



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE  
HILATURA PARA LA FABRICA TEXTIL "HILACRIL S.A."

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor guía

Mat. Nelson Alomoto.

Autor

Gustavo Arturo Pinto Crespo

Año

2013

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Nelson Alomoto  
Matemático  
CI. 170590026-2

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Gustavo Arturo Pinto Crespo

CI: 170988291-2

## RESUMEN

El siguiente trabajo consiste en un análisis a la forma y métodos de producción que utiliza una empresa ecuatoriana en el ámbito textil. El objetivo es presentar una propuesta de mejoramiento continuo a los procesos de hilatura sin tener que realizar inversiones considerables, pero que a su vez se obtengan grandes beneficios para la empresa y sus trabajadores.

La empresa ha estado en el mercado ecuatoriano desde el año 1974. A pesar de ser una empresa competitiva en el mercado, elaborando productos de alta calidad, que se comercializan a nivel nacional e internacional, tiene un gran potencial de mejora dentro sus áreas de producción. Esto se debe a que sus procesos productivos son rentables, pero la generación de desperdicio durante la producción es muy elevada lo que genera que la eficiencia baje y que los niveles de producción no sean los óptimos. No solo es el desperdicio en el material sino en el tiempo productivo de las personas lo que se debe mejorar.

Para esto en la siguiente investigación se ha utilizado y analizado varios procesos de mejora continua que se pueden aplicar en la fábrica para lograr el objetivo de optimización de recursos. Las metodologías analizadas fueron las siguientes: Gestión por procesos, TPS, Lean Manufacture, 5'S, Ciclos de mejoramiento y sus aplicaciones dentro del ámbito textil de esta determinada empresa.

Para la determinación de la mejora se utilizó un programa de computación para generar una simulación de los que serían los resultados si aplicamos las mejoras dentro de los procesos productivos en la hilatura.

Lo que se buscó fue reducir la variabilidad en los resultados de cada procesos para lograr una producción más estable y así logrando que el tiempo de espera que tenían los productos (tiempo en cola) disminuyan y las máquinas no deban esperar para poder seguir trabajando sino que el flujo sea mejor y continuo. La

productividad de la planta subió en la cantidad de producción por persona y turno (16,6%), se utilizó de mejor manera la materia prima (11,8%) y reducción del desperdicio y la cantidad de producto terminado (16,6%) también tiene un incremento interesante.

## ABSTRACT

The following paper is an analysis for the methods of production that a textile Ecuadorian company uses during its production process. The main objective is to present a proposal for a process of continuous improvement specially for the part of the factory where the thread is manufactured without having to make any investment, but getting results with great benefit for the company and its workers.

The company has been working in the Ecuadorian market since 1974. In spite of being very competitive by producing high quality products, that are sold in Ecuador and other countries. Its internal processes can be much better if some changes are made in the way they work. This is because they have a profitable process but the generation of textile waste is very high, what makes the efficiency go lower. It's not only waste of material but in time also loss of productive time what has to be improved.

For this investigation several of continuous improvement methodologies can be applied in the company with the objective of a better use of resources. Methodologies such as Toyota Production System, Lean Manufacturing, Kanban, Kaizen, Process of ongoing improvement and their applications for this specific company.

For this application a simulator was used to generate a possible scenario if the changes are applied in the productive processes. With all of this I tried to reduce the variability during the process and get better and uniform results, achieving with this less waste of productive time for the people and the machines. The products have a better flow inside the factory so the resources were used in a better way and to have a continuous flow of products on the production floor.

The productivity goes higher if the changes are applied. Getting a better productivity for the material (11,8%) higher quantity and quality of products (16,6%) and the production per worker goes higher (16,6%)

So the results are quite good for the company and the investment is 0, what makes a better business for everybody.

## ÍNDICE

Introducción .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Marco teórico</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 Proceso</b> .....	<b>8</b>
1.1.1 Definición de proceso .....	8
1.1.2 Gestión por procesos .....	11
<b>1.2 Mejoramiento Continuo</b> .....	<b>15</b>
1.2.1 Definición de Mejoramiento Continuo.....	15
1.2.2 Ciclo de Mejora Continua .....	17
1.2.3 Implementación de la Mejora Continua .....	17
1.2.4 Sistema de Producción de Toyota (SPT O TPS) .....	18
1.2.5 Manufactura Esbelta (Lean Manufacture) .....	21
1.2.5.1 Características Lean .....	22
1.2.5.2 Misión de Lean .....	22
1.2.6 Herramientas para el Mejoramiento Continuo (Kaizen).....	23
1.2.7 Aplicación de las herramientas .....	24
1.2.7.1 Gestión total de la calidad .....	25
1.2.7.2 Metodología 5`S .....	26
1.2.7.3 Sistema KANBAN .....	31
1.2.7.4 Mantenimiento Productivo Total (MPT o en ingles TPM).....	32
1.2.7.5 Justo A Tiempo .....	33
<b>1.3 Simulación</b> .....	<b>34</b>
1.3.1 Variable Aleatoria .....	34
1.3.2 Sistema .....	35
1.3.3 Distribución probabilística .....	35
1.3.4 Simulación digital .....	35
1.3.5 Simul8 .....	36
1.3.6 Easy Fit .....	37
1.3.7 Diagnostico antes de mejora .....	37
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>39</b>
<b>2 Aplicación</b> .....	<b>39</b>
<b>2.1 Procesos actuales de la empresa</b> .....	<b>39</b>
2.1.1 Descripción de procesos productivos.....	41
<b>2.2 Estructura y Responsabilidad</b> .....	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>47</b>



3	Proceso de simulación.....	47
3.1	Descripción del modelo .....	47
3.1.1	Elementos objetos de simulación .....	47
3.1.2	Distribuciones probabilísticas para el modelo .....	49
3.2	Modelo lógico.....	50
3.2.1	Creación de sub-ventanas de simulación.....	50
3.2.2	Reloj de simulación .....	51
3.2.3	Variables .....	52
3.2.4	Etiquetas .....	53
3.2.5	Work Center .....	53
3.2.6	Work Center Ficticios .....	54
3.2.7	Utilización de Visual Logic.....	55
3.2.8	Recursos .....	58
	CAPITULO IV.....	61
4.	Validación del modelo .....	61
4.1	Experimentación.....	61
4.2	Comparación de datos.....	62
4.3	Simulación Validada .....	64
	CAPITULO V.....	66
5.	Mejora del proceso de hilatura.....	66
5.1	Análisis de la situación actual .....	66
5.2	Propuesta de mejora .....	68
	CAPITULO VI.....	72
6.	Conclusiones y Recomendaciones .....	72
6.1	Conclusiones.....	72
6.2	Recomendaciones .....	73
	Referencias.....	74
	ANEXOS .....	77

## Índice de figuras

Figura 1: Organigrama de Hilacril S.A.....	3
Figura 2: Fases del proceso productivo .....	11
Figura 3: Hoja de ruta de la Administración de procesos .....	14
Figura 4: Círculos de calidad propuesto por Deming .....	17
Figura 5: Enfoque Lean .....	22
Figura. 6: Modelo de 5S .....	30
Figura. 7: Mapa General de procesos de Hilacril S.A.....	40
Figura. 8: Diagrama de proceso que agregan valor en hilatura .....	41
Figura 9: Diagrama de proceso de hilatura tipos de hilo .....	44
Figura 10: Distribución uniforme (Gráfico realizado por G. Pinto) .....	49
Figura 11 Distribución Triangular (Gráfico realizado por G. Pinto) .....	50
Figura. 12: Programación del reloj de simulación.....	51
Figura. 13: Programación para prender el balet de bultos .....	55
Figura. 14: Programación para variables e indicadores .....	56
Figura. 15: Programación para priorizar hilas.....	57
Figura. 16: Programación para etiquetados .....	57
Figura. 17: Programación para cambiar Work Items .....	58
Figura. 18: Cuadro de propiedades de recursos .....	58
Figura 19: HILACRIL elaboración de TOPs .....	64
Figura 20: HILACRIL proceso de hilatura, ventana principal (SIMUL8) .....	65
Figura 21: Proceso de corte maquinas CG12, CG13 y Segundo Pasaje .....	67
Figura 22: Comparación de indicadores del modelo Norma y Mejora .....	69
Figura 23: Comparación de productividad modelo Normal y Mejora .....	70
Figura 24: Comparación de productividad operador maquinas de corte .....	71

## Introducción

### **Antecedentes de la empresa Hilacril S.A.**

La empresa HILACRIL S.A. fue constituida en el año de 1974 con el propósito inicial de elaborar hilos de acrílico y comercializarlos en el mercado nacional, concentrándose en compañías que se dedican a la confección de prendas de vestir. Luego de varios años de dedicarse a la actividad de hilado acrílico, la empresa incursionó en la confección de tapices para muebles de oficina y tapicería de vehículos. Tras el paso de los años HILACRIL S.A. siente la necesidad de diversificarse dentro de sus actividades, razón por la cual en el año 1996, la empresa irrumpe en la confección de prendas de vestir, principalmente en la elaboración de sacos y chales. Al ser productos de excelente calidad, rápidamente logra establecerse en el mercado nacional y ganarse un buen espacio en la mente del consumidor. También desarrollaron otros productos como: chalinas, pashminas y bufandas.

La empresa comercializa sus productos a través de varias tiendas a nivel nacional e internacional por medio de la cadena de tiendas D&Bond. Con una gran acogida y reconocimiento de la calidad, los productos de esta reconocida fábrica, incursionan en el mercado nacional, estableciendo contactos, ventas y distribuciones en varios países tales como: Estados Unidos, Canadá, Chile, México, Colombia, Costa Rica, Bolivia, Reino unido entre otros.

HILACRIL S.A. tiene su fábrica distribuida en varias áreas de producción de la siguiente manera: corte, hilatura, tintorería, confección, tejeduría, administración y punto de venta. En cada área se elabora diferentes tipos de productos que sirven como insumos para las áreas siguientes, creando una cadena de producción dinámica y eficiente dentro de la empresa.

La fábrica maneja un sistema ERP (Enterprise Resource Planning) en el que se tiene toda la información administrativa y de productos, la cual refuerza la planificación de producción, control y trabajo. Actualmente la empresa cuenta con alrededor de 270 empleados, contratados directamente y están distribuidas

en toda la fábrica. Dentro de la organización además se promueve valores como: ética, responsabilidad, compromiso, honestidad, respeto, compañerismo, lealtad, puntualidad e igualdad.

Con la finalidad de mantenerse a la vanguardia de las necesidades de sus clientes, HILACRIL S.A. cuenta con un departamento de diseño, el cual está en constante desarrollo de nuevos modelos de prendas para innovar dentro del mercado nacional e internacional, de la misma forma, dentro de la empresa se realizan análisis y rigurosos controles de la calidad, implementados en cada una de las actividades.

***Productos Principales:***

- Hilos acrílicos para tejer
- Sweaters                      Damas y Caballeros
- Chales                         llanos/con cuero
- Chalinas                       llanos/con cuero

***Otros Productos***

- Pashminas
- Bufandas
- Telas

**Organigrama de la empresa Hilacril s.a.**

HILACRIL S.A. es una empresa privada, conformada como sociedad anónima (S.A.), esto quiere decir, que tiene una junta de accionistas la cual está encargada entre algunas funciones de elegir a un gerente general que los represente todo el tiempo en las actividades de la organización.

Debe ejercer como administrador, mantener al tanto a la junta general de accionistas sobre las actividades realizadas y las decisiones que se van tomando en el transcurso de su periodo, además comparte responsabilidades con la persona designada como presidente de la compañía para la toma de decisiones entre otras.

Otra área importante es el departamento de Recursos Humanos, donde se designa a una persona para el cargo de Gerente de RRHH, el cual se encarga de la contratación de personal, capacitación, dirigir los beneficios y requerimientos. Así mismo, dentro del esquema de la organización tienen jefes de áreas quienes están encargados de planificar la producción, ejecución y supervisión del personal. En el área de Administración, están comprendidas las áreas de Contabilidad, Costos, Cobranzas, Exportaciones e importaciones y Sistemas.

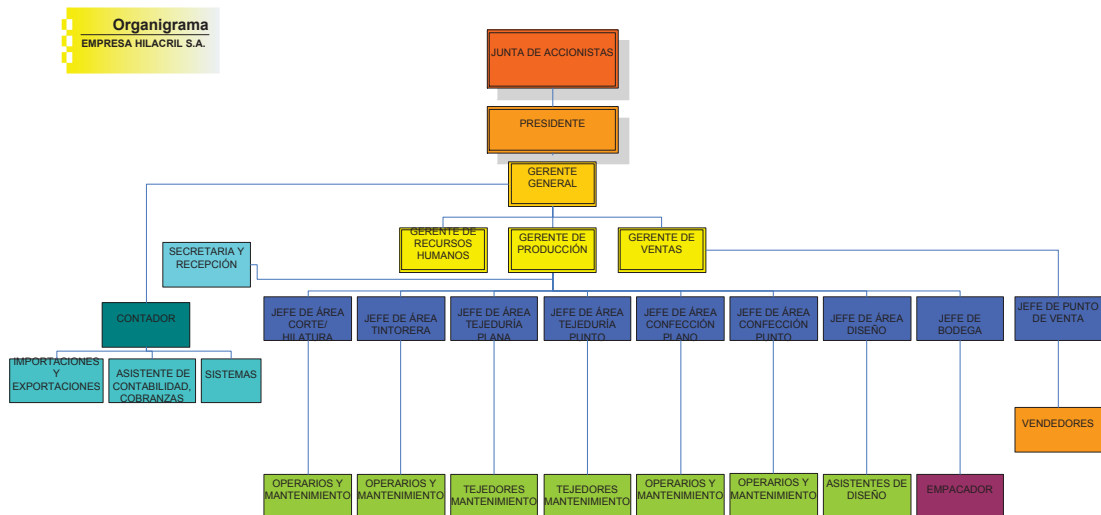


Figura 1. Organigrama empresa HILACRIL S.A.

Tomado de: Archivos Hilacril S.A.

### Orientación de la empresa Hilacril S.A.

La empresa HILACRIL S.A. tiene como razón social y de funcionamiento:

- Elaborar y comercializar productos de alta calidad para satisfacer competitivamente los requerimientos de los clientes en aspectos de diseño, confección, durabilidad, calidad y costos dentro del mercado textil.

