
En Texturizado 2 se redujo de 94,7 puestos parados en el 2010 (10 máquinas de 108 posiciones = 1080 posiciones en total), a 27,3 puestos parados en el 2011, es decir una reducción del 8,7% al 2,5% de posiciones paradas, según se describe en la Figura 62.



**Figura 62.** Número de posiciones paradas en Texturizado 2.

### 3.4.2.2. Espera

El inventario del producto POY (kg) en espera de ser procesado en el texturizado, se reduce con las acciones implementadas en el análisis de la espina de pescado sobre las ineficiencias del texturizado. En la Figura 63 se muestra una reducción de 100199 kilogramos como promedio del 2010 a 76 653 kilogramos en el 2011, lo que significa una reducción de 23,5% de la producción en proceso del hilo POY.



**Figura 63.** Inventario del Poy para Texturizado

De igual manera se puede evidenciar una reducción significativa de la producción en espera para ser procesada en el Texturizado, lo que influye positivamente en tener áreas ordenadas y con producción calificada para su siguiente proceso.

### 3.4.2.3. Transporte

Con las modificaciones realizadas a los coches de transporte tanto de la hilatura como del texturizado se consiguió mayor capacidad de transporte de los mismos, menos espacio para almacenamiento y menos tiempos de transporte de los coches, lo que refleja un 50% de incremento de capacidad, excepto del Texturizado 1, según se muestra en la Tabla 22.

**Tabla 22.** Incrementos de capacidades de coches de transporte

AREA	Tipo de coche	Capacidad anterior	Capacidad actual	% Incremento
HILATURA	Creel	264 kg	396 kg	50%
TEXTURIZADO 1	FK1	316 kg	316 kg	0%
TEXTURIZADO 2	FK2	316 kg	475 kg	50%
TINTORERIA	FK modificado	158 kg	238 kg	50%

### 3.4.2.4. Proceso

El trabajo en forma continua con el sistema de colas de transferencia en texturizado incrementó la eficiencia en el área de una forma significativa, según los siguientes datos.

Tiempo promedio de paro de máquina al fin de una carga = 6,35 horas

Tiempo total horas trabajadas por máquina al mes = 720 horas

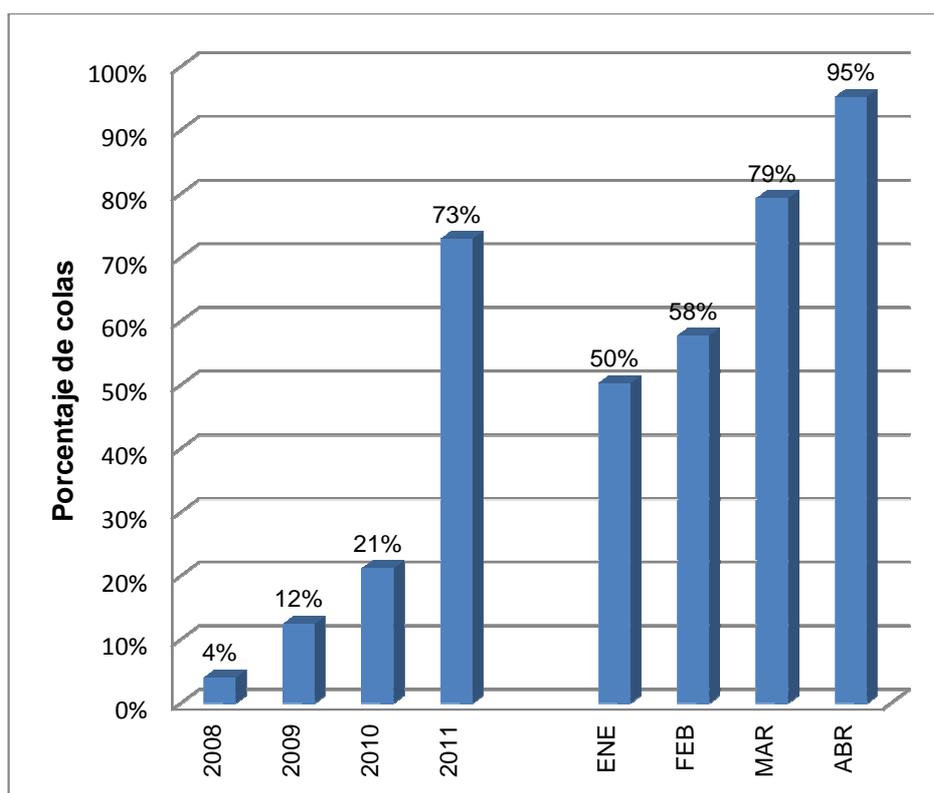
Número de cargas promedio por mes en una texturizadora = 16

Tiempo promedio perdido por máquina =  $16 \times 6,35H = 101,6$  horas

Eficiencia perdida por máquina en tiempo de trabajo = 14,1%

Producción por máquina por mes (trabajo continuo) = 65 toneladas  
 Kilogramos perdidos promedio por máquina al mes = 9,1 toneladas.

En la Figura 64 se muestra el porcentaje de producción que trabajó con el sistema de trabajo continuo (colas de transferencia), en el que se pasó de un 21% en el 2010 a un promedio 73% en el 2011, añadiendo que en el mes de abril se llegó incluso a tener un 95% de cargas con trabajo continuo.

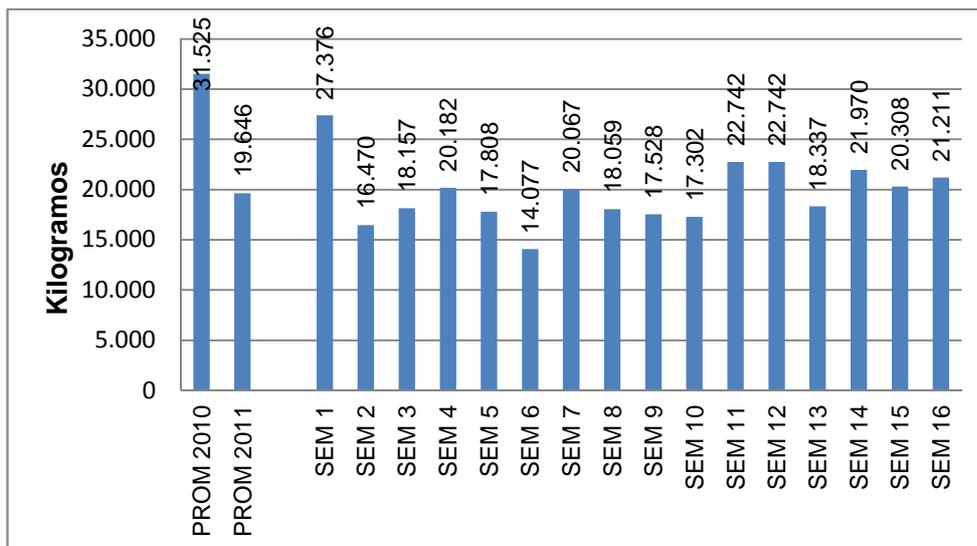


**Figura 64.** Porcentaje de cargas trabajadas en forma continua

#### 3.4.2.5. Inventarios

La reducción de inventarios se evalúa en las siguientes líneas de producción:

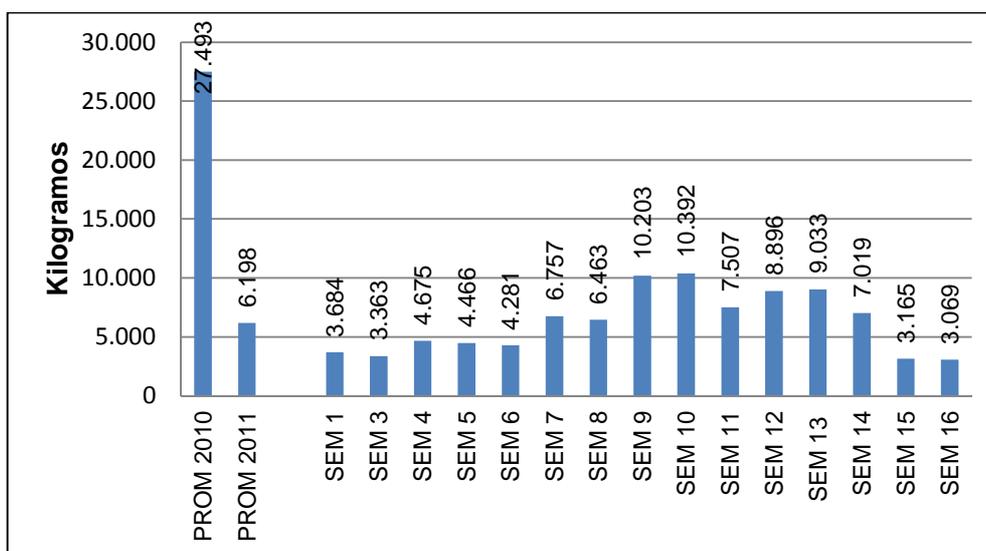
a.- Reducción de producción de Texturizado para Tintorería.- Con las medidas tomadas se logró una reducción de 31.525 kilogramos de producción en espera para alimentar al proceso de tintorería en el 2010, a 19.646 kilogramos, como promedio del 2011, según Figura 65 del promedio anual y el seguimiento semanal del stock.



**Figura 65.** Inventario (kg) del producto para Tintorería.

b.- Reducción de la producción de restos de POY para texturizar.- Se puede evidenciar una disminución significativa de la cantidad de restos a ser procesadas en las máquinas texturizadoras, ya que de un promedio de 27.493 kilogramos en el 2010, se pasó a 6.198 kilogramos en el 2011.

De igual manera en la figura adjunta se muestra el seguimiento semanal que se realiza del stock de restos en kilogramos. Esta mejora es una de las más relevantes ya que se ha reducido la producción con problemas en la planta, según se detalla en Figura 66.



**Figura 66.** Inventario (kg) de restos para Texturizado

### **3.4.2.6. Movimiento**

Al implementarse el trabajo continuo en texturizado, se eliminó el proceso de limpieza y arranques de máquinas, lo cual genera una mejora en la eficiencia del personal.

- Cargas promedio por mes en una máquina texturizadora = 16
- Tiempo promedio por máquina en realizar las actividades de limpieza y arranque en cada carga = 4 horas (con 4 operadores)
- Tiempo total por mes en limpiar y arrancar una máquina = 256 horas
- Tiempo promedio en realizar anudado de cola= 4 horas (con 1 operador)
- Tiempo por mes en anudar cola de transferencia por máquina = 64 horas
- Tiempo total ahorrado en movimientos entre los 4 operadores= 192 horas
- Tiempo total ahorrado por operador/por mes = 48 horas
- Horas trabajadas por mes de un operador = 168 horas
- Mejora en eficiencia del personal por mes = 28,5%.

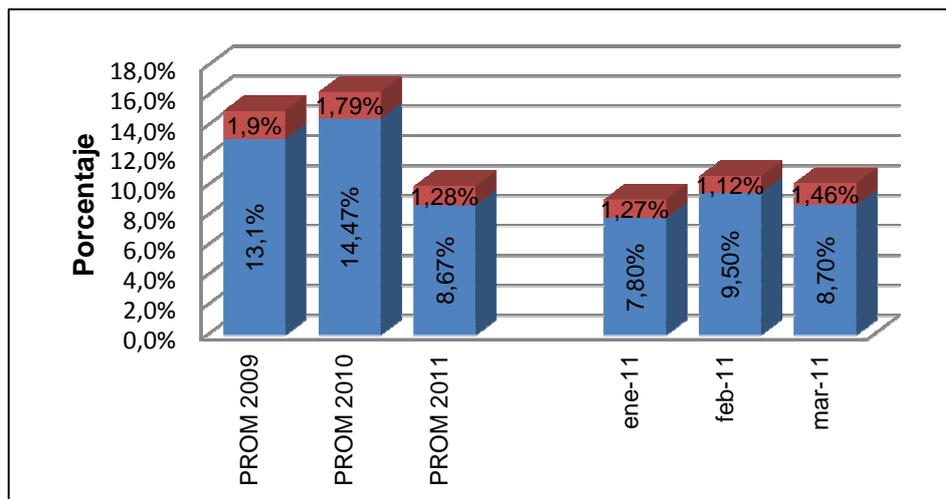
Este 28,5% de mejora en la eficiencia del personal se utiliza para mejorar la atención y patrullaje en las máquinas texturizadoras, con el objeto de aumentar la producción y evitar daños posicionales.

Esta mejora en la eficiencia por el ahorro en los movimientos del personal operativo redundará también en una mejor atención de las máquinas, limpieza y evitar paros por daños posicionales.

### **3.4.2.7. Productos defectuosos**

Con las mejoras implementadas a través de las herramientas de Lean Manufacturing, se logró obtener unas mejoras significativas en la disminución del porcentaje de segundas calidades y generación de desperdicios en el Texturizado.

En la Figura 67 se indica los porcentajes de primera calidad y desperdicios del Texturizado 1 desde el año 2009 y el promedio del primer trimestre del 2011, dónde se evidencia una mejora significativa en la no generación de productos defectuosos.



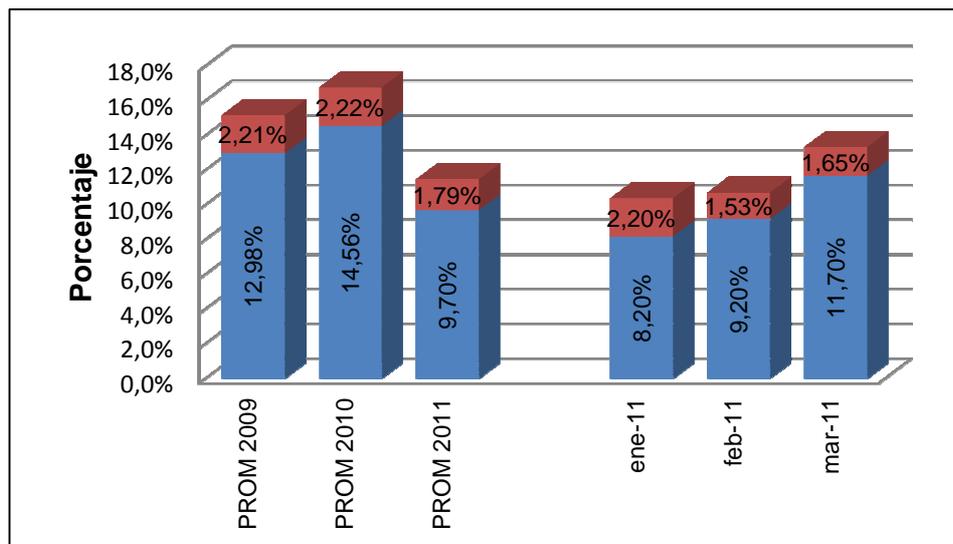
**Figura 67.** Índice de segundas calidades y desperdicios en Tex 1

En la Figura 67 se evidencia una reducción de las segundas de un 14,4% en el año 2010, a un 8,6% en el año 2011, y los desperdicios, de un 1,79% en el año 2010 a un 1,28% como promedio en el año 2011. Este 5,8% de mejora en calidades y el 0,5% de reducción en los desperdicios, para una producción promedio de texturizado 1 de 220 toneladas por mes, significa un ingreso de 13,8 toneladas por mes de primera calidad, lo cual redonda en una mayor rentabilidad para la compañía.