- Buscar siempre procesos y productos innovadores, que cumplan con las expectativas del mercado, manteniéndose siempre al tanto de las exigencias, gustos y preferencias de los compradores
- Ser un negocio rentable para todos los miembros de la organización, además de siempre cumplir con todos los aspectos legales, sociales, ambientales, etc.
- Ser una empresa que sea una fuente de trabajo para los ecuatorianos, buscando siempre la preparación, capacitación y superación de todas las personas que intervienen en los procesos productivos.

### **Planeación Estratégica**

La planeación estratégica de HILACRIL S.A. está determinada por sus objetivos y por razón comercial. Es así como, siendo una empresa textil, considera atentamente a una sociedad que cada vez exige mejores características en los productos y las exigencias competitivas del mercado nacional e internacional, las cuales aumentan constantemente; por tal motivo debe siempre estar preocupado de las exigencias del cliente, brindándole no solo un producto, sino una solución para una necesidad que se le presente para mantenerse dentro del mercado en un ámbito competitivo.

Manteniendo un constante estudio de mercado, la empresa busca determinar las necesidades y exigencias de los clientes, las cuales pueden resultar en oportunidades de mejorar la calidad y variedad de sus productos y procesos.

### **Misión**

HILACRIL S.A. tiene como misión: “Ser una empresa textil dedicada a ofrecer productos de calidad que satisfacen las necesidades de vestido complementario con prendas para climas templados y fríos, imponiendo moda y elegancia en el mercado nacional y extranjero, cumpliendo con las necesidades de nuestros clientes, generando bienestar para nuestros colaboradores y rentabilidad para los accionistas.

HILACRIL S.A. con el propósito de ser los mejores para nuestros clientes, trabajando en equipo, utilizando tecnología, estamos comprometidos con las

más altas normas de calidad; ponemos énfasis en: el cuidado del medio ambiente, el respeto a los demás, la honestidad, la puntualidad, la verdad, el compañerismo; la capacitación y la lealtad a la empresa. Sabemos que las exigencias de nuestros clientes son oportunidades de mejora.”

### **Visión**

La empresa Hilacril S.A. propone la siguiente visión:

“Una empresa como HILACRIL S.A. busca obtener los mejores resultados para lograr mantenerse en el medio como una empresa próspera y que perdure en el tiempo. La visión de ésta empresa es consolidarse como una empresa con una sólida estructura organizacional, sosteniendo un crecimiento dentro del mercado nacional e internacional. Con el compromiso de mejorar permanentemente la calidad de los productos; así como por la mejora integral en la empresa. Proyectar confianza y seguridad en nuestro trabajo.”

### **Valores**

Siendo una empresa seria que respeta todo su capital humano como recurso más importante, aplican valores como:

- Respeto
- Honestidad
- Ética
- Calidad
- Compromiso
- Compañerismo
- Lealtad
- Puntualidad

## **Razón de la investigación**

### **Descripción del problema**

En el mercado textil, la industria elabora varios productos que se diferencian en el tipo de materias primas que utilizan, lo que hace que la cantidad de productos parecidos sea muy grande. La empresa HILACRIL S.A., a lo largo de los años de funcionamiento, ha realizado modificaciones dentro de sus procesos, maquinaria, técnicas de producción e infraestructura, enfocados únicamente a la elaboración y comercialización de los productos de material acrílico, al mismo tiempo, desarrolla diversos tipos de hilos mediante la mezcla de sus hilos acrílicos con otros materiales como son la lana, nylon, algodón, polyester, etc.

Los procesos que se realizan en la planta, aunque son bastantes complejos, no les toman mucho tiempo su realización, gracias a que la mayor producción de hilo se lo realiza por medio de modernas máquinas automatizadas que pueden trabajar sin que el operario deba controlarlo todo el tiempo.

Los operarios en la elaboración de hilo, deben controlar que la maquina no sufra de producción innecesarias y siempre estar pendientes que no existan roturas en la mechas, para que la máquinas puedan seguir produciendo sin problemas de calidad y cantidad.

La presente investigación se la realizará dentro del área de hilatura, en dónde se efectúan varios procesos de elaboración de hilo de alta calidad y cantidad, pero que provoca desperdicio en exceso, evitando que la producción pudiera ser mayor. El desperdicio es conocido dentro de la industria textil como wype. Este es recolectado y vendido a terceras empresas, gestores ambientales, etc.

El desperdicio y pérdida de tiempo genera que la producción no sea la suficiente en la hilatura teniendo una producción buena pero no óptima. Los pedidos realizados a la hilatura, se cumplen siempre en cantidad y a tiempo, con muy buenos resultados y satisfacción, ya sea cliente interno y/o externo.



El problema es la alta cantidad de desperdicio generado por las máquinas, y aunque la empresa puede venderlo, está interesada en nuevos métodos internos de producción para disminuir el desperdicio y producir una mayor cantidad de hilos de alta calidad en menor tiempo y que los costos no incrementen.

### **Objetivos de la investigación**

La empresa HILACRIL S.A, genera en sus procesos una alta cantidad de desperdicio, arrojados por las máquinas de la hilatura durante la producción. Este desperdicio puede ser reutilizado parcialmente. Se cree posible reducir la cantidad, si se mejoran los procesos realizados en la hilatura de esta organización. El objetivo general de esta investigación es proponer una alternativa de mejora a los procesos de la hilatura para lograr una reducción importante de desperdicio y una óptima utilización de su materia prima.

Mientras que los objetivos específicos de esta investigación son:

1. Realizar un levantamiento del proceso de hilatura
2. Determinar los indicadores, habilitadores del proceso
3. Determinar la causa de la producción de desperdicio
4. Realizar pruebas que busquen disminuir la cantidad de desperdicio en mínimo un 10% de lo producido en el área de hilatura
5. Diseñar un plan para el mejoramiento continuo de los procesos productivos dentro del área de la hilatura en la empresa HILACRIL S.A.
6. Simular el aumento en capacidad que la planta pudiera obtener con la implementación de la mejora propuesta, con la ayuda de una herramienta digital.

## CAPÍTULO I

### 1. Marco teórico

#### 1.1 Proceso

##### 1.1.1 Definición de proceso

Debido a la amplia gama de negocios e industrias existentes en el mundo, se han dado también diferentes definiciones para proceso. La definición de proceso está relacionada directamente con proceder, es decir, significa avanzar y procesar. Según el diccionario de la Real Academia Española (2001), existen varios significados para la palabra proceso, entre los que figuran los siguientes:

1. Acción de ir hacia adelante
2. Conjunto de fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial

Aun si, existen diferentes definiciones de procesos, según la interpretación y el punto de vista del autor que se estudie, la esencia en lo que concuerdan es que, un proceso es la secuencia de actividades interrelacionadas que se realizan persiguiendo un objetivo específico, para lograr la obtención de algún bien o servicio.

Vale la pena mencionar que un proceso inicia en el momento que se empiezan a cumplir criterios de insumos y terminan cuando se cumplen criterios de los productos, o sea, cuando a las materias primas se les agrega valor para obtener un producto final.

Por tanto, para el presente proyecto, se definirá a proceso como “cualquier actividad o grupo de actividades interrelacionadas entre ellas, los cuales, tomadas conjuntamente, agregan valor a insumos o materias primas, produciendo un resultado final (producto o servicio), los cuales se suministra a un cliente externo o interno”.

La transformación de la materia prima se la produce al momento de agregar valor, ya sea, cuando se utiliza recursos humanos como mano de obra, conocimientos, ideas, esfuerzo físico, habilidad, experiencia, administrativo, etc.; o cualquier otro tipo diferente de recursos como tecnología, dinero, aportaciones de socios, utilidades, maquinaria, herramientas, edificio, oficinas, terrenos, equipos, energía, materia prima auxiliares, etc. De esta manera se logra transformar entradas en salidas; es decir, insumos en productos. Todas las actividades que se realizan dentro de un proceso deben tener una razón de ser, debe dar un valor agregado a la materia procesada para que sea razonable la existencia y la realización de la misma. Si el trabajo no agrega valor el proceso es inútil y el producto final también.

En el sector industrial y productivo, existe un solo tema que responda las interrogantes principales, qué y cómo se debe producir, una preocupación clásica de las organizaciones del país, dejando de lado la estructura organizacional, esto es, todos los procesos que se realizan a lo largo y ancho de la organización, tal y como lo dice Mariño en su libro Gerencia de procesos, donde menciona a los procesos como una arquitectura que soporta a la organización, entrega valor tanto al cliente externo como interno, los cuales son los que evalúan la calidad del producto y por ende de los procesos (Mariño, 2001, pág. 6). Concluye diciendo que la satisfacción del cliente es el principio esencial de la calidad total. Esto siempre y cuando tenga un “valor extra” o que haya adquirido características adicionales o diferentes sobre los productos terminados.

Hay muchas formas de realizar o de producir un bien, pero el método que se utilice para seleccionar estas actividades es el que establecerá el éxito. Algunos criterios que se deben evaluar son: costos, calidad, variabilidad o confiabilidad, flexibilidad, entre otros.

Pero entre lo más importante del proceso, es la rentabilidad para la empresa por la realización de las actividades en relación a la inversión de recursos.

No todas las actividades realizadas dentro de una organización son procesos, ya que deben cumplir ciertos requisitos para ser considerados como tal. Estos requisitos son:

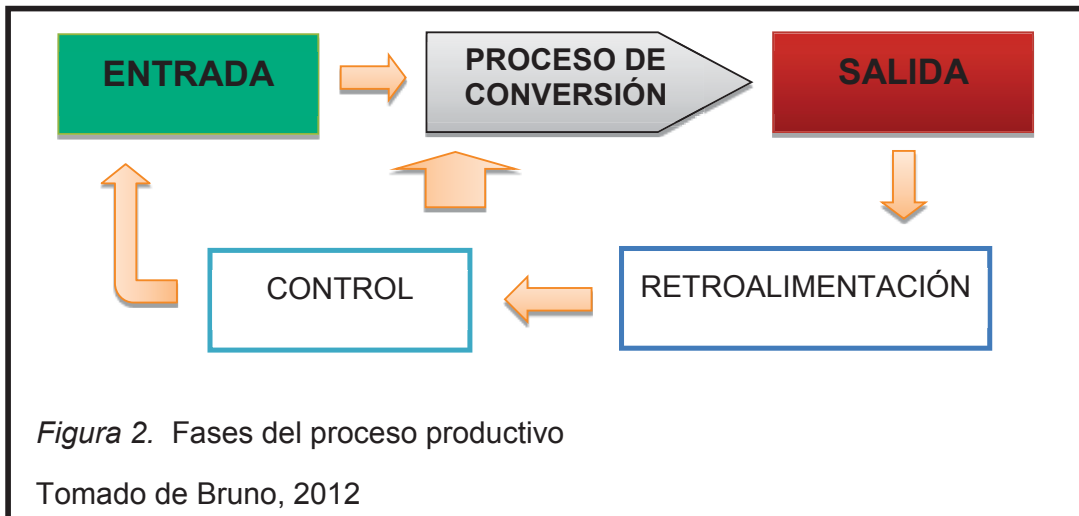
- a) Poder describir entradas y salidas
- b) Agregar valor al producto después de realizado
- c) Tener una actividad y un objetivo claro
- d) Realizar una transformación ya sea de material o información
- e) Ser fácilmente comprendido por cualquier miembro de la organización
- f) Poder identificar a los clientes y proveedores
- g) Poder describir al proceso por medio de operaciones y tareas.
- h) Tener un responsable.

Adicionalmente en un proceso debe tener los siguientes elementos bien diferenciados para desde ahí distinguir cuales son las actividades que pertenecen a un proceso:

- **Entrada.** Es el insumo, materia prima que responde a un estándar o criterio de aceptación que proviene de un proveedor interno o externo.
- **Recursos y estructuras.** Son todos los esfuerzos humanos y materiales que se utilizan en la transformación del insumo en un producto.
- **Producto.** Es la salida que representa algo de valor para el cliente externo o interno.
- **Sistemas de medidas y de control.** Son sistemas, índices, variables que se pueden medir y que sirven para dar control al proceso y obtener valores y resultados.
- **Límites y conexiones.** Son las condiciones de frontera con otros procesos y deben estar claros y definidos

Para calificación dentro del criterio de validez la presencia de estos tres elementos es indispensable para evitar la confusión con procedimiento:

- Valor agregado: Son las actividades que transforman los datos e insumos para crear información y productos o servicios para cliente.
- Traspaso (Flujo): Actividades en las que se entrega de manera interdepartamental o externa la información y/o productos
- Control: Acciones permiten que las actividades de traspaso se lleven a cabo de acuerdo a especificaciones previas de calidad, tiempo y costo establecido.



Los procesos deben estar en constante revisión para evaluar sus resultados y en caso de ser necesarios realizar cambios respectivos y modificaciones, en búsqueda de una productividad en aumento y eficiente. Con un proceso efectivo y bueno se facilita lograr un mayor aprovechamiento de los recursos de una empresa.

### 1.1.2 Gestión por procesos

Una vez claro que no existe un producto sin un proceso y no existe un proceso sin un producto, también demos entender que una empresa, del tipo que fuere, es tan eficiente como lo son sus procesos. Según Mariño 2001 "...en toda industria, la orientación hacia los procesos, forma parte de la cultura de organizaciones exitosas."

Las industrias han ido modificando su forma de trabajo y sus productos a lo largo de los años. En un inicio, las industrias producían lo que creían necesario para el mercado y era ofertado a un precio estimado en los mercados. No existía mucha variedad de productos, por lo que, los clientes tenían que acoplarse a los insumos disponibles y adquirir lo que se acercaba más a sus necesidades y expectativas. Pero a medida que pasó el tiempo, fue evolucionando el criterio del comprador, volviéndose más exigente, con un pensamiento selectivo y estricto, ocasionando que las empresas que ofertaban productos y servicios deban realizar cambios drásticos y fuertes en las variables y la forma como producían, además de la comercialización de sus productos, para acoplarse a lo que el consumidor necesitaba y buscaba, hoy en día los requerimientos del cliente es lo más importante dentro de las empresas, ya que gracias a ellos, las industrias existen y perdurarán a lo largo del tiempo.

La gestión por procesos es un diseño de estructura diferente a la clásica, ofrece una visión sistemática de las actividades, destruyendo así, el clásico error de ver a una empresa como procesos aislados uno del otro. Esta metodología prima la visión y necesidades de los clientes, busca ir generando un valor agregado sobre un tipo de materia prima, para lograr obtener un producto o servicio que cumpla todos los requisitos y satisfaga al consumidor

Esta gestión por procesos busca:

- Hacer que la organización se centre en el cliente y sus necesidades
- Aumentar la capacidad para competir en el mercado, mejorando el uso de los recursos disponibles y predecir y controlar el cambio.
- Permite una visión sistemática de la organización, verla como un todo y no como procesos aislados unos de otros.
- Desarrollar un sistema completo de evaluación por áreas pero en función de los objetivos de la empresa.
- Prevenir posibles errores en los procesos.

Lo positivo de la gestión por procesos es que, si la organización está dispuesta a estructurarse sobre esta metodología, alinea los objetivos empresariales con las necesidades de los clientes. Utilizando solo actividades productivas que agregan valor a los productos y describe como son los flujos de trabajo, información y materiales. Si el compromiso es total a este tipo de gestión, todos los miembros de la empresa trabajan para cumplir los requisitos de los clientes y especialmente para satisfacer las necesidades del mercado.

Dentro de las organizaciones se realizan distintos tipos de procesos (La Gestión por procesos, 2008): procesos operativos, de soporte, estratégicos o múltiples actividades donde es factible que se cometan errores, entorpeciendo el trabajo y transformándose en operaciones ineficientes e ineficaces. Esto ocurre cuando se mal utiliza los recursos humanos y de capital afectando directamente en los factores de la productividad (costo, tiempo, calidad).

Con una gestión de procesos bien estructurada, bien manejada e implementada, con objetivos claros y con recursos adecuados conjunto a una correcta planificación se puede optimizar y aumentar de forma considerable la productividad.

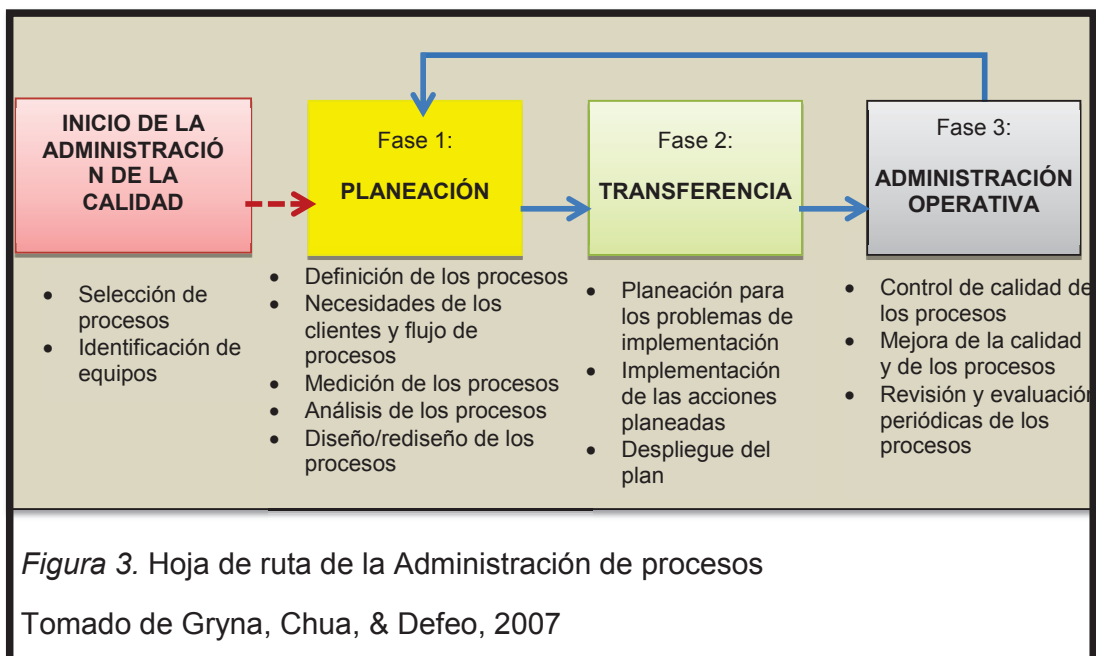
Es muy importante que haya responsables de las actividades, éstos deben ser quienes supervisen y realicen las actividades correctamente. Todas las actividades deben ser supervisadas o se corre el riesgo que no sean realizadas, todos deben seguir reportando a la gerencia pero existe mayor libertad en las acciones. La gestión por procesos se divide en fases que deben ser realizadas para la aplicación de esta metodología. En estas fases se establecen los objetivos y productos, se describen los procesos, se realiza un análisis, control y mejoras de resultados obtenidos; con el propósito principal de mejora continua y mejoramiento de los procesos (Gestión por procesos, 2009).

“Tales fases son:

- 1. Identificar clientes y sus necesidades*
- 2. Definir servicios/productos*

3. *Desarrollar el mapa de procesos*
4. *Describir procesos*
5. *Diagramar procesos*
6. *Análisis de datos y mejora del proceso”*

Para la aplicación de la metodología de la Gestión por Procesos autores como Juran aconseja a seguir una “Ruta de la administración de procesos”, (Gryna, Chua, & Defeo, 2007, págs. 196-197), como se muestra en la siguiente gráfica



Según Juran esta ruta requiere que se realicen labores que relacionen los mapas de procesos, mejoramiento de procesos, rediseños, indicadores de gestión y documentos de los procesos, y desde ahí avanzar en cada una de las etapas. Es responsabilidad de la alta gerencia determinar primero los procesos importantes para la organización, considerando los factores críticos para el éxito de la misma y segundo cuál de estos procesos tienen problemas o no están satisfaciendo al cliente o a la alta dirección.



## **1.2 Mejoramiento Continuo**

### **1.2.1 Definición de Mejoramiento Continuo**

La mejora continua permite a la empresa estar en constante búsqueda de la excelencia y mejorar sus actividades para aumentar competitividad y eficacia, disminuyendo costos y aprovechando las oportunidades para lograr satisfacer las necesidades de los clientes. El mejoramiento continuo debe otorgar muchos más beneficios que el esfuerzo demandado, además debe ser económico y fácil de realizarse, otorgando posibilidades de crecimiento.

Para una organización debe ser un proceso de suma importancia, siempre impulsada por los trabajadores y principalmente por la alta gerencia “Mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso” de esta manera se estará enfocando a la organización para que sea aplicada y se mantenga en cada actividad”. (Harrington, 1998)

En el país muchos negocios se han manejando persiguiendo metas a corto y mediano plazo, lo que ha provocado que no se alcancen niveles óptimos de calidad de los productos y/o servicios, lo cual ha hecho que la rentabilidad no sea la deseada y más alta posible.

El éxito está directamente relacionado con la calidad establecida por la misma empresa para sus productos y sus empleados, un control minucioso y preciso es la aplicación de la mejora continua.

Por tener una mala planeación estratégica las empresas han realizado grandes sacrificios físicos e intelectuales, descuidando los costos y el desperdicio de sus procesos para realizar las actividades inmediatas para el cumplimiento de metas temporales.

Las empresas que no persigan constantemente la mejora en el ambiente tan competitivo como el mercado actual están resignándose a quedar relegados y perder muchas oportunidades de crecimiento, tal y como Monden argumenta

en su obra, en casi todo lo que existe en nuestro alrededor hay oportunidades de mejora, el problema que se presenta siempre es la identificación del problema dentro de un proceso y el establecimiento de los pasos a seguir, y determinar los pasos siguientes para aprovechar las posibilidades de mejora (Monden, 1991). La meta de las empresas debe estar siempre enfocada en la búsqueda real, que es el crecimiento económico.

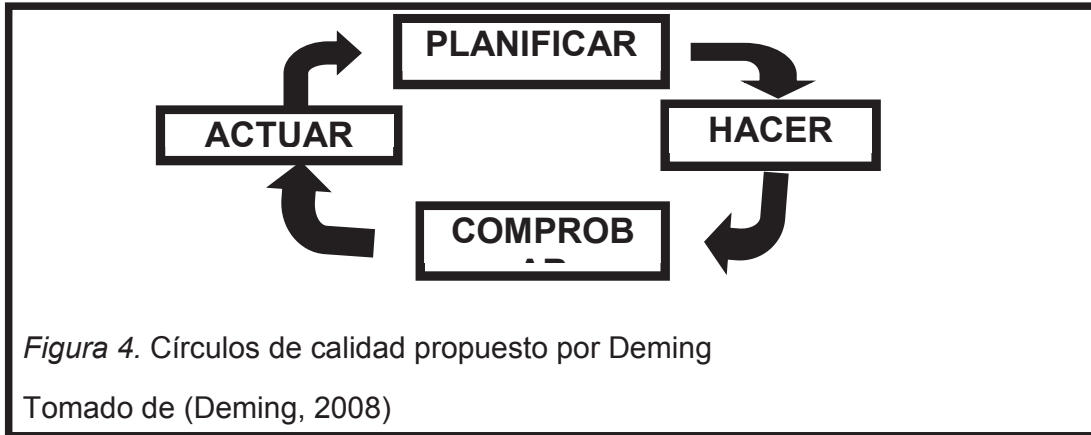
Es más rentable para las empresas entrar en un proceso de mejora continua sostenida, que realizar grandes inversiones puntuales que no resuelvan los problemas de fondo. Se logrará una solución momentánea, pero luego se volverá a la situación inicial de conflicto. El primer paso fundamental es inculcar en todos los miembros de la empresa una cultura de mejora. Si la mentalidad de un trabajador está enfocada en la mejora están casi asegurados los resultados positivos.

Para la mejora se debe analizar la situación de una empresa, detectar las falencias y problemas en las actividades, para así determinar que se puede hacer y qué pasos se deben seguir, evaluar lo realizado y así obtener la información necesaria para lograr procesos de calidad. Hay muchas barreras que deben superar tanto las organizaciones como en los individuos, que es el miedo al cambio y poca aceptación a las modificaciones, especialmente si se requiere de inversiones, más trabajo o mayor esfuerzo algo que pocas veces están dispuestos a realizar. Se necesita de personas proactivas que estén interesados en mejorar y buscar donde hay posibilidades de cambio para obtener mejores resultados. Cuando se desarrolla una mentalidad de mejora se logra que las personas y las organizaciones sean más competitivas (Hernández, 2009).

Para cualquier propuesta de mejora se debe realizar una planificación de cambios y acciones a tomar. Las mejoras deben ser evaluadas y analizadas por los involucrados. Si se trabaja en equipo las mejoras serán aplicadas más fácilmente haciendo que disminuyan las fallas y serán realizadas de forma casi automática (Monden, 1991)

### 1.2.2 Ciclo de Mejora Continua

En la mejora continua comúnmente se utiliza el círculo de calidad propuesto por Deming el cual establece que los ciclos deben estar establecidos por los siguientes pasos Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.



*Figura 4.* Círculos de calidad propuesto por Deming

Tomado de (Deming, 2008)

El círculo propuesto por Deming es una forma en la que las empresas pueden realizar las actividades de mejoramiento buscando resultados y continuamente obtener una retroalimentación de los resultados obtenidos para seguir mejorando y no parar cuando creen que han llegado a la solución. La figura expuesta muestra como implementar los procesos de mejora, con retroalimentación de información para la empresa y trabajadores que ayudará a eliminar actividades que no agreguen valor a los productos o sean causantes de defectos y fallas. Siempre con una retroalimentación de resultados (Monden, 1991).

### 1.2.3 Implementación de la Mejora Continua

Como se mencionó anteriormente en el punto 1.2.1, el mejoramiento continuo sirve para identificar problemas que existen en la empresa e implementar cambios positivos que la hagan progresar y ahorrar dinero, puesto que estas fallas cuestan dinero. La labor de los empresarios es buscar mejorar y lograr cada vez menos defectos en los procesos para aumentar la productividad, obtener mayor beneficio y satisfacer las necesidades de los clientes, ya que

gracias a ellos las empresas existen. Además de las inversiones en tecnología, las empresas deben destinar recursos (dinero y tiempo) para una constante capacitación del personal, ya que parte fundamental del mejoramiento es el compromiso de los trabajadores involucrados con su trabajo. El compromiso, es la herramienta más útil en la mejora continua y esto tiene un efecto positivo ya que si los resultados del trabajo son mejores, la satisfacción aumentará haciendo que el ambiente laboral también se renueve.

No existe una técnica fija o una metodología estrictamente definida para la aplicación de la mejora continua, aun así tiene varias herramientas que apoyan a su implementación, para evitar variaciones, mejorar y organizar los procesos productivos; estas herramientas pueden aplicarse en cualquier empresa sin importar su actividad comercial.

La política para la mejora continua es la organización y la toma de decisiones correctas siempre y cuando exista un seguimiento sobre los resultados.

Estas herramientas, que han ido evolucionando y mejorando en el tiempo son muy renombradas y de actual aplicación como:

- Six Sigma,
- Teoría de las restricciones, TOC
- Sistema de producción de Toyota,
- Lean Manufacture (Manufactura esbelta),

Entre otras, que pueden ayudar en la mejora continua del proceso.

#### **1.2.4 Sistema de Producción de Toyota (SPT O TPS)**

Durante mucho tiempo se ha buscado formas y técnicas de reducir costos por medio de eliminación de actividades en la producción que no agregan valor a los productos.

Se busca satisfacer a los clientes brindando servicios y productos de calidad a buenos precios. Se pretende una reducción del desperdicio en la producción y poner en práctica la metodología de producción conocida como “justo a tiempo”

El ejemplo más renombrado lo tienen los japoneses de la empresa automotriz Toyota, como se describe en el libro de Yasuhiro Monden, después de la Segunda Guerra Mundial desarrollaron técnicas para competir contra las industrias occidentales que disponían de muchos recursos y que tenían mayor participación en el mercado que ellos. El problema era que los recursos eran escasos después de la debacle económica ocasionada por el conflicto bélico que sufrió el mundo (Monden, 1991).

Así mismo concluye argumentando que el propósito fundamental de los japoneses era incrementar la productividad y reducir los costos por medio de constante revisión de los mismos. “Para lograr esto pusieron especial énfasis en tratar de eliminar en las plantas productivas todo tipo de actividad innecesaria en los procesos productivos y buscar procedimientos que sean la solución.” (Monden, 1991).