En el Texturizado 2, se logró reducir de unas segundas del 14,5% al 9,7% y el desperdicio de 2,2% a 1,79%. Ésta mejora de calidades del 4,8% y 0,4% de desperdicios, para una producción promedio de 130 toneladas por mes, significa un ingreso adicional de 6,7 toneladas por mes de primera calidad, según se muestra en la Figura 68.

En resumen se tiene que entre los 2 texturizados, existe una producción promedio mensual de 20,5 toneladas más de primera calidad. Estos resultados tanto del Texturizado 1 como del Texturizado 2, son los mejores que se ha conseguido durante los últimos años y muestra un proceso de mejoramiento continuo hacia una mejora de calidades.

Esta mejora de calidades y desperdicios genera también en el personal de la planta una satisfacción por el logro de objetivos y consecución de mayores ingresos por utilidades a los trabajadores.



**Figura 68.** Índice de segundas calidades y desperdicios en Tex 2

### 3.4.3. MEJORA EN LA DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DEL CICLO.

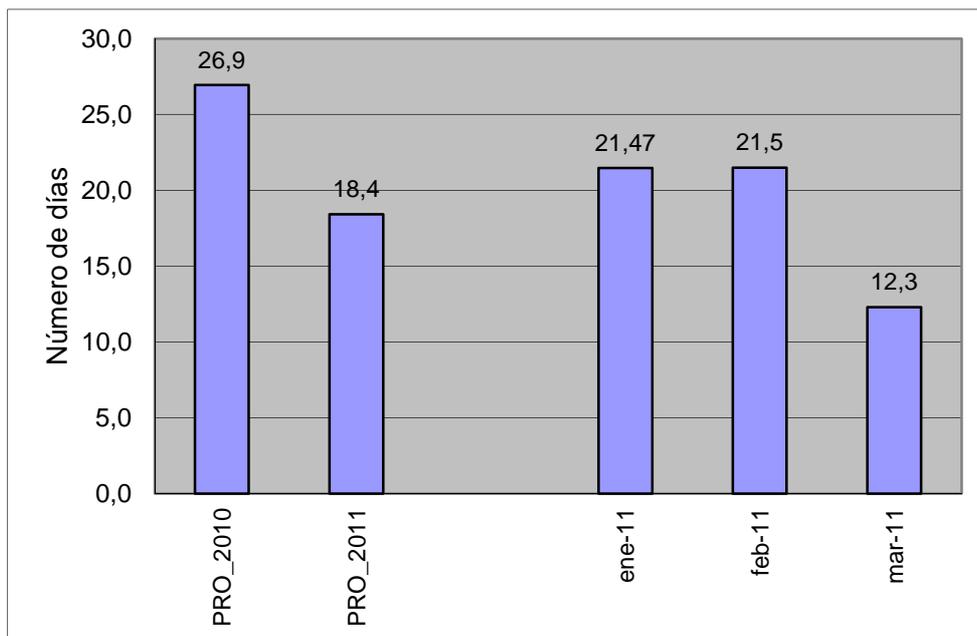
Una vez establecido el seguimiento semanal con el grupo de trabajo entre Programación y Producción, y realizado una campaña especial sobre el lema de llegar a la satisfacción total de nuestros clientes, se ha logrado una notable reducción en los tiempos de entrega de los productos a los clientes y niveles aceptables de cumplimiento de pedidos de acuerdo a los objetivos planteados.

Se logró implementar el sistema de trabajo también en el personal operativo, de manera que todos aporten para alcanzar los objetivos en la disminución de los tiempos de ciclo.

En la Figura 69 se indica que el número de días promedio de atraso de los hilos texturizados en el 2010 fue de 26,9 y en el 2011 de 18,4 días, lo cual representa una reducción de 8,5 días en las entregas a los clientes.

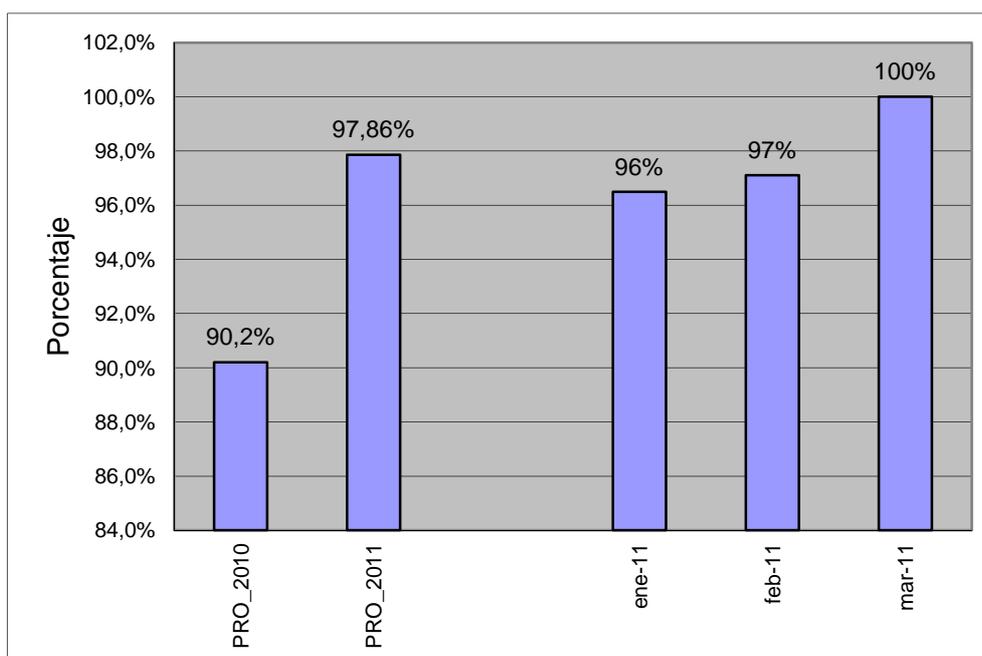
El objetivo de llegar a entregar la producción a los clientes en un tiempo máximo de 15 días se cumplió en el mes de Marzo del 2011 y se continuará con su seguimiento y evaluación.

La disminución en los tiempos de entrega a los clientes, genera también un ambiente de confianza y trabajo a largo plazo entre cliente y proveedor.



**Figura 69.** Retraso días de entrega hilo texturizado

El cumplimiento de pedidos a los clientes se muestra en la Figura 70, donde se puede ver una mejora de un 90,2% de pedidos cumplidos en el 2010 a un 97,8% de pedidos cumplidos en el 2011 de los hilos texturizados, lo cual redonda en una mayor satisfacción de los clientes, incluso en el mes de marzo del 2011 se llegó a un cumplimiento del 100% de pedidos.



**Figura 70.** Porcentaje de cumplimiento de pedidos de clientes hilo texturizado

### 3.4.4. INDICADORES O MEDIDAS DE DESEMPEÑO

A continuación se define los indicadores de desempeño con el objeto de establecer un monitoreo permanente de los procesos mejorados, según se muestra en la Tabla 23.

Estos indicadores se clasifican en 3 grupos:

**a.- Por proceso**, se definen las siguientes variables:

- Días de Inventario (sobreproducción), para medir el stock mensual, del inventario de producto en proceso, y calidades en Bodega.
- Posiciones paradas de máquinas (sobreproducción), mide el número de puestos parados en las máquinas texturizadoras en forma diaria.
- Toneladas de inventario (espera), mide la cantidad de producción de hilo Poy en espera de ser procesado en texturizado.
- Porcentaje de colas de cambio (proceso), indica el porcentaje de cargas trabajadas en el texturizado en forma continua o con cola de transferencia.
- Toneladas para Tintorería (inventarios), mide la producción en proceso existente para alimentar a la Tintorería.
- Restos de Poy (inventarios), es el indicador de seguimiento de la cantidad de restos o bobinas cortas existentes en el texturizado.

**b.- Por variables**, se define el siguiente indicador:

- Porcentaje de orden y limpieza (ambiente de trabajo), mide el puntaje obtenido en las auditorías de orden y limpieza del texturizado.

**c.- Por resultados**, se definen las siguientes variables:

- Calidades y desperdicios (productos defectuosos), mide el porcentaje de primera calidad y desperdicios de la producción diaria entregada a Bodega.
- Días de entrega (tiempo del ciclo), nos indica el tiempo de demora en entregar los pedidos a los clientes.
- Porcentaje de cumplimiento de pedidos (tiempo del ciclo), mide el índice de cumplir pedidos de los clientes en los hilos texturizados.

Tabla 23. Indicadores de desempeño del área de Texturizado



## INDICADORES O MEDIDAS DE DESEMPEÑO

N°	CATEGORIA	VARIABLE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FORMULA DE CALCULO	UNIDAD	FRECUENCIA	DESEMPEÑO			FUENTE	HERRAMIENTA DE CONTROL	RESPONSABLE
								LIC	META	LSC			
1	POR PROCESO	Días de Inventario	Seguimiento de Inventarios de Producto en proceso y calidades	Mide las toneladas en stock y divide para las toneladas promedio de ventas del año	$Días = \frac{\text{Inventario (Ton)}}{\text{Prom. Ventas del año}}$	Días	Mensual	25	30	60	Sistema de Inventarios	Gráfico de barras	Jefe de Programación de Producción.
2		Posiciones paradas de máquinas	Indice de posiciones paradas del Texturizado.	Mide el número total de posiciones paradas en todas las máquinas del texturizado	$\# \text{ Posiciones} = \text{Suma de todas las pos. paradas.}$	No.	Dirario	0	0	50	Sistema de registro de posiciones paradas.	Carta de Control	Supervisor de turno.
3		Toneladas de Inventario	Inventario de hilo Poy para Texturizado	Mide las toneladas existentes en stock para procesar.	$Inv. = \text{Suma de todo el hilo poy en estacionamiento.}$	Ton.	Semanal	30	60	90	Reporte de Inventario físico.	Gráfico de barras	Jefe de Programación de Producción.
4		% de colas de cambio	Cargas trabajadas con colas de transferencia	Mide el porcentaje de cargas trabajadas en texturizado con el uso de la cola de cambio.	$\% \text{ colas} = \frac{\# \text{ cargas con cola}}{\text{cargas total}} * 100$	%	Mensual	60	95	100	Programas de producción	Gráfico de barras	Jefe de Programación de Producción.
5		Toneladas para Tintorería	Inventario de producción para Tintorería	Mide las toneladas existentes en stock para tinturar.	$Inv. = \text{Suma de todo el hilo en espera para teñir.}$	Ton.	Mensual	10	15	20	Reporte de Inventario físico.	Gráfico de barras	Jefe de Texturizado.
6		Restos de Poy.	Inventario de restos de Poy.	Mide las toneladas de restos existentes en el área	$Inv. = \text{Suma de todos los restos}$	Ton.	Dirario	0	2	5	Reporte de Inventario físico.	Carta de Control	Supervisor de turno.
7	POR VARIABLES	% de orden y limpieza	Lista de Chequeo "Seguridad, orden y limpieza"	Valora el cumplimiento de los puntos críticos de orden y limpieza del área	$\text{Valoración} = \text{Suma de todas las calificaciones parciales.}$	%	Semanal	60	95	100	Hojas de reportes de Auditoría	Carta de Control	Jefe de Seguridad Industrial.
8	POR RESULTADOS	Calidades y desperdicios	Porcentaje de primeras, segundas y desperdicios	Mide el porcentaje de la producción que ingresa a la bodega como primera calidad, segundas y desperdicios.	$\% \text{ Calidad} = \frac{\text{Ton primera}}{\text{Ton totales}} * 100$	%	Dirario	85	95	100	Reporte de Ingresos a Bodega	Carta de Control	Gerente de Planta
9		Días de entrega	Días promedio de entrega de pedidos.	Mide los días de demora entre la fecha de pedido del cliente y la fecha de entrega	$\# \text{ días} = \text{Fecha entrega} - \text{Fecha pedido.}$	No.	Semanal	20	10	30	Sistema de pedidos	Gráfico de barras	Asistente de Programación de Producción
10		% Cumplimiento	Porcentaje de cumplimiento de pedidos	Mide los pedidos cumplidos a la fecha ofrecida al cliente.	$\% = \frac{\# \text{ pedidos cumplidos}}{\# \text{ total de pedidos}} * 100$	%	Semanal	90	100	100	Sistema de pedidos	Gráfico de barras	Asistente de Programación de Producción

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES.**

1.- Al no disponer en la empresa Enkador de un sistema de producción esbelta, se decidió implementar Lean Manufacturing para mejorar el ambiente de trabajo en el área de Texturizado, con lo cual se logró mejorar los índices de seguridad, orden y limpieza de 36 puntos sobre 100 en el 2010 a 77 puntos sobre 100 en el 2011, aplicando la metodología de las 5 "S".

2.- Las herramientas que provee Lean Manufacturing en la disminución de los desperdicios en una empresa, es un factor determinante para mejorar los inventarios en proceso y producto terminando, llegando a reducir de 64 a 50 días de stock, lo que significó una reducción del 22% del inventario de producto en proceso y bodega de producto terminado.

3.- Las mejoras de calidad obtenidas con la aplicación de Lean Manufacturing representó para Enkador una reducción del 0,51% en los desperdicios del área de texturizado entre el 2010 y el 2011, lo que significa en una producción de 4.200 toneladas anuales y un precio promedio de venta de 3,0 USD/kg, un ahorro de 64.260 USD por año. De igual manera la reducción del índice de productos defectuosos de un 5,8% entre el 2010 y el 2011, significó para la compañía un ahorro de 146.160 USD anuales.

4.- A través de la disminución de los tiempos de ciclo, una empresa logra mejorar la satisfacción de sus clientes, ya que en el mundo empresarial, una empresa sobrevive si dispone de una excelencia en el servicio y tiempos cortos de respuesta. Es así que Enkador con los principios de Lean, logró reducir los días promedio de entrega del hilo texturizado a 18 días promedio y pasar el índice de cumplimiento de pedidos de los clientes al 98%, incrementando la satisfacción de los clientes.

5.- En el área de Texturizado con el uso de una de las herramientas de Lean Manufacturing que es el análisis del valor agregado, se logró mejorar los índices

de productividad en las máquinas por tiempos de paro entre una carga y otra carga, en un 14% al implementar un sistema de trabajo continuo en el proceso de limpieza y arranques de las máquinas, y de ésta manera tener mayor competitividad en el mercado.

6.- El diseñar un sistema de producción esbelta en una empresa, permite darse cuenta de las malas prácticas de manufactura y descubrir oportunidades de mejora significativas en la reducción de los siete desperdicios clásicos, tal como se muestran en la mejora de la disminución de desperdicios del capítulo 3.

7.- Implementar un sistema de producción esbelta requiere de un compromiso total desde la dirección de la compañía y la participación de todos los empleados de la empresa, es así como se alcanzó a reducir el índice de posiciones paradas en eltexturizado 1 de 83,5 en el 2010 a 33,3 en el 2011, representando una reducción del 60% de puestos parados y en el texturizado 2 de 94,7 posiciones paradas en promedio del 2010 a 27,3 en el 2011, representando una disminución del 71% de puestos parados, logro conseguido gracias al trabajo en equipo de producción y mantenimiento.