La idea básica del sistema de producción de Toyota es la obtención del tipo de unidades en el tiempo y en la cantidad que es requerida. La aplicación de esto consiste en la eliminación de los inventarios innecesarios de productos en fabricación y de productos terminados.

El objetivo principal es la reducción de los costos de producción, pero además lo complementan 3 sub objetivos que se persiguen para lograr el principal (Monden, 1991).

1. Control Cuantitativo, al permitir la adaptación, en cantidad y variedad, a las fluctuaciones diarias y mensuales de la demanda.
2. Calidad asegurada, al tener la certeza de que cada proceso únicamente proporcionará al proceso siguiente unidades aceptables.
3. Respeto por la dimensión humana, en cuanto el sistema utiliza recursos humanos para alcanzar sus objetivos de costo.

Hay varios conceptos claves en los cuales se basa esta metodología que es el Just-in-Time que ayuda para la producción en cantidad y calidad correctas, en el tiempo preciso; y el autocontrol de defectos para evitar que afecten al proceso siguiente. La manufactura esbelta nació con el mismo concepto.

Como lo afirma Niebel en su libro Ingeniería Industrial; mejor producción y eliminación de desperdicio con la búsqueda de la reducción de costos. “Los sistemas de producción que existían eran eficientes cuando había alto rendimiento; pero en los tiempos de crecimiento moderado se tornaron en problemas” (Niebel & Freivalds, 2004). Con esta técnica se puso atención a la eliminación de desperdicio, reducción de costos y aumento de eficiencia.

Como lo señala el SPT, existen 7 tipos de desperdicios en los procesos productivos y que también son determinados por el sistema de producción de Toyota: (Niebel & Freivalds, 2004)

1. Sobreproducción
2. Transporte innecesario
3. Tiempos de espera
4. Movimientos de personal
5. Inventarios
6. Defectos o reprocesamientos
7. Sobre procesamiento

En el sistema de producción de Toyota y la manufactura esbelta no existen metodologías definidas ni teorías escritas, sólo se basa en la constante búsqueda de nuevas formas más fáciles y menos costosas de hacer las cosas para volverlas más eficientes. Se debe eliminar toda actividad que no agregue valor; ya que esto es un mal uso de recursos realizando actividades inútiles que ocupan tiempo irrecuperable (Data-Driven, 2009).

### 1.2.5 Manufactura Esbelta (Lean Manufacture)

La manufactura esbelta es una metodología de producción en la cual se toma en cuenta desde la materia prima hasta cuando el producto terminado es entregado al cliente final, en una constante búsqueda de la manera más eficiente de realizar el trabajo para alcanzar los objetivos de la mejor manera posible.

El TPS se creó para ser implementado en la compañía automotriz japonesa para competir contra las empresas de occidente.

Pero al ver que los japoneses tuvieron tal crecimiento y éxito con esa metodología los occidentales crearon la manufactura esbelta o conocida también como “Lean manufacture” que buscaba lo mismo. Con algunos cambios se ha hecho que estos modelos sean aplicados para la manufactura en general. Pero los principios son los mismos

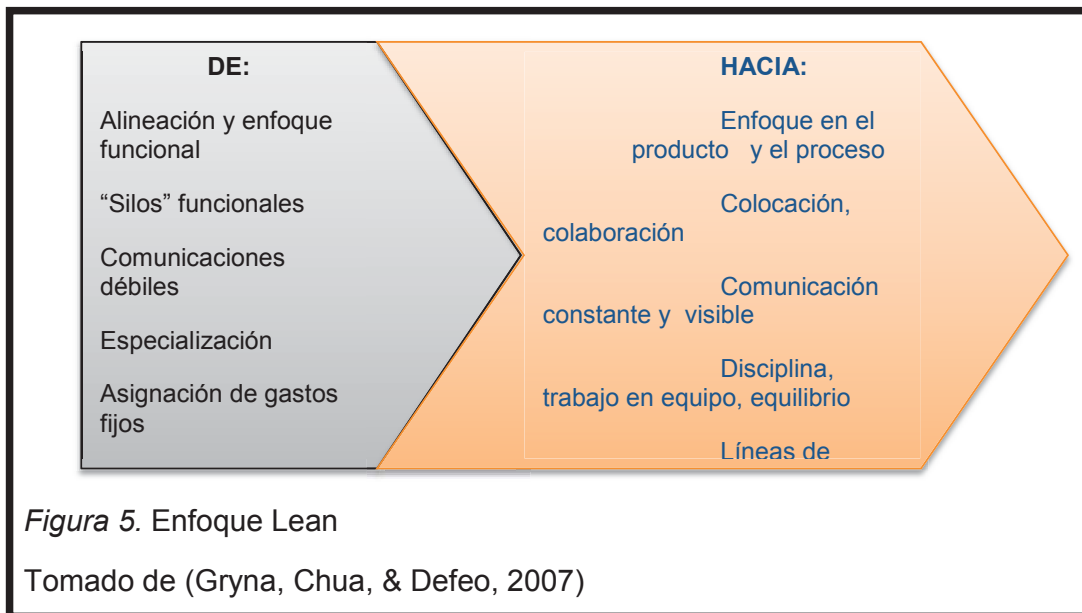
La manufactura esbelta además persigue como objetivo principal inculcar una costumbre de mejora continua que permita progresar y aumentar la satisfacción de los clientes manteniendo un buen margen de rentabilidad.

La metodología de *LEAN* se basa en: (Niegel & Freivalds, 2004)

- **Definir valor de procesos** Enfoque en actividades que agregan valor
- **Flujo de trabajo;** Crear un flujo de trabajo para que todas las actividades estén concatenadas, haciendo que los procesos sean eficientes y productivos.
- **Producir por pedido para clientes;** Con el flujo ya establecido y con mejora continua involucrado en cada proceso, la organización debe producir para los clientes y no bajo pronósticos de ventas a largo plazo.
- **Perseguir la mejora continua;** Al momento que la empresa empieza a funcionar de manera correcta reduciendo siempre el desperdicio, debe enfocar esfuerzos constantes en añadir eficacia a sus procesos productivos.

### 1.2.5.1 Características Lean

En la figura se muestran las características de una empresa tradicional y una con enfoque lean en el cuál adicionalmente se puede identificar ligereza, rapidez, exactitud, visibilidad y multiplicidad.



### 1.2.5.2 Misión de Lean

El mayor defecto de las compañías, es creer que las cosas las están haciendo bien y que no deben cambiar. Pero estas visiones tradicionalistas son las que no permiten que los pensamientos de LEAN sean aplicados correctamente.

Al final de todo, para lo que las empresas implementen la metodología Lean y que sus procesos logren, como lo describen en su libro de Método Juran. Análisis y planeación de la calidad (Gryna, Chua y Defeo, 2007), lo que se debe buscar es:

- El menor tiempo posible de mando
- El nivel óptimo de inventario estratégico
- El mayor orden de servicio práctico para el cliente
- La mayor calidad posible (bajo índice de defectos)



- El menor desperdicio posible

En conclusión, ni la metodología LEAN, ni el TPS, son formas de trabajo; tampoco existe una teoría rígida para la aplicación de éstos temas, así que no se lo debe confundir o tergiversar su significado, ya que solo es una forma de pensar y actuar en la que siempre se está buscando mejoras para las actividades que se realizan a lo largo de los procesos productivos. Son herramientas sencillas que bien aplicadas pueden servir para que una empresa progrese de una forma constante y positiva siempre enfocadas en el cliente.

### **1.2.6 Herramientas para el Mejoramiento Continuo (Kaizen)**

El Kaizen es una de las mejores herramientas, en la aplicación de mejora continua, ya que resume un poco las ideas de los sistemas creados tanto en oriente como en occidente, debido a que se concentra mucho en los procesos y en la gente, que son los promotores principales de la mejora.

La mejora en las empresas ha dejado de ser una opción para convertirse en una obligación, aprovechar las muchas ventajas en la aplicación del Kaizen para obtener procesos eficientes y conseguir una reducción de costos, persiguiendo el cumplimiento de los objetivos planteados por la organización de la manera más óptima. Esta metodología busca por medio de la adecuación de sus herramientas, soluciones para cada empresa y sus necesidades, falencias y fortalezas específicas.

Muchas de las ventajas que se puede destacar de la metodología Kaizen como lo hace Lefcovich en el artículo de título Ventajas y Beneficios del Kaizen son:

- “Disminución en la cantidad de accidentes.
- Reducción en fallas de los equipos y herramientas.
- Reducción en los tiempos de preparación de maquinarias (set up).
- Aumento en los niveles de satisfacción de los clientes y consumidores.
- Mejoramiento en la autoestima y motivación del personal.
- Altos incrementos en materia de productividad.

- Importante reducción de costos, aumento en los beneficios y rentabilidad.
- Mejoramiento en los diseños y funcionamiento de los productos y servicios.
- Menores niveles de desperdicios. Con su efecto tanto en los costes, como así también en los niveles de polución ambiental, entre otros.
- Mejoramiento en los flujos de efectivo.
- Mayor y mejor equilibrio económico-financiero. Lo cual trae como consecuencia una mayor solidez económica.
- Ventaja estratégica en relación a los competidores, al sumar de forma continua mejoras en los procesos, productos y servicios. Mediante la mejora de costos, calidad, diseño, tiempos de respuesta y servicios a los consumidores.
- Mejora en la actitud y aptitud de directivos y personal para la implementación continua de cambios.
- Capacidad para acomodarse de manera continua a los bruscos cambios en el mercado (generadas por razones sociales, culturales, económicas y políticas, entre otras). Capacidad para competir en los mercados globalizados.” (Lefcovich, 2009).

Las empresas que aplican el Kaizen tendrán estas y otras ventajas que dependen del tipo de labores que realicen, siempre y cuando la mejora continua sea parte de la mentalidad de los trabajadores tal y como finaliza en su artículo. “La mejora continua permite que existan en el mercado mejores productos. Para lograr mejoras continuas e integrales se deben crear, aplicar, utilizar y analizar planes estratégicos” (Lefcovich, 2009).

### **1.2.7 Aplicación de las herramientas**

Existen varias herramientas, como las mencionadas anteriormente, que se pueden utilizar en los procesos de mejora continua que ayudan a las empresas a realizar de mejor manera sus actividades productivas siempre enfocadas en

los costos bajos y alta productividad, sin desenfocarse de su meta real que es ganar más dinero.

Entre estas herramientas están:

- Control Total De La Calidad
- Mantenimiento Total Productivo
- 5`S
- Just In Time
- Sistema Kanban

Estas herramientas buscan que la empresa sea más productiva cumpliendo con los objetivos de la mejor manera posible, buscando constantemente lograr los mejores resultados cuidando el correcto uso de sus recursos y siempre dirigidos hacia la meta de las organizaciones.

Las actividades de mejora continua deben ir enfocados hacia facilitar el trabajo al ser humano. Con un ambiente más adecuado, el trabajador puede desenvolverse mejor y aportar a la creación y mantenimiento de un lugar de trabajo que le pertenezca.

#### **1.2.7.1 Gestión total de la calidad**

El control de calidad total o gerencia en calidad total; es una manera de mejorar la productividad en todos los sectores productivos, utilizando todos los recursos humanos y de capital disponibles al alcance de cada organización. La metodología consiste en la aplicación de distintas técnicas para mejorar procesos, productos y servicios; de esta forma responder las necesidades y exigencias de los consumidores. La empresa siempre debe tener en mente que lo principal en un producto y en sus actividades es la calidad en su trabajo., siempre buscar mejorar la calidad, puesto que con mejor calidad, reducción de costos, aumento de productividad existe un mejoramiento en todas las áreas.

Un análisis corto sobre la gestión total de la calidad la hace Mendoza en su obra; Six sigma. Hacia la cumbre de la calidad.

“...en la calidad total se acentuaba la importancia de la solución de problemas puntuales con una orientación táctica. De la misma manera, la gestión de calidad total insistía bastante en el desarrollo de una cultura a través de la comunicación (pregonar la calidad) y la capacitación, mientras que seis sigma coloca el puntero en la medición, la ejecución y el seguimiento.” (Mendoza & Mendoza, 2005).

Al basarse mucho en la experiencia e intuición de los trabajadores, la gestión de la calidad total utiliza matemática básica y tanteo por prueba y error, de forma espontánea, así mismo abarca elementos interesantes para su aplicación como:

- Orientación al cliente
- Uso del mejoramiento continuo
- Cambio organizacional
- Disminución de los defectos
- Aplicación del proceso de solución de los problemas

#### **1.2.7.2 Metodología 5'S**

La técnica 5S es de las más famosas cuando se habla de mejora en una empresa, lleva este nombre debido a las 5 palabras que proviene, que en japonés lleva como primera letra S. Llega desde Japón bajo el liderazgo de E. Deming que está muy reconocida junto al mejoramiento continuo (kaizen). Surge como parte de una tendencia de mejorar la calidad, siendo sus objetivos principales eliminar obstáculos que impidan una producción eficiente.

Muchas empresas nacionales se basan en mejoras de alto costo, sin embargo es parte de nuestro diario vivir el hacer de nuestro sitio de trabajo un lugar donde nos sintamos cómodos, que valga la pena vivir con lo cual también se mejora la productividad. Las 5 s significan:

1. Seiri: Clasificar
2. Seiton: Orden
3. Seiso: Limpieza
4. Seiketsu: Estandarización
5. Shitsuke: Disciplina

Un pequeño resumen de lo que significa cada “S” como lo describe el Método Juran de Gryna es (Gryna, Chua, & Defeo, 2007):

### **“SEIRI (CLASIFICAR)**

La primera S significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar las operaciones actuales tanto de las líneas de trabajo como de las oficinas.

El Seiri consiste principalmente en:

- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.

### **SEITON (ORDEN)**

Seiton consiste en organizar y definir un lugar para ubicar los elementos que se catalogaron como necesarios y que se utilizan con gran frecuencia de modo que se puedan disponer de los mismos con facilidad y por cualquier persona inclusive si ésta no pertenece al área de trabajo.

El Seiton permite:

- Estandarizar la realización de tareas y procedimientos. La estandarización de las operaciones significa crear un modo

consistente de tal manera que cualquiera pueda realizar la operación.

- Disponer de un sitio adecuado e identificado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina o no y para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores.
- Acceder en forma rápido a elementos que se requieren para el trabajo y liberar espacio.
- Mejorar la comunicación en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- Contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock de proceso.

### **SEISO (LIMPIAR)**

Seiso o limpieza no se basa simplemente en la apariencia estética de los elementos, maquinarias, instalaciones sino también que éstas estén en perfecto estado de funcionamiento, la limpieza permite inspeccionar e identificar posibles fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones y evitar paros, accidentes, defectos en productos, entre otros.

El Seiso permite:

- Reducir el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejorar el bienestar físico y mental del trabajador.
- Incrementar el la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Mejorar la calidad del producto y evitar las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

### **SEIKETSU (ESTANDARIZACIÓN)**

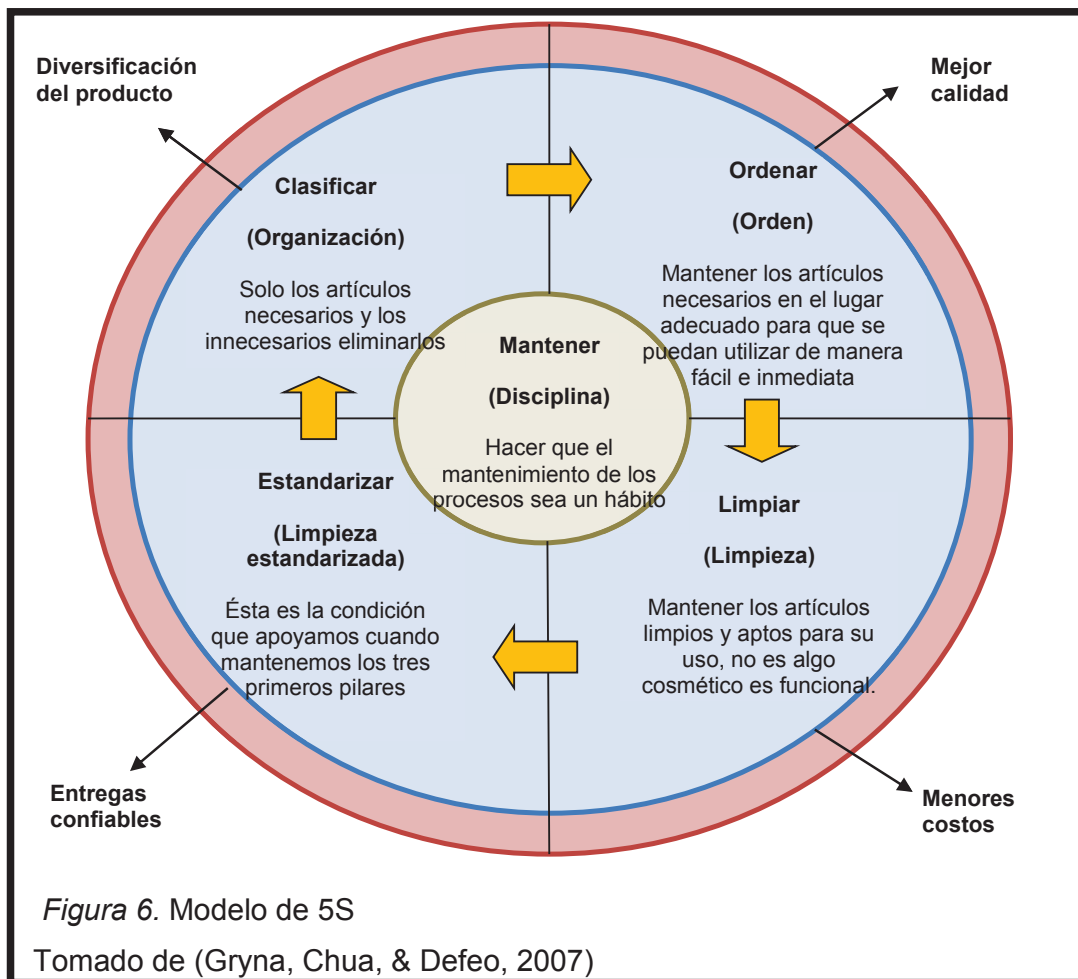
Seiketsu permite definir estándares de limpieza e inspección que mantengan la aplicación de las 3S anteriores. Los estándares son definidos por los

involucrados de la implementación de 5S, es generar un autocontrol de los estándares definidos a voluntad propia y sin ningún tipo de imposición. Los estándares son elaborados por los involucrados del área.

El Seiketsu permite:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S
- Mejorar el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Evitar errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- Preparar al personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Mejorar los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

## SHITSUKE O DISCIPLINA



La disciplina consiste en convertir en hábito la implementación de las 4'S anteriores; su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente." (Gryna, Chua, & Defeo, 2007)

En este punto lo primordial es el autocontrol de cada persona que conforma la empresa, es respetar y hacer respetar lo establecido; asegurando que se sigue fielmente los instructivos y/o manuales. Es necesario realizar auditorías de cada una de las áreas, secciones, líneas de trabajo, etc., utilizando un formato



preestablecido para facilitar esta actividad, dejando preferiblemente constancia fotográfica de lo encontrado.

Para lograr una correcta aplicación de las 5s y su disciplina es vital el extremo compromiso de los dirigentes de las empresas y los jefes de área, ya que ellos deben ser quienes incentiven constantemente esta cultura. Para lograr esto se debe implementar algunos pasos y respetar ciertos criterios como se describe en el Manual de la implementación Programa 5s:

- “Respetar a los demás y hacer respetar las normas del sitio de trabajo.
- Llevar puesto los equipos de protección.
- Tener el hábito de limpieza.
- Convertir los detalles en hábitos.” (Vargas, 2009)

### **1.2.7.3 Sistema KANBAN**

El Sistema Kanban ha sido mal interpretado por muchos creyendo que es el sistema de producción de Toyota.

El Kanban se orienta al método de gestión de la producción “Just in Time”. Según Yasuhiro (Monden, 1991) “...es un sistema de control en los procesos. El método Just in Time se verá sumamente complicado si no se efectúan sistemas de control.” Existen dos clases de Kanban: transporte y orden de producción. El de transporte indica cuantas unidades debe recoger el proceso subsiguiente; y el de producción señala la cantidad a producir en el proceso anterior.

El Kanban es una ficha técnica con todos los datos necesarios para poder realizar los procesos productivos correctamente, contiene datos de producción como: tipo, cantidad, medios a utilizarse, y forma y lugar de entrega. Es un sistema de tarjetas sencillas que manejan la información fundamental y elementos adicionales para lograr una producción compleja, además es un sistema de control sobre el cumplimiento de los pasos necesarios para la fabricación de un producto.

También ayuda a identificar defectos o anomalías en los procesos y realizar los ejercicios de trazabilidad. Las dos funciones principales de este sistema son el control de la producción y la mejora de procesos. Es una herramienta muy útil para control de flujo de recursos.

Los objetivos del Kanban son comunes con los del kaizen, manufactura esbelta, sistema de producción de Toyota, y son:

- Incrementar la fuerza de trabajo y productividad
- Minimizar el stock de inventario, reducción de inventario en proceso y desperdicios.
- Recortar tiempos muertos, reducción de desperdicio de tiempo.
- Incrementar el nivel de servicio al cliente

#### **1.2.7.4 Mantenimiento Productivo Total (MPT o en ingles TPM)**

Está enfocado hacia el aumento de efectividad de equipos durante su vida útil. Nació en Japón en los años sesenta, como una forma de control y programas de mantenimiento para los equipos de alta tecnología. La maquinaria al volverse más compleja; las empresas crearon los departamentos de mantenimiento. Algunas por perseguir la reducción de costos y mejorar eficiencia han utilizado el TPM para esto, buscando que los mismos operarios sean a la vez los encargados del mantenimiento de sus equipos.

Mantenimiento es buscar un nivel de disponibilidad de los equipos asegurando la producción de calidad, al mínimo costo y con el máximo de seguridad para el personal. El TPM utiliza los principios del mantenimiento preventivo pero agrega un plan de mantenimiento contante para toda la vida útil de los equipos, con más tareas para su fiabilidad y durabilidad.

El TPM busca solucionar problemas fundamentales como:

- Tiempos muertos o paras en el sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos

- Productos defectuosos o malfuncionamiento de maquinaria

Se agrega al TPM los siguientes aspectos: Mantenimiento: Preventivo, Autónomo, Correctivo. Además de conceptos de Mantenimiento basado en el tiempo (MBT) y el Mantenimiento basado en las condiciones (MBC).

#### **1.2.7.5 Justo A Tiempo**

La metodología Justo a tiempo (JIT por sus siglas en ingles) es parte del concepto de la administración de flujo de materiales.

Justo a Tiempo busca asegurar que la producción no exceda las necesidades inmediatas, persigue la reducción de costos y los niveles de inventarios a lo justo y necesario, a la vez de disminuir los tiempos de fabricación. Una de las definiciones más claras y ciertas de la metodología Justo a tiempo es que, las empresas sean capaces de fabricar y suministrar las mercancías necesarias, cuando se necesiten y en las cantidades correctas para que ésta pueda responder de manera positiva y económica frente a los cambios que se dan en el mercado.

Las variables que se deben manejar para establecer la ventaja competitiva son: flexibilidad, costos, calidad, servicio, innovación. Cada empresa debe escoger cual variable va a utilizar para marcar la ventaja competitiva en el mercado.

Hay 4 objetivos principales que se busca con la metodología JIT:

- Atacar los problemas fundamentales (aumentar capacidad productiva)
- Eliminar despilfarros (eliminar actividades que no agreguen valor al producto y hacerlas bien)
- Buscar simplificar las actividades (gestión más eficaz)

- Diseñar sistemas para identificar problemas

Los objetivos del Just-in-time suelen resumirse en la denominada Teoría de los cinco ceros, siendo estos:

1. Cero tiempo al mercado
2. Cero defectos en los productos
3. Cero pérdidas de tiempo
4. Cero papel de trabajo
5. Cero stock

A lo que suele agregarse un sexto "cero": Cero accidentes.

Los costos para la aplicación del método Justo a Tiempo no son muy altos. La empresa debe estar dispuesta a capacitar a su personal; ya que se requiere que los trabajadores hagan conciencia sobre las actividades que realizan para evitar el desperdicio. Si los trabajadores aplican buenas prácticas en sus trabajos se obtendrá resultados positivos para la empresa, haciéndola más competitiva, con una reducción de costos, y una producción más flexible.

### **1.3 Simulación**

Para la representación del trabajo se realizará una simulación sobre el proceso actual en la cual se demostrarán los resultados que se obtienen actualmente. Luego se representará una simulación con la propuesta de mejora.

Para mejor comprensión de la simulación es importante tener claro ciertos conceptos que se utilizarán.

#### **1.3.1 Variable Aleatoria**

La variable aleatoria, es una función que asocia un número real  $X$  a eventos que ocurren al azar. Como se argumenta en el libro Análisis probabilístico "El término aleatoriedad se refiere a aquella situación en la cual la ocurrencia de

un evento dado no puede explicarse más que por intervención del azar” (Zapata, 2010).

Existen las variables independientes, dependientes y estas se relacionan de acuerdo a sus resultados. Determinar el tipo de variable en la simulación es de vital importancia, pues representan la incertidumbre presente en el ambiente.

### **1.3.2 Sistema**

Se denomina a la persona, grupo, departamento, lugar, etc., que se compone de partes o elementos unidos entre sí por flujos o con un propósito en común u objetivo determinado, los cuales funcionen dentro de una organización.

Según Himmelblau y Bischoff “...es la disposición de elementos (divisiones arbitrarias y abstractas del proceso) que están unidos entre sí por flujos comunes de materiales y/o información. Dentro de un sistema se encontrarán: entradas, un proceso, salidas y la respectiva retroalimentación” (Himmelblau & Bischoff, 2004). Para el caso de Hilacril S.A., el sistema a simular es el proceso de hilatura, donde el inicio del sistema es el ingreso de la fibra acrílica y el final es el embalaje del hilo terminado.

### **1.3.3 Distribución probabilística**

Es una función que recoge los valores de datos o variables, es decir asigna cada suceso a la variable aleatoria dado bajo un evento. Es una función matemática que busca establecer la variación en la aleatoriedad de una variable.

### **1.3.4 Simulación digital**

Existen diferentes tipos de simulación que se pueden realizar, desde simulaciones manuales como planos, esquemas físicos, experimentales, representaciones gráficas de procesos, etc., y actualmente con el impulso tecnológico, ha crecido las tendencias en hacer simulaciones digitales. Es una técnica que permite imitar en un computador el comportamiento de un sistema

hipotético o real según ciertas condiciones particulares de operación. Las herramientas de simulación de procesos aportan con los siguientes beneficios

Las herramientas que se utilizan en la simulación de procesos aportan con los siguientes beneficios:

- Capacidad para entender un sistema sin necesidad de construirlo o modificarlo.
- Ahorro de tiempo y dinero en la fase de concepción y desarrollo de nuevos productos.
- Posibilidad de probar diferentes opciones de un modo rápido y fácil.
- Mejorar la comunicación de ideas dentro de la organización

La simulación es una gran herramienta para proponer una solución a un problema que se presenta dentro de un sistema, sin tener que utilizar recursos.

La simulación presenta un posible escenario el cual puedes obtener ciertos resultados con una mejora propuesta y con lo mismo se puede empezar a analizar acciones futuras sin realizar ninguna inversión de tiempo ni dinero.

### **1.3.5 Simul8**

Para la simulación del proceso se utilizó el programa Simul8. En el cual según la página oficial del programa, (Simul8, 2010) es un paquete informático para simulación de eventos discretos, en el que se logra modelar cualquier sistema de producción de bienes o servicios, y observar su funcionamiento en tiempo virtual, detectar cuellos de botella y restricciones, y probar diferentes alternativas de mejora, todo esto, sin alterar el sistema real. Para el caso de la fábrica de Hilacril S.A., se pueden hacer cambios en los procesos e actividades cotidianas en la hilatura, buscando mejorar el flujo de materia prima y producto terminado para el siguiente proceso, la utilización del personal y la rentabilidad, sin limitaciones o los riesgos que implicaría la experimentación en el sistema real.

Permite crear un modelo visual del sistema. Generalmente se utiliza para optimizar colas o determinar la mejor manera de manejar las máquinas. Las características de los objetos se las puede definir en términos capacidad, tiempo, mano de obra, descansos, kilos, entre otras. Es necesario modelar un sistema para que se lleve a cabo la simulación. El flujo de trabajo de todo el sistema se muestra en pantalla de modo que la idoneidad del modelo pueda ser evaluada.