8.- Para la implementación de las herramientas definidas en Lean Manufacturing es imprescindible contar con el apoyo de recursos económicos, la inversión estimada en la presente tesis alcanzó el valor de los 25.000 USD, sin embargo si consideramos sólo el ahorro de 17.535 USD por mes de la reducción de desperdicios y calidades, la inversión se pagó en un tiempo estimado de 1,4 meses.

## **4.2. RECOMENDACIONES.**

- 1.- Realizar una capacitación profunda desde las Gerencias hasta el último empleado de la organización, sobre la teoría y beneficios que se tiene en una empresa antes de implementar un sistema de trabajo de Lean Manufacturing.
- 2.- Definir un líder y grupo de apoyo que sea el responsable de liderar en la empresa el proceso desde el diseño, hasta la implementación del sistema de trabajo de producción esbelta.
- 3.- Diseñar con el propio personal del área, la metodología para separar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina, ya que al involucrarse el personal de una manera práctica el logro de los objetivos propuestos es más fácil que si no se cuenta con su participación.
- 4.- Realizar un levantamiento de los procesos de la empresa y su interrelación con las otras áreas, antes de implementar un sistema de producción esbelta.
- 5.- Definir indicadores de gestión en las áreas a implementar la manufactura esbelta y que el personal conozca los mismos, de manera que se pueda visualizar fácilmente las mejoras obtenidas con Lean.
- 6.- Establecer un sistema de incentivos al personal al implementar la metodología de trabajo Lean y realizar el seguimiento mensual.
- 7.- Determinar un área piloto antes de implementar Lean en una empresa, de manera de encontrar todas las dificultades y obstáculos, que permitan realizar un plan adecuado de mejora en las otras áreas de la organización.
- 8.- Realizar un costeo de todas las mejoras realizadas, con el objeto de tener claro el impacto que ofrece el trabajar con un sistema de producción esbelta en una compañía.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Barnard, W., y De Feo, J., 2004, "Más allá de Seis Sigma", Juran's Institute, Primera edición, Editorial Mc Graw Hill, España.
2. Casanovas, A. y Cuatrecasas, L., 2005, "Metodología para el diseño estratégico de la cadena de suministro, Lean Managment and Suply Chain Managment", IX Congreso de Ingeniería de Organización, USA.
3. Chase, R., 2003, "Administración de Producción y Operaciones, Manufactura y Servicios", Octava edición, Editorial Mc Graw Hill, Colombia, p. 669.
4. Franklin, B., 1986, "Way to Wealth", reimpresión de la edición original de 1875 Applewood Books, Massachusetts, USA.
5. Gallego, J., 2004, "Informe de entrenamiento en Texturizado, primera edición, Colombia, pp. 10, 11, 12, 13, 18, 22, 24.
6. García, R., 2005, "Estudio del trabajo", Segunda edición, Editorial McGraw-Hill, México, pp. 42, 43, 54, 59.
7. Goldratt, E., 2003, "Production the TOC Way", The North River Press Publishing Corporation, Estados Unidos.
8. González, F., 2007, "Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) Principales Herramientas", Revista Panorama Administrativo, No. 2, pp.85, 86, 87, 90, 93.
9. Grupo Galgano, 2008, "Mejorar la productividad gracias a Lean Manufacturing", <http://www.leanmanufacturing.es>, (Noviembre, 2010).
10. Guzmán, O., 2002, "Manual de Producción de Enkador", primera edición, Ecuador, pp. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.
11. Hay, E., 2002, "Justo a tiempo: La teoría japonesa que genera mayor ventaja competitiva", Editorial Norma, Bogotá.
12. Hodson, W., 2001, "Manual del Ingeniero Industrial". Tomo II, Cuarta edición, Editorial MacGraw Hill, México.

13. Instituto Andaluz de Tecnología, 2001, "Guía para una gestión basada en procesos", [http://www.iat.es/excelencia/html/guía\\_gestión\\_procesos.pdf](http://www.iat.es/excelencia/html/guía_gestión_procesos.pdf), (Septiembre, 2010).
14. James, P., 2000, "Gestión de la Calidad Total. Un texto Introdutorio", Editorial Prentice Hall Iberia, Madrid.
15. Lean Enterprise Institute, 2010, "What is Lean, History", <http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>, (Junio, 2010).
16. Liker, J., 2004, "The Toyota Way", Editorial McGraw Hill, New York, USA.
17. Manufactura Inteligente, 2009, "Definición Kaizen", <http://www.manufacturainteligente.com/kaizen.htm>, (Mayo 2010)
18. Meyers, F. y Stephens, P., 2006, "Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales", tercera edición, Editorial Prentice Hall, México, pp. 4, 5, 18, 39, 136, 137, 138.
19. Mora, E. y Castillo, A., 2001, "Manufactura Esbelta: La experiencia Mexicana", Editorial Expansión, México.
20. Niebel, B., 2006, "Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo", Décima primera edición, Editorial Alfa omega, México, p. 745
21. Pineda, G., 2009, "Manufactura esbelta", <http://www.slideshare.net/jcfdezmx2/manufactura-esbelta-presentation>, (Marzo 2010).
22. Qualiplus, 2005, "Lean Production Taller para manejo de Flujo de valor", Editorial Qualiplus, Ecuador.
23. Quesada, G., 2008, "Concepto de Seis Sigma", <http://www.grupokaizen.com>, (Mayo 2010)
24. Robbins, S. y Coulter, M., 2005, "Administración", Octava edición, Editorial Pearson Educación, México, pp. 28, 29, 30.

25. Shingo, S., 1985, "Revolution in Manufacturing: The SMED System", Editorial Productivity Press, Massachusetts, USA.
26. Taiichi, O., 1998, "Toyota Production System: Beyond large scale production" Editorial Productivity Press, Oregon, USA.
27. Venegas, R., 2005, "Manual de las 5'S", <http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/cincos.htm>, (Marzo 2010)
28. Womack, J. y Jones, D., 1990, "The machine that changed the world: The story of Lean production", Editorial First Harperennial, New York, USA.
29. Womack, J. y Jones, D., 2007, "Soluciones Lean", primera edición, Ediciones Gestión 2000, Barcelona.
30. Womack, J. y Jones, D., 2005, "Lean Thinking", primera edición, Ediciones Gestión 2000, Barcelona.

## **ANEXOS**

## ANEXO I

### NOMENCLATURA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

#### POLYESTER (POY)

Es la materia prima con la que se texturiza, su significado es el siguiente:

P: Polyester

O: Orientación

Y: Yarn (hilo)

La materia prima se lo clasifica de acuerdo a su grosor (Titulo) y número de filamentos.

Ejemplo:

240 F48, donde:

240: Es el titulo o Denier del hilo (Peso en gramos de 9.000 metros de hilo)

Su fórmula es:

$$D = 9000 \frac{P}{L}; \text{ donde :}$$

*D : diener*

*P : peso(gramos)*

*L : longitud*

F48: Es el número de filamentos existentes.

LUSTRE:

Indica el grado de opacidad o brillo del producto:

SEMIMATE	SM
SÚPER BRILLANTE	SBR.

CORTE TRANSVERSAL

Se produce hilos con 2 tipos de secciones transversales:

CORTE REDONDO	RD
CORTE TRILOBAL	TRI

### SENTIDO DE TORSIÓN

La torsión depende directamente de la aplicación que se le va dar al producto, el sentido de torsión puede ser horario o anti horario y su simbología es:

S: Horario

Z: Anti-horario

### PROTECCIÓN DEL HILO

Se refiere a la relación que existe en el hilo un determinado número de nudos de aire por cada metro, y se divide básicamente en tres grupos:

INTERLACING: (INT)

Su relación está entre 0 a 30 nudos de aire por metro.