Cuando la estructura del modelo ha sido confirmada, se continúa con una serie de ensayos que pueden ser ejecutados para observar el rendimiento del sistema. Estadísticas de interés pueden ser tiempos de espera promedio, la utilización de centros de trabajo o de recursos.

#### **1.3.6 Easy Fit**

Es un programa de análisis de datos aplicados hacia la simulación. Este programa permite adaptar las distribuciones de probabilidad, de datos obtenidos de una muestra, seleccionar el mejor modelo, y aplicar los resultados de los análisis para tomar mejores decisiones. Se lo puede utilizar con Microsoft Excel (como en este trabajo), dejando los detalles técnicos complejos detrás de las escenas y lo que le permite centrarse en sus objetivos de negocio.

Con la utilización de este programa, se ingresarán las mediciones obtenidas en el levantamiento del proceso de hilatura y una vez determinada la distribución correcta, se ingresará en el work center correspondiente de la programa Simul8.

#### **1.3.7 Diagnostico antes de mejora**

HILACRIL S.A., lleva más de 25 años en el mercado, sus trabajadores han sabido desenvolverse durante este tiempo en la fábrica con lo cual muchas mejoras se han implementado de manera intuitiva, lo que ha provocado que en

las condiciones actuales sea muy difícil lograr una mejora significativa sin la implementación de nueva metodología, cultura, tecnología, equipos y personal.

Las máquinas trabajan 24 horas los 7 días de la semana, y hay mecánicos encargados de reparaciones en caso de presentarse algún daño.

El daño por mal manejo es muy reducido ya que las personas encargadas de su manejo llevan tiempo considerable en la fábrica, lo que hace que capacitación para los empleados sea poco beneficioso, pues el costo sería mayor que el beneficio para la fábrica.

Actualmente la fábrica presenta un descontrol o pérdidas de tiempo en máquinas por las formas de realizar el trabajo, se cumplen los pedidos con la calidad dispuesta, tanto para el mercado nacional como para el mercado internacional, y por lo general en épocas de demanda los empleados deben trabajar horas extras. Aquí cabe mencionar que los operarios en la fábrica tienen turnos de 12 horas diarias, trabajan 48 horas semanales, (4 días a la semana) se manejan tres turnos por persona para poder cubrir los 7 días. Mediante la simulación se intenta determinar una mejora utilizando los recursos actuales que tiene la empresa y mejorar su productividad.



## CAPÍTULO II

### 2 Aplicación

#### 2.1 Procesos actuales de la empresa

Hilacril S.A. a lo largo de los años ha modificado y diversificado sus actividades industriales y comerciales, expandiéndose dentro del mercado nacional e internacional. La elaboración de prendas de vestir de alta calidad reconocida ampliamente por los clientes tanto nacionales como internacionales, ha hecho que los productos de una empresa textil bien manejada y de alto prestigio como Hilacril S.A. y su marca D & Bond, sean comercializados por varios distribuidores en el continente americano y en ciertos países de Europa.

La empresa está dividida en unidades administrativas/productivas las cuales cuentan con su propio personal con jefes de áreas, supervisores, obreros. Estas unidades son: corte, hilatura, tejeduría punto, tejeduría plana, confección de punto, confección plana, tintorería, administración y punto de venta. Se realizan varios y diversos procesos dentro de la fábrica, la cual está ubicada en el valle de Tumbaco, Las actividades son realizadas por obreros y personal muy bien capacitado y calificado para asegurar la alta calidad de todos los productos que son elaborados en la empresa.

En la empresa se realiza el proceso productivo completo; comienza desde la compra inicial de materia prima, Tow acrílico la cual se trabaja para transformar en hilo de tejer y convertirlo, ya sea en prendas de vestir o telas para diferentes aplicaciones. Está en constante búsqueda de innovación y mejoramiento continuo para mantenerse compitiendo en los mercados, buscando siempre satisfacer las necesidades del cliente. La visión de la empresa es muy clara hacia el futuro que quiere lograr. Existen problemas como en todas las empresas y existen restricciones que deben ser explotadas y elevadas para poder producir de la mejor forma y más rentable.

El mapa de procesos de Hilacril S.A. fue realizado durante el tiempo que se realizó esta investigación. Para la realización lo que se hizo fue establecer cuáles son las principales actividades que agregan valor a los productos y cuáles son las áreas principales en la cadena de producción. Una vez identificados se definió cuales son las áreas de soporte para que todas las acciones que se realizan durante la producción estén enfocadas hacia la meta de la empresa, sin ser una restricción en el flujo, logrando satisfacer todas las necesidades del mercado con productos de la más alta calidad y que las áreas estén sincronizadas para trabajar eficientemente.



Buena parte del proceso es automático, dentro de Hilacril S.A. El operario debe controlar que la máquina trabaje de una manera correcta y evitar las roturas del hilo. En las áreas de confección; los operadores deben realizar un trabajo manual y con máquina ya que se encargan del armado de las piezas para la elaboración de la prenda de vestir terminada. Aunque la empresa tiene una perspectiva global del negocio, este trabajo se enfocará en dar a conocer los procesos dentro del área de hilatura.

### 2.1.1 Descripción de procesos productivos

El proceso productivo en las áreas de corte e hilatura es el tradicional para este tipo de industria. Debe pasar por varios procesos industriales de estiramiento y retorcido para que la fibra acrílica sea transformada en hilo terminado, para pasar a las secciones de tejeduría o a ser comercializado directamente.

Las secciones son: apertura, corte, elaboración de TOP, estiraje, frotador, hilado, enconado, pareado, retorcido, manejo, bobinado, empaque, etc. El detalle del proceso a analizarse es el siguiente:



1.- El proceso de hilatura comienza en el área de corte con la ruptura de la fibra conocida como TOW (conjunto grande de fibras sintéticas o artificiales continuas formando una cinta para facilitar su procesamiento); que varia sus características dependiendo de las especificaciones con las que fue elaborado.

La materia prima llega en fardos los cuales son abiertos para que la fibra pueda ventilarse y luego ser trabajada. La fibra entra en una máquina la cual estira y apisona a la fibra con grandes rodillos y con vapor a altas temperaturas. Cuando la fibra ha sido estirada pasa a un proceso que peina el material para que toda la fibra quede uniforme y sale en forma de una cinta continua.

Aquí se da la transformación de TOW a un nuevo estado de la fibra conocido como TOP (cintas peinadas de fibras sintéticas o artificiales).

2.- Elaboración de TOP. Continúa por los pasajes de preparación en donde se la estira por medio de un juego de rodillos que giran a diferentes velocidades para lograr un estiramiento de la fibra. Existen varias etapas o fases conocidas como “pasajes” por donde pasa la fibra alcanzando una longitud deseada y con un estiramiento que permita alcanzar la calidad requerida para el proceso de hilado.

3.- Una vez pasado por el corte y la preparación, se prosigue al proceso del frotado. La fibra es estirada y peinada y se le da una ligera torsión para crear el pabilo que se lo enrolla en bobinas con un peso de alrededor de 2 kilos cada una para ser cargadas en las máquinas de hilar. La fibra pasa a las hilas o continuas de hilar en las que se produce el hilo definitivo.

4.- El proceso de hilar o hilado consiste en dar una torsión determinada a una cantidad de material para transformar el pabilo en hilo que al recibir la torsión (característica técnica del hilo definida por el número de vueltas que posee por unidad de longitud) y ser estirado cambia sus características para volverse el hilo como producto. La torsión se realiza a muy altas revoluciones por minuto. Puede haber hilos de uno o varios cabos dependiendo cuales sean las especificaciones de diseño y la necesidad de los clientes. La unión de bobinas determina en cierto modo las características del hilo ya que depende las cantidades mezcladas de distintos tipos de fibras que se usan para obtener resultados distintos. Los hilos son enrollados en canillas. Cada canilla tiene un peso de 125 gramos las cuales son depositadas en carros para ser transportados hacia las máquinas coneras o enconadoras.

5.- Para el enconado, utilizan varias canillas de hilo de la misma parada para unirlos transformando varias canillas en uno solo empaque más grande.

Como parte de éste se empalman los extremos de una canilla con la siguiente con un accesorio que ayuda al empalme el cual inyecta aire, abre al hilo para

unirlos con otros hilos sin nudos creando hilos continuos más largos para ser utilizados en los tejidos fácilmente. Los conos resultantes tienen un peso entre 2 y 2.5 kilos cada uno. Con el hilo en conos se pasa al proceso de parear.

6.- Luego de ser enconado el hilo sigue al proceso de pareado. Esto es la unión de dos o más cabos de hilos para luego ser torcidos en el proceso subsiguiente. Las retorcedoras unen a los hilos cambiando así sus características. En la unión de cabos puede juntarse distintos tipos de hilos para luego ser utilizados en los tejidos. Los hilos retorcidos son nuevamente enconados en conos de 1 a 3 kilos para seguir con el proceso productivo.

7.- Una vez retorcido el hilo, se pasa a los procesos finales. Uno de ellos es el rebobinado que consiste en pasar de un cono a otro, consiguiendo homogenizar el hilo y un bobinado regular para ser usado en tejeduría sin roturas. En este paso se le agrega al hilo un lubricante para que obtenga uniformidad y mejore sus características.

8.- Finalmente el hilo terminado o producto terminado es empacado en fundas con un peso aproximado de 10 kilos cada una. Esto se hace para ser distribuido o en su caso almacenado por poco tiempo hasta que el cliente retire su mercancía. Se vende tanto hilo tinturado como hilo crudo.

9.- Después que el hilo ha sido terminado pasa a la sección de Tintorería. Un proceso muy especializado, con procesos en caliente y con mucha química. Se tintura de diferentes colores el hilo, para tejer las telas que se convierten en las prendas de ropa con el proceso de corte y confección.

Este trabajo se centra en los 2 procesos iniciales de corte e hilatura. El proceso de hilatura que se realiza en la fábrica está representado en el siguiente diagrama (Ver Figura. 9 Diagrama de proceso de hilatura tipos de hilo)

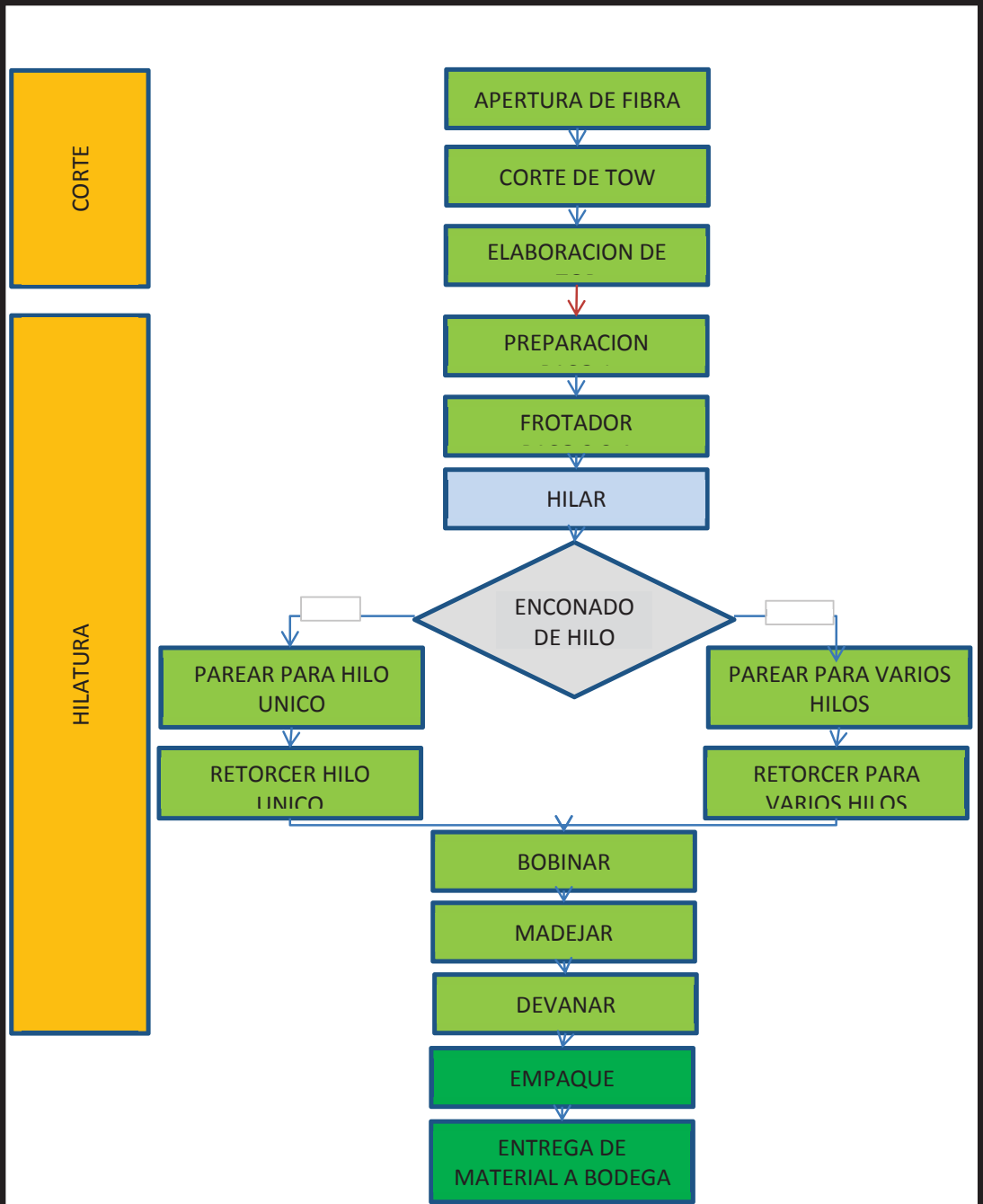


Figura 9. Diagrama de proceso de hilatura tipos de hilo  
Tomado de Archivos de Hilacril S.A. 2012

## 2.2 Estructura y Responsabilidad

La empresa Hilacril S.A. tiene una organización clara y concisa. Se ha dividido y distribuido en unidades administrativas/productivas. Cada una de estas unidades cuenta con su propio jefe, supervisores y operarios. Se busca que sean pequeñas unidades independientes que sean proveedores de las subsiguientes. Por ejemplo, la unidad de hilatura vende sus productos terminados a las unidades de tejeduría plana y de punto que actúan como clientes para esta empresa. Las otras unidades son las que establecen la demanda en este mercado interno.