TANGLEADO: (TAN)

Está entre los 60 a 80 nudos de aire por cada metro.

COMPACTADO: (COMP)

Está entre los 100 a 120 nudos de aire por cada metro.

## **NOMENCLATURA DE LOS PROCESOS**

### HILATURA EMBOBINADO

Está representado con la letra P (POY), para representar al Poliéster y N para representar al Nylon.

### TEXTURIZADO

Se representa con la letra F o S que significa Fijado o Stretch.

Ejemplo: 150F48 PF o 150f48 PS

#### TINTURADO

El hilo teñido se representa con la letra T.

Ejemplo: 150 F48 PFT

#### EJEMPLOS DE NOMENCLATURA

PFT 150F48 SM RD COMP

P Polyester (embobinado)

F Fijado (texturizado)

T Tinturado

150 Denier del Hilo

F48 Números de Filamentos

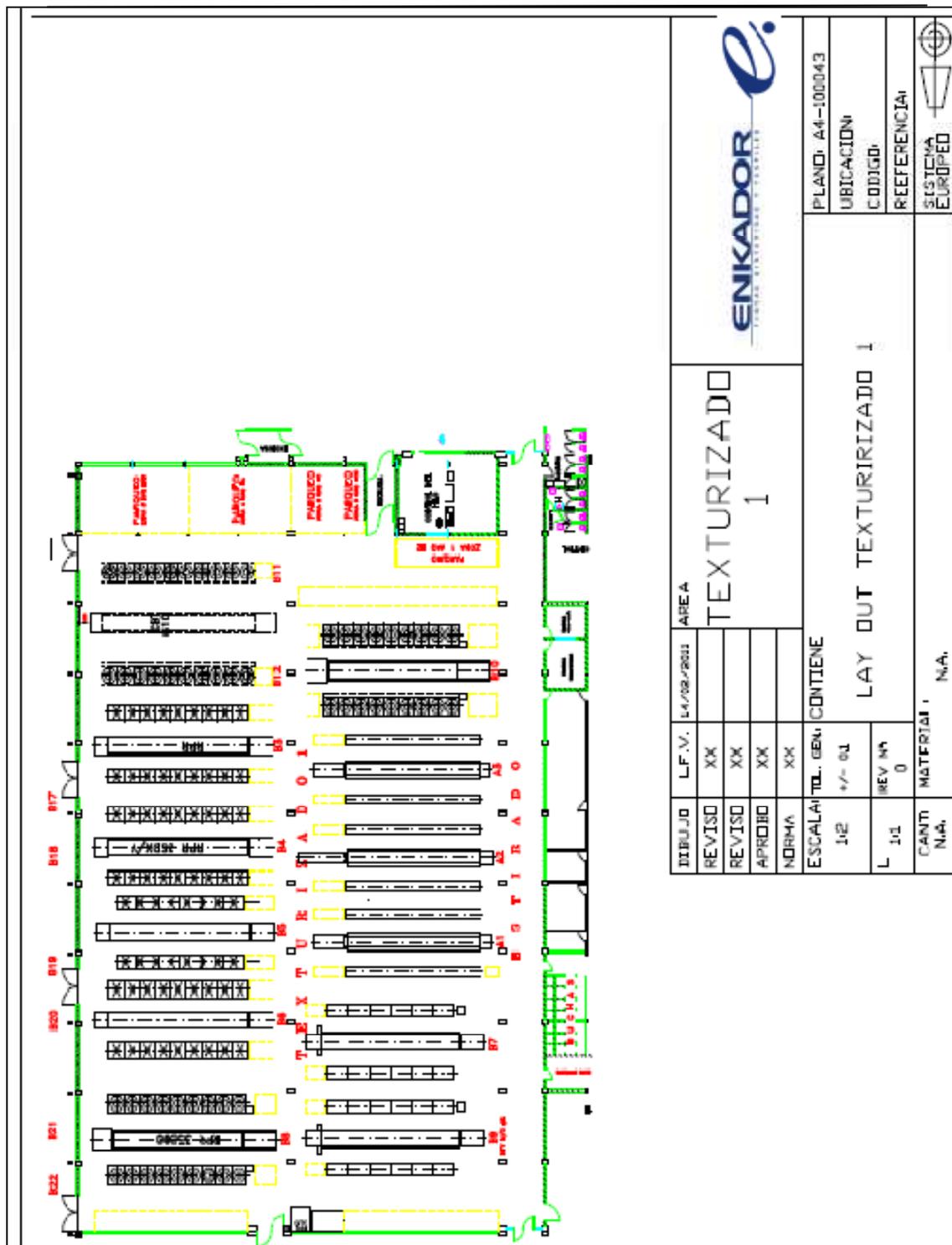
SM Semi Mate

RD Redondo

COMP Compactado

ANEXO II

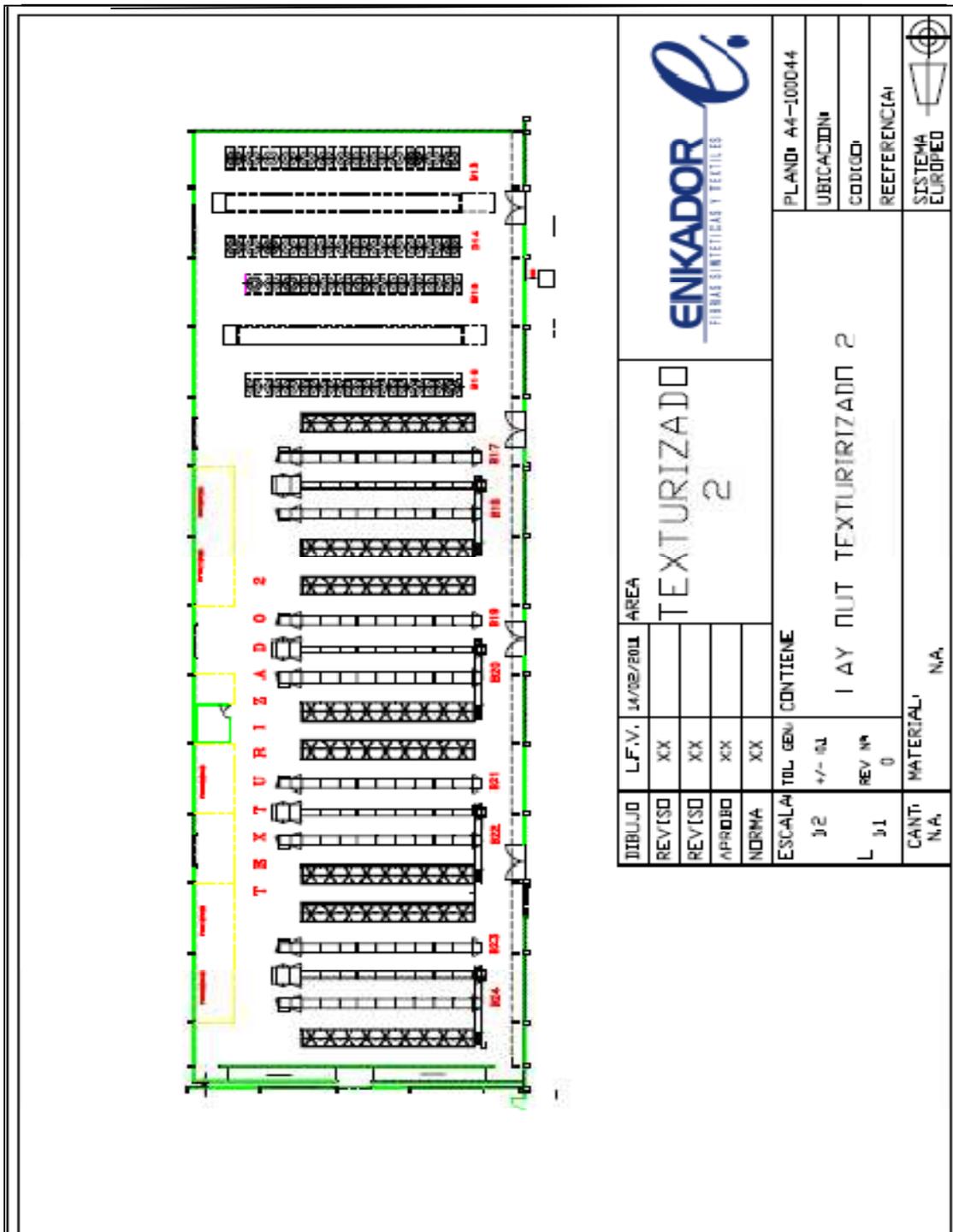
LAY OUT DEL TEXTURIZADO 1



DIBUJO		L.F.V.	L4/09/2011	AREA		
REVISO	XX				TEXTURIZADO 1	
REVISO	XX				LAY OUT TEXTURIZADO 1	
APROBIO	XX				PLANO: A4-100043 UBICACION: CODIGO: REFERENCIA: SISTEMA EUROPEO	
NORMA	XX				ESCALAS: T.L. GEN. CONTIENE 1:2 +/- 01 L 1:1 REV N° 0	
CANT.	N/A.	MATERIAL		N/A.		

ANEXO III

LAY OUT DEL TEXTURIZADO 2



## ANEXO IV

## FORMATO DE INVENTARIO DE TEXTURIZADO



Planta de texturizado 1 y 2  
**INVENTARIO DE PRODUCTO REPROCESAR PLANTA 1  
 TEXTURIZADO**

TITULO	CODIGO DE AFINIDAD	CANTIDAD CARROS	MAQ.	PESO NETO KG	OBERVACIONES
P S 150F144 SM RD COMP	6714	1	B18	90	MALA FORMACIÓN
P F 150F144 SM RD COMP	6795	2	B18	250	MALA FORMACIÓN
PM F 150F48 SM RD	7147	FILETA	B5	40	MENOR PESO
P FT 150F48 SM RD COMP	7162	2	B10B	90	MENOR PESO
P F 82F36 SM RD	7050	3	B8B	230	DESTINAN PARA REEMBOBINAR
PM F 300F96 SM RD COMP	6759	1	B23	90	UNIDADES ARRANCADAS CON OTRO JETS
P FT 150F48 SM RD INT	7211	2	B10A	120	REEMBOBINAR
P S 167F36 SB TRI COMP	6808	1	B10B	80	MALA FORMACIÓN
P S 167F36 SB TRI COMP	7211	1	B3	110	MENOR PESO
P F 110F36 SM RD INTAV	6782	1	B21	160	MENOR PESO POR PARO DE MAQUINA
P F 150F144 SM RD COMP	6795	1	B5	250	HILOS CRUZADOS
PM F 150F48 SM RD BLANCO	6974	1	B5	20	MALA FORMACIÓN
P F 300F96 SM RD TAN TP	7167	1	B10A	80	MENOR PESO
			Total	1610	

## ANEXO V

### INSTRUCTIVO DE PRESELECCIÓN DEL PRODUCTO EN MAQUINAS TEXTURIZADORAS.

#### OBJETIVO

Establecer el control e inspección de defectos físicos en toda la línea de Producción en Planta, aplicando estándares de selección y empaque para tomar acciones en unidades con defectos físicos en máquinas y determinar defectos visibles frecuentes en Texturizado 1 y Texturizado 2.

#### ALCANCE

Establecer la aplicación de estándares en defectos físicos visibles en máquinas al momento de realizar la descarga o muda y tomar acciones inmediatas en posiciones repetitivas.

#### RESPONSABLE

Operarios patrullas de máquinas, Operarios control producción, Operarios control de procesos, Operarios de calificación. Operarios de selección y empaque.

#### DEFINICIONES

MUDA.- Acción de retirar las unidades de la máquina en una secuencia de tiempo.

DESCARGA.- Conjunto de bobinas producidas en la hilatura en un mismo tiempo.

PRIMERA CALIDAD.- Producción que cumple todos los requerimientos del cliente en sus propiedades físico-químicas y peso, y se identifica como calidad A1.

Unidades que cumplen todas las propiedades pero tienen un peso menor se destinan a calidad A2.