Las unidades administrativas/productivas en las que está dividida la empresa Hilacril S.A. están organizadas como se ilustra en el organigrama (ver Figura 1 Organigrama empresa HILACRIL S.A.). Existe un encargado de cada unidad designado Jefe de área. Las unidades de corte e hilatura tienen a una sola persona que ejerce las funciones de jefe. El jefe es el superior de los operarios y las personas encargadas del mantenimiento. Existen operarios delegados que son quienes reportan directamente los sucesos que ocurran dentro de la planta productiva. Los operarios son la fuerza laboral de toda la empresa ya que ellos son quienes están encargados del funcionamiento de las máquinas y responsables de sacar la producción. Además se encuentran las personas de mantenimiento que están a cargo del funcionamiento correcto de las máquinas para que éstas puedan operar en condiciones óptimas.

Los jefes de las unidades administrativas/productivas tienen libertad para actuar dentro del programa de producción, pero siempre deben estar en constante comunicación con el gerente de producción. Deben comunicar y dar a conocer sus actividades para no incurrir en gastos innecesarios o muy altos que no puedan ser cubiertos.

Este sistema de unidades ayuda para que los jefes de área estén involucrados con los temas administrativos y en contacto con las variaciones de demanda en los mercados ya que todos son ofertantes y demandantes a la vez. El gerente general tiene muchas responsabilidades que delega hacia los jefes de

producción y ventas. De esta manera, podemos evidenciar que Hilacril S.A. posee una estructura organizacional de tipo horizontal, incentivando el trabajo en equipo y una comunicación abierta entre las unidades administrativas/productivas de la fábrica. Generando un buen clima laboral, una fuerza de trabajo comprometida con su empresa y resultados que favorecen a la producción y a la función social de la misma.



## CAPÍTULO III

### 3 Proceso de simulación

La simulación por computadora del proceso de hilatura de la fábrica de HILACRIL S.A. se la realizará utilizando el programa SIMUL8 (punto 2.3.5), en el cual se contemplará las variables de: tiempos, actividades, personal, horarios de la empresa. (Anexos 9.1 y 9.2). Aunque en el levantamiento parece ser un proceso de fabricación sencillo, por los pasos y solo el uso de máquinas, es bastante complejo debido a la exigencia para el cumplimiento de especificaciones y niveles de calidad, además de la variedad y gran cantidad de productos que elaboran constantemente.

#### 3.1 Descripción del modelo







A los procesos productivos se los dividirá en dos partes. La primera será la de corte, estas actividades se las realizan en un galpón separado de la hilatura, donde se encuentran dos máquinas y un montacargas que se utiliza para llevar los TOPs a la hilatura. La segunda parte, se toma en cuenta lo que es la hilatura en sí, donde están la mayoría de máquinas y el proceso termina hasta el empaclado del producto. También se tomará en cuenta el personal, ellos trabajarán según su horario real.

El tiempo de la simulación será de un mes, en el cual se comparan en primera instancia los resultados, con los valores obtenidos en la empresa.

##### 3.1.1 Elementos objetos de simulación

El programa SIMUL8 cuenta con varios tipos de objetos de trabajo que permiten simular tanto personas como máquinas y demás objetos inanimados, dependiendo de que se quiera mostrar, es así que para el proceso de hilatura se considera los siguientes elementos:

Tabla 1. Elementos de la simulación

ÍCONO	REPRESENTACIÓN	SIMUL8
	Barriles de producto	Activity
	Bobinas de hilo	Activity
	Paquetes de TOPs	Activity
	Carrito montacargas	Activity
	Ficticios usados en la simulación	Activity
	Máquinas	Activity
	Ficticios de máquinas usados en la simulación	Activity
	Entrada de material (Fibra acrílica)	Start Point
	Salida de producto terminado	End
	Personal	Resource
	Acumulación de producto	Tank
	Cola de producto	Queue
	Desperdicio	End
	Material o producto	Work ítem

Nota: Información recogida de la simbología del programa

Para completar la simulación los procesos siguen unas líneas que están conectadas por la cual se desplaza el producto para su transformación, pasando por todos los work centers del proceso.

### 3.1.2 Distribuciones probabilísticas para el modelo

Para la realización del modelo se utilizarán las siguientes distribuciones:

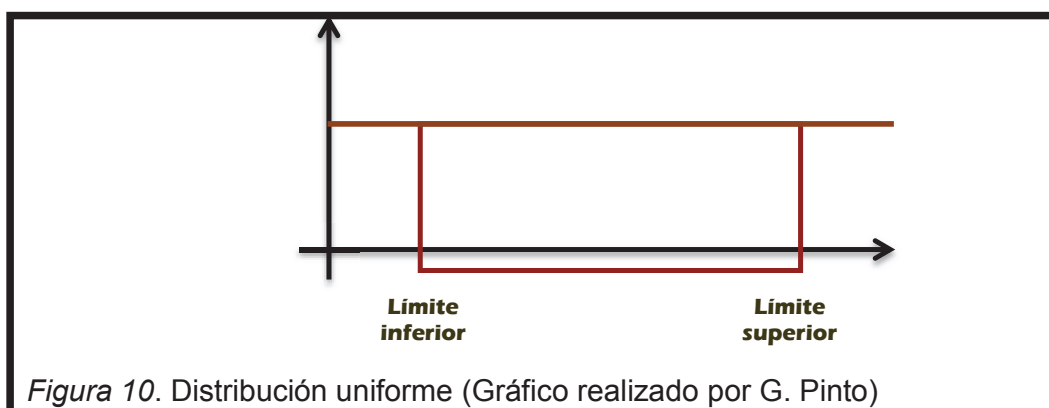
- Promedio (Average)
- Uniformes (Uniform)
- Fijas (Fixed)
- Triangular (Triangular)

#### **Promedio.**

Esta distribución se utiliza cuando el valor obtenido, es aproximado. O cuando el valor es muy bajo de acuerdo a la apreciación de una persona, la mayoría de las veces es por sus altos valores o dificultad para medir.

#### **Uniforme**

Es el tipo de distribución utilizado con más frecuencia, se lo usa cuando los valores obtenidos son uniformes dentro de un intervalo, cada uno tiene la misma posibilidad de ocurrencia que cualquier otro valor. Su representación es:

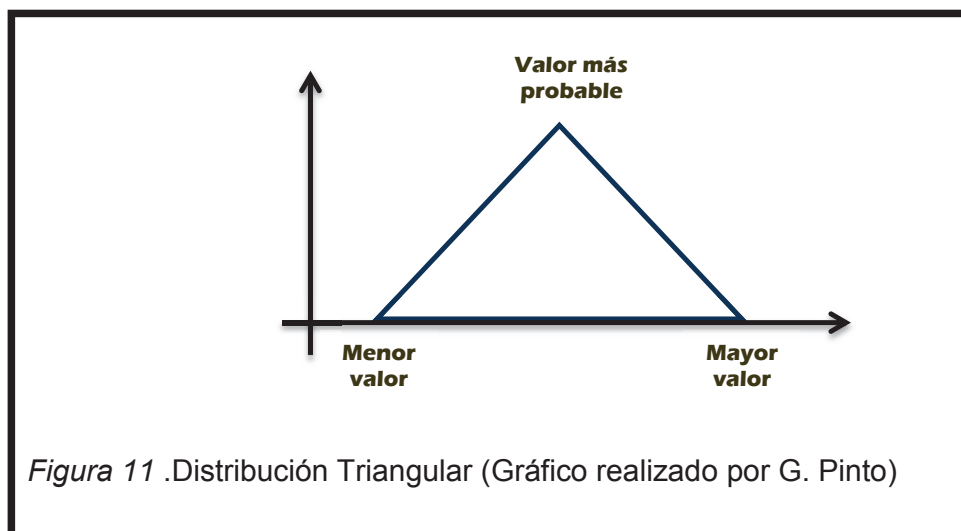


#### **Fijas**

Esta distribución otorga valor fijo, esto quiere decir que las variables no cambiarán y serán predeterminadas.

### Distribución Triangular.

Esta distribución de muestra es muy usada, cuando se tienen medidas o tiempos de tres categorías: la menor medida, la mayor medida obtenida y el más probable. La gráfica de la distribución queda de la siguiente manera:



### 3.2 Modelo lógico

El modelo lógico de la simulación, conserva los objetos de trabajo, las colas, las líneas y las imágenes que proporciona SIMUL8. Además se han incluido unas imágenes que representan las máquinas y etapas de producción (como se indica en la tabla 1) y otros objetos necesarios para darle mayor funcionalidad a la simulación.

#### 3.2.1 Creación de sub-ventanas de simulación

El programa SIMUL8 facilita la creación de sub-ventanas de simulación, en la cual se puede agrupar actividades que se realicen en un lugar específico, o que se pueda separar del proceso, y conectarlo con otro proceso para explicarlo con mayor detalle dentro del modelo.

Es así que para separar el inicio del proceso, el Corte se lo simula en una sub ventana, hasta la finalización de la elaboración de los TOPs y se los lleva en el montacargas hasta la fábrica para el siguiente proceso de preparación.

### 3.2.2 Reloj de simulación

El reloj de simulación permite al usuario configurar los tiempos que se trabajará en la simulación, de acuerdo a los requerimientos del modelo, también se puede detallar el tipo de unidades de tiempo, o calendarizar hasta cuando se desee coleccionar los resultados, datos, días laborables y no laborables; la hora de inicio del día de trabajo y la duración del día. Para el caso de la hilatura, se trabaja las 24 horas del día los siete días de la semana de domingo a domingo, y para facilidad de ver el tiempo transcurrido, el reloj dará unidades de horas, minutos y días de la semana, la duración será de un mes de 30 días.

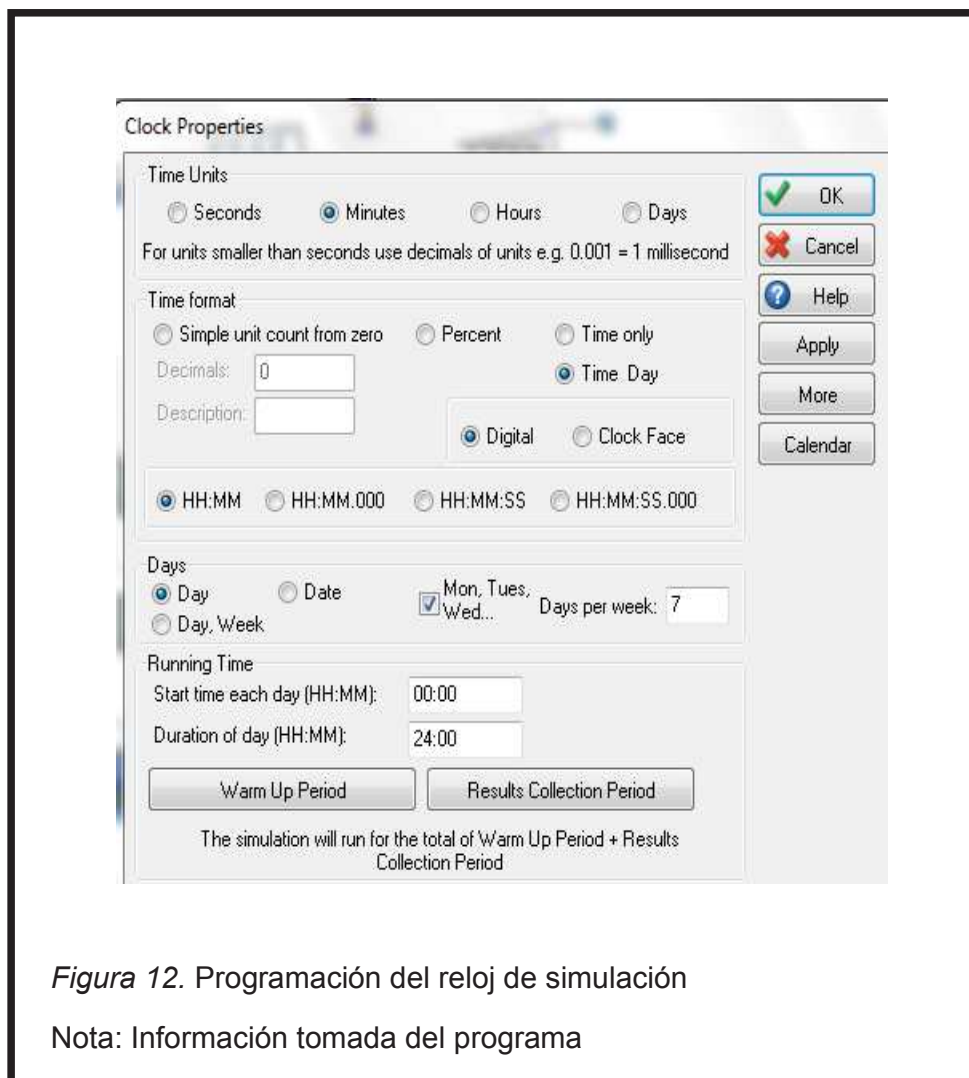


Figura 12. Programación del reloj de simulación

Nota: Información tomada del programa

### 3.2.3 Variables

Tabla 2 Variables utilizadas para la simulación

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
V_Producto en colas (kg)	Variable para determinar el producto que se queda en las colas del proceso, la unidad de medida es en kilogramos.
V_Cantidad ingresada (kg)	Variable para determinar los kilogramos de fibra que ingresan al sistema, y que servirá como referencia para cálculos posteriores.
V_Cantidad terminados (kg)	Variable para determinar el total de producto terminado, la unidad de medida es en kilogramos.
V_MP para iniciar (kg)	Variable para determinar el producto que al iniciar la simulación ya está en colas, para que las máquinas donde el producto tarda en llegar, tengan con que empezar sus labores.
V_Material total sin MP inicial (kg)	Variable para determinar el total de producto terminado, pero en este caso no toma en cuenta el producto inicial que tienen en cola para empezar la simulación, la unidad de medida es en kilogramos.
V_Prod de mano de obra (kg x pers)	Variable para determinar la productividad que tiene la fábrica por persona. Su medición nos da como resultado los kilogramos de hilo que nos da por cada persona que labora en la fábrica.
V_Productividad MP	Variable para determinar la productividad que tiene la fábrica en materia prima utilizada. Su medición nos da como resultado de la comparación de todo el producto terminado en kg que sale y todo el producto en kg que entra.
V_Producto en máquinas (kg)	Variable para determinar el producto que todavía se encuentra en procesos al terminar el tiempo de simulación en las máquinas
V_Producto en proceso (kg)	Variable para determinar el producto que está en proceso al terminar el tiempo de la simulación, es la suma del producto en colas y el producto en máquinas.
V_Producto terminado (unid)	Variable para determinar el producto terminado, que ya pasó por todo el sistema, pero por unidades, los conos de hilos finalizados y listos para su distribución.
V_Vaporizados	Variable para usarse con un Loop del 1 al 60 y determinar los tanques vaporizados y sin vaporizar necesarios para la máquina NSC.