SEGUNDA CALIDAD.- Producción que no cumple los requerimientos de los clientes, y se identifica como calidad D7.

ESPIRAS CAÍDAS.- Defecto frecuente en cops ángulo superior e inferior de formación por mala manipulación al momento de mudar o cargar máquinas.

MANCHAS.-Son manchas en la unidad, ocasionada por manipulación al momento de mudar.

MALA FORMACIÓN.- Puede darse por carrera corta o larga, surcos por vibración de brazos porta núcleos.

FILAMENTOS ROTOS.- Rotura de un filamento que conforma el haz de filamentos, este defecto puede ser ocasionado por rozamiento mecánico al pasar el hilo por elementos.

LOOPS.- Filamento retrasado y englobado considerar como defecto físico mayor a 3mm.

HILOS CRUZADOS.- se presenta como cruces de hilo en flanco de formación superior e inferior y son ocasionados por defecto de la guía vaivén o por exceso variación de las tensiones del hilo esto ocasiona rotura y no permite que tenga un devanado normal.

MOTAS.- Es un filamento roto que forma pequeña aglomeraciones en el haz de filamentos causando roturas en telares de clientes.

BAJO NIVEL DE NUDOS.- Aplica para los hilos tangleados y compactados revisar estado de jets de tangling (taponamientos y fugas de presión de aire) ocasiona presencia de barrados en telares de clientes.

UNIDADES DE MENOR PESO.- Verificar rangos de pesos de acuerdo a condición de procesos de máquina, registrar el peso de las unidades cortas e ingresar al sistema de ingresos a bodega como segundas.

## PROCEDIMIENTO

Antes de mudar lavarse las manos, tener toalla para evitar manchas por manipulación.

Al momento de realizar la muda en texturizado 1 ejecutar la acción de preselección visual en los flancos de formación superior e inferior en un ángulo de 45 grados a la luz del fluorescente posición por posición.

En el texturizado 2 realizarlo en las bandejas de recolección de producto mudado.

Garantizar la identificación de unidades con su respectiva etiqueta con número y de serie y posición para trazabilidad de la producción.

Garantizar colas de cambio producto texturizado 100% todas las posiciones.

Unidades con defectos físicos (D7), colocar en la misma púa para no perder trazabilidad, identificar con una etiqueta color rojo en la parte interna/inferior junto a la etiqueta de serie y la unidad se la debe ubicar en sentido contrario (cola de cambio hacia afuera).Anotar en tarjeta de transporte posiciones con defecto físicos (D7).

El operario de la máquina debe registrar en formato de la máquina las posiciones que salieron con defectos para D7, y una vez que detectó problemas de defectos posicionales, debe revisar inmediatamente en la muda actual de la máquina e intervenir o suspender la posición si fuera necesario.

Unidades con problemas de mala formación, hilos cruzados, menor peso (que no entre en A1 o A2), tubos colapsados, rotos o tubos en mal estado, se debe retener en la misma máquina para reembobinar.

En el área de Selección y empaque las unidades identificadas con la etiqueta para D7 y que estén giradas e identificadas por defecto físico verificar al 100% dando especial atención para confirmar el defecto, caso contrario devanar y enviar a calidad correspondiente.

Las unidades separadas por defectos o menor peso, se reembobinará inmediatamente en la máquina que esté destinada para reembobinar, bajo el control de los jefes de grupo. Las unidades que tengan 1 nudo se destinará a calidad normal (A1 o A2) y las unidades que tengan más de 1 nudo, se identificará con una etiqueta para calidad D7 y se enviará girada la unidad.

## ANEXO VI

### EVENTOS DE CAPACITACIÓN

Se adjunta el listado de asistencia a los eventos de capacitación por grupos de trabajo sobre el tema “manejo y funcionamiento de máquinas de texturizado”



#### LISTA DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN

FECHA: 20 DE ABRIL DEL 2010

DURACIÓN: 3 h.

EVENO: MANEJO Y FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS TEXTURIZADO

INSTRUCTOR: INGENIERÍA

GRUPO: 1

No.	Carnet	NOMBRE	AREA
1	1049	BUSTAMANTE FUENTES NESTOR IVAN	TEXTURIZADO
2	1529	VILLAMARIN ORDOÑEZ OSCAR VINICIO	TEXTURIZADO
3	1530	GUTIERREZ ORDONEZ BYRON WASHINGTON	TEXTURIZADO
4	1501	PULAMARIN POZO CARLOS ALEJANDRO	CALIFICACIÓN
5	1173	GREFA ALVARADO MARIO MOISES	TEXTURIZADO
6	1227	CHILIGUANO MOYA VICTOR HUGO	TEXTURIZADO
7	1043	PILLAJO ONA DARWIN JACOBO	TEXTURIZADO
8	1559	GUALLICHICO GUAYASAMIN CRISTIHIAN JOSE	TEXTURIZADO
9	1253	ABRIL BURGOS OSCAR DARIO	TEXTURIZADO
10	1565	ALQUINGA LOGACHO MILTON MAURICIO	TEXTURIZADO
11	1197	QUINGA GUALLICHICO JAIME EDUARDO	CALIFICACIÓN
12	636	CRUZ AYALA MIGUEL ERNESTO	MAN. MECAN.
13	1086	GUANA LOYA JUAN ISAAC	TEXTURIZADO
14	1263	GARCIA HARO JORGE EDUARDO	TEXTURIZADO
15	1207	PACHACAMA TAXIGUANO WILSON ROGELIO	TEXTURIZADO
16	1222	TIPAN LLUMIQUINGA JOSE EFRAIN	TEXTURIZADO
17	1293	CARRILLO ARO FRANK EDISON	TEXTURIZADO



## LISTA DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN

FECHA: 06 DE ABRIL DEL 2010

DURACIÓN: 3 h.

EVEN TO: MANEJO Y FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS TEXTURIZADO

INSTRUCTOR: INGENIERÍA

GRUPO: 2

No.	Carnet	NOMBRE	AREA
1	1167	ALOMOTO USHINA ANGEL VINICIO	TEXTURIZADO 2
2	1289	LOACHAMIN JIMÉNEZ FREDDY PATRICIO	TEXTURIZADO 2
3	1192	CUICHAN RIVERA CRISTHIAN PAUL	TEXTURIZADO 1
4	1281	MUENALA CHAVEZ MIGUEL ANGEL	TEXTURIZADO 1
5	1206	ALOMOTO USHINA MARIO GERMAN	TEXTURIZADO 1
6	1072	ALQUINGA TUPIZA OSWALDO JAVIER	TEXTURIZADO 1
7	1543	SUNTAXI SUNTAXI CRISTIAN SANTIAGO	TEXTURIZADO 1
8	1535	MORALES ONA WILSON ANIBAL	TEXTURIZADO 1
9	1174	PINTO MORALES MARCO VINIVICIO	TEXTURIZADO 1
10	1326	PAUCAR COYAGO DANILO PAUL	ESTIRADO
11	1467	GUANUNA ONA SEGUNDO MARIANO	TEXTURIZADO 1
12	1151	UMAQUINGA NARVAEZ EDISON PATRICIO	TEXTURIZADO 1
13	1163	CASTRO MORA DAVID ROBINZON	TEXTURIZADO 2
14	1200	QUINGA GUALLICHICO ROBERTO CARLOS	TEXTURIZADO 1
15	1047	DAVILA CUENCA CIRILO ELIAS	PRODUCCION
16	545	TONATO GARZON ERNESTO EFRAIN	MAN. MEC.



## LISTA DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN

FECHA: 13 DE ABRIL DEL 2010

DURACIÓN: 3 h.

EVENTO: MANEJO Y FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS TEXTURIZADO

INSTRUCTOR: INGENIERÍA

GRUPO: 4

No.	Carnet	NOMBRE	AREA
1	1177	NACIMBA NACIMBA WILLIAN DAVID	TEXTURIZADO 2
2	1096	PAUCAR CHALCO JAIME FERNANDO	TEXTURIZADO 2
3	1209	GUANUNA CANGAHUAMIN CRISTHIAN REINA	TEXTURIZADO 1
4	637	CADENA ONOFA SEGUNDO ESTUARDO	TEXTURIZADO 1
5	1211	CUMBAJIN TUPIZA ANGEL PATRICIO	TEXTURIZADO 1
6	761	PIZARRO CAIZA SAUL ALFREDO	TEXTURIZADO 1
7	1201	LEIME PULAMARIN EDISON RAMIRO	TEXTURIZADO 2
8	1541	LUCERO ROJAS CARLOS IVAN	TEXTURIZADO
9	1316	ROSERO CUICHAN LUIS ADRIAN	TEXTURIZADO 1
10	1049	BUSTAMANTE FUENTES NESTOR IVAN	TEXTURIZADO
11	610	BAROJA MALDONADO FABIAN OSWALDO	PRODUCCION



## LISTA DE ASISTENCIA A CAPACITACIÓN

FECHA: 27 DE ABRIL DEL 2010

DURACIÓN: 3 h.

EVENTO: MANEJO Y FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS TEXTURIZADO

INSTRUCTOR: INGENIERÍA

GRUPO: 3

No.	Carnet	NOMBRE	AREA
1	1584	TELLO BORJA HECTOR LEONARDO	MAN.MEC
2	739	AMAGUA GUALOTUNA HERNAN MAURICIO	TEXTURIZADO 2
3	763	ONOFA QUIROZ EDWIN HOMERO	TEXTURIZADO 1
4	1264	GALLEGOS CAIZA LUIS ABRAHAM	TEXTURIZADO 1
5	1229	CAJO CARRILLO KLEBER ARMANDO	TEXTURIZADO 1
6	1226	LEMA GUAITA ROMULO ORLANDO	TEXTURIZADO 1
7	696	ZURITA ONA SEGUNDO EDUARDO	TEXTURIZADO 2
8	1538	ALVEAR GUANA EDWIN GIOVANNI	TEXTURIZADO 2
9	1547	SIMBA USHINA SEGUNDO WALTER	TEXTURIZADO 1
10	1555	CONDO NATO FAUSTO VLADIMIR	TEXTURIZADO 1
11	1563	BUSTILLOS MOROMENACHO FRANCISCO	TEXTURIZADO 1
12	1193	CADENA DEFAS JOSE DAVID	TEXTURIZADO 1
13	733	CRISANTO FREDDY ORLANDO	TEXTURIZADO 1
14	1263	GARCIA HARO JORGE EDUARDO	TEXTURIZADO 1
15	1179	TIPAN ONA LEONARDO HERNAN	TEXTURIZADO 1
16	1043	PILLAJO ONA DARWIN JACOBO	TEXTURIZADO 1
17	772	SUNTAXI AGUIRRE KLEBER PATRICIO	TEXTURIZADO 1
18	637	CADENA ONOFA SEGUNDO ESTUARDO	TEXTURIZADO 1
19	610	BAROJA MALDONADO FABIAN OSWALDO	PRODUCCION