Nota: Tabla informativa de nombres de variables y su explicación

### 3.2.4 Etiquetas

#### Etiquetado

Determina si un tarro es vaporizado o sin vaporizar

1: tarro vaporizado

2: tarro sin vaporizar

### 3.2.5 Work Center

Tabla 3. Work Centers utilizados en la simulación

WORK CENTER (WC)	DESCRIPCIÓN
Apertura de fibra	WorkCenter(WC) que representa la apertura de los bultos de fibra acrílica para su reposo antes de ser ingresados al proceso
Balet para bultos	Es un tanque, el cual representa el bulto que se está utilizando en el proceso y su liberación libra por libra.
Maq_3TO	WC que representa la máquina 3TO, utilizada para el primer proceso de la fibra de vidrio, es el estiramiento del material
T_3TO (del 1 al 16)	WC que representan los tarros rellenos del TOW que salen de la máquina 3TO, y se ubicarán en la siguiente máquina, la NSC y que tienen una capacidad de 42 kilogramos
Maq_prep NSC	WC que representa la máquina NSC, utilizada para el segundo estiramiento y peinado de la fibra, aquí se unen los tarros con material normal y vaporizado.
Sal_TOPs	WC que representa el TOP terminado, listo para su traslado a la fábrica o parte de corte
Montacargas	WC que representa el proceso donde con un montacargas, los TOPs acumulados son llevados a la fábrica, donde se inicia el proceso de corte y forma con las demás máquinas.
TOPs (del 1 al 8)	WC que representa los paquetes del Top que se utilizan en la máquina CG12, y que tienen un peso de 17 kg cada TOP.
Máq_CG12	WC que representa la máquina CG12, inicio del proceso de corte, funciona durante las 24 horas del día y es manejado por 3 personas en turnos de 12 horas diarias los 7 días de la semana
T_AR (del 1 al 7)	WC que representa los tarros de material terminado que salen de la máquina CG12 y son necesarios para la máquina de autorregulación
Máq_Autorregulador	WC que representa la máquina CG13, siguiente máquina del proceso de corte, funciona durante las 24 horas del día y es manejado por 3 personas en turnos de 12 horas diarias los 7 días de la semana
Maq_Hila (del 1 al 4)	WC que representa las máquinas de hilado 1, 2, 3 y 4, las cuales tienen 450, 244, 244, 256 usos respectivamente y donde salen conos de hilos para el siguiente proceso. Los conos finales tienen un peso de 0.66 kg. Funciona durante las 24 horas del día y es manejado por 3 personas en turnos de 12 horas diarias los 7 días de la semana

Nota: Nombre y explicación de cada Work Center utilizado en la simulación

Continuación de tabla 3.

<b>Máq_Segundo pasaje</b>	WC que representa la máquina Segundo Pasaje que finaliza este proceso de 3 máquinas, funciona durante las 24 horas del día y es manejado por 3 personas en turnos de 12 horas diarias los 7 días de la semana
<b>Maq_Finisor (del 1 al 16)</b>	WC que representa la máquina Finisor, la cual tiene 16 usos y de donde sale la bobina necesaria para el proceso de hilado. Las bobinas finales tienen un peso de 4 kg. Funciona durante las 24 horas del día y es manejado por 3 personas en turnos de 12 horas diarias los 7 días de la semana
<b>Bob (del 1 al 16)</b>	WC que representa las bobinas que salen del Finisor y cuyo peso es de 4 kg. Funciona durante las 24 horas del día y es manejado por 3 personas en turnos de 12 horas diarias los 7 días de la semana
<b>T_F( del 1 al 16)</b>	WC que representa los tarros de material terminado de la máquina segundo pasaje, necesario para la funcionalidad del Finisor. En la máquina se utilizan 16 tarros.
<b>T_SP (del 1 al 8)</b>	WC que representa los tarros de materia terminada por la máquina CG13 y que son utilizados en la de Segundo Pasaje. Para esta máquina se necesitan utilizar 8 tarros

### 3.2.6 Work Center Ficticios

Tabla 4. Work Centers ficticios utilizados en la simulación

<b>WORK CENTER (WC) FICTICIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Fic_TOW</b>	WC creado para distribuir los tarros vaporizados y sin vaporizar, 1 direcciona a la cola de vaporizados y 2 a la cola de sin vaporizar.
<b>Fic_Maq TOP</b>	WC creado para que colecte equitativamente una cantidad determinada de los 16 tarros de la máquina CG12
<b>Fic_Montacarga</b>	WC creado para simular los 24 paquetes de Tops, que son trasladados a la fábrica por el montacargas en bultos de 6 TOPs cada viaje
<b>Fic_CG12</b>	WC creado para que colecte equitativamente una cantidad determinada de los 16 tarros de la máquina NSC
<b>Fic_t AR</b>	WC creado para simular el llenado de tarros para la CG13 y su respectivo tiempo de cambio
<b>Fic_AR</b>	WC creado para que colecte equitativamente una cantidad determinada de los 7 tarros que salieron de la máquina GC12
<b>Fic_t SP</b>	WC creado para simular el llenado de tarros para la Segundo pasaje y su respectivo tiempo de cambio
<b>Fic_SP</b>	WC creado para que colecte equitativamente una cantidad determinada de los 8 tarros que salieron de la máquina Autorregulación
<b>Fic_t F</b>	WC creado para simular el llenado de tarros para el Finisor y su respectivo tiempo de cambio
<b>Fic_Hilas</b>	WC creado para distribuir los hilos a las máquinas de hilas, mediante programación determinar prioridades según la ocupación de la máquina.
<b>Fic 1_Hila (del 1 al 4)</b>	WC creado para colectar las bobinas, según la cantidad de usos de las máquinas de hilas, y pasar al proceso de la máquina en sí. Además simula el tiempo de cargado de las bobinas en la máquina.

Nota: Nombre y explicación de cada Work Center ficticio utilizado en la simulación

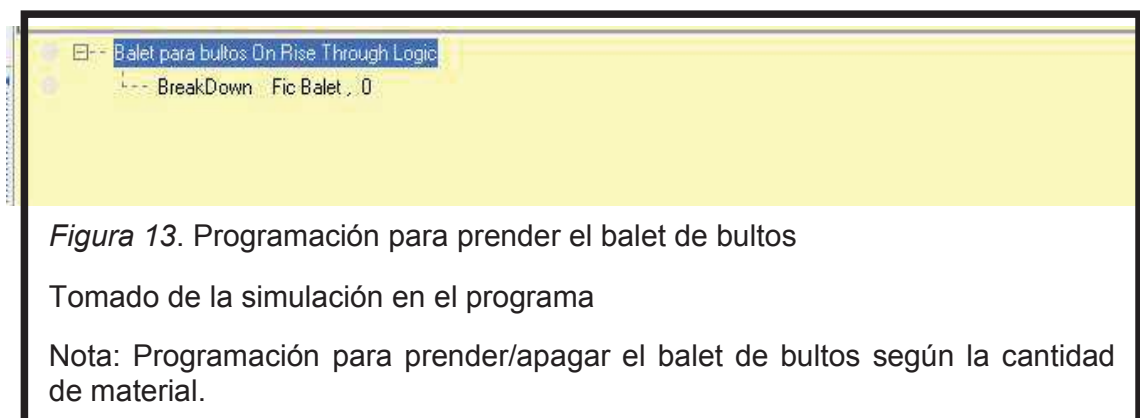


## Continuación tabla 4

<b>Fic 1_Enconado</b>	WC creado para coleccionar los conos, según la cantidad de usos de la máquina enconadora y pasar a la siguiente actividad. Además simula el tiempo de cargado de los conos en la máquina.
<b>Fic 2_Enconado</b>	WC creado para determinar el tiempo de cambio de los conos y las salidas de los mismos de las máquinas al siguiente proceso. En esta parte entran los 5 conos que luego del proceso se convierten en 2 bobinas de 1.5 kilogramos cada uno
<b>Fic 1_Pareadora</b>	WC creado para coleccionar las bobinas, según la cantidad de usos de la máquina Pareadora y pasar a la siguiente actividad. Además simula el tiempo de cargado de los conos en la máquina.
<b>Fic 2_Pareadora</b>	WC creado para determinar el tiempo de cambio de las bobinas y las salidas de los mismos de las máquinas al siguiente proceso. En esta parte entra 1 bobina que luego del proceso se convierten en 2 bobinas pareadas 1 kilogramo cada uno
<b>Fic 1_Torcedora</b>	WC creado para coleccionar las bobinas pareadas, según la cantidad de usos de la máquina Torcedora y pasar a la siguiente actividad. Además simula el tiempo de cargado de los conos en la máquina.
<b>Fic 2_Torcedora</b>	WC creado para determinar el tiempo de cambio de las bobinas y las salidas de los mismos de las máquinas al siguiente proceso.
<b>Fic_Madejera 1 y 2</b>	WC creado para coleccionar las madejas de los hilos torcidos, con 10 usos por máquina madejera, de usos de la máquina Pareadora y pasar a la siguiente actividad. Además simula el tiempo de cargado de los conos en la máquina.
<b>Fic_Debanadora</b>	WC creado para simular el tiempo de ensamble y desensamble de la máquina devanadora y sus usos.
<b>Fic_Bobinado</b>	WC creado para simular el tiempo de ensamble y desensamble de la máquina de rebobinado.

## 3.2.7 Utilización de Visual Logic

## Balet para bultos



*Figura 13.* Programación para prender el balet de bultos

Tomado de la simulación en el programa

Nota: Programación para prender/apagar el balet de bultos según la cantidad de material.

**Programación para variables e indicadores**

Los visual logic de todos los Work Activities para la elaboración de los indicadores que se muestran en la ventana Watch Window



Figura 14. Programación para variables e indicadores

Tomado de la simulación en programa

**Programación para priorizar Hilas**

En el WC Fic\_Hilas se introduce priorizaciones si las máquinas están ocupadas.

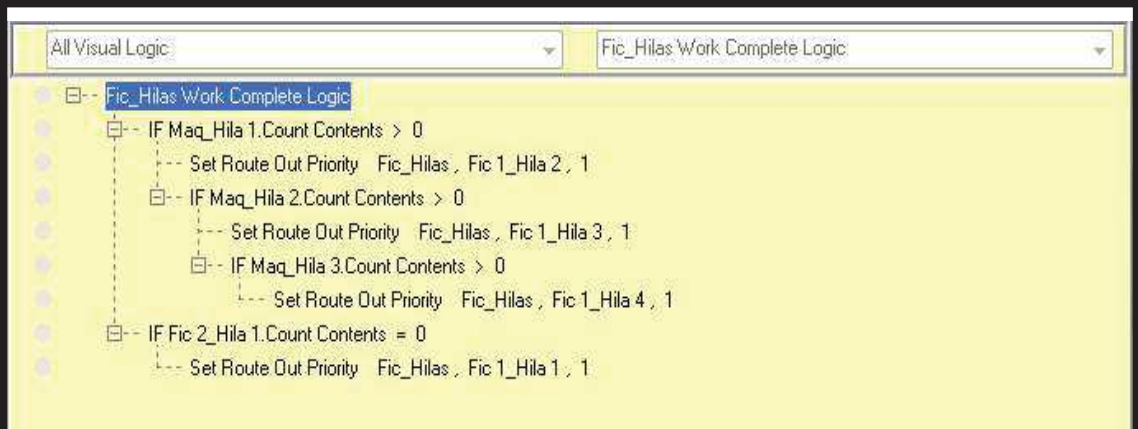


Figura 15. Programación para priorizar hilas

Tomado de la simulación en programa

**Programación para etiquetados**

Según una cantidad determinada en el WC Fic\_TOW se etiquetará al work ítem, para luego ser distribuido según su etiqueta, utiliza la ayuda del LOOP para su programación hasta llegar a un valor máximo de 60

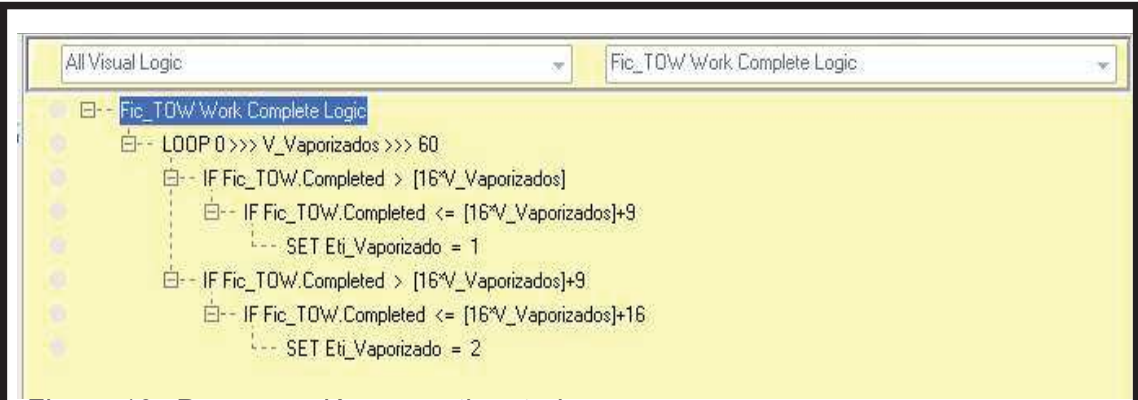


Figura 16. Programación para etiquetados

Tomado de la simulación en simul8

### Programación para cambiar Work Items

En los WC Montacarga y Sal\_TOPs cambia la imagen del Work Item por gráficos más acordes al proceso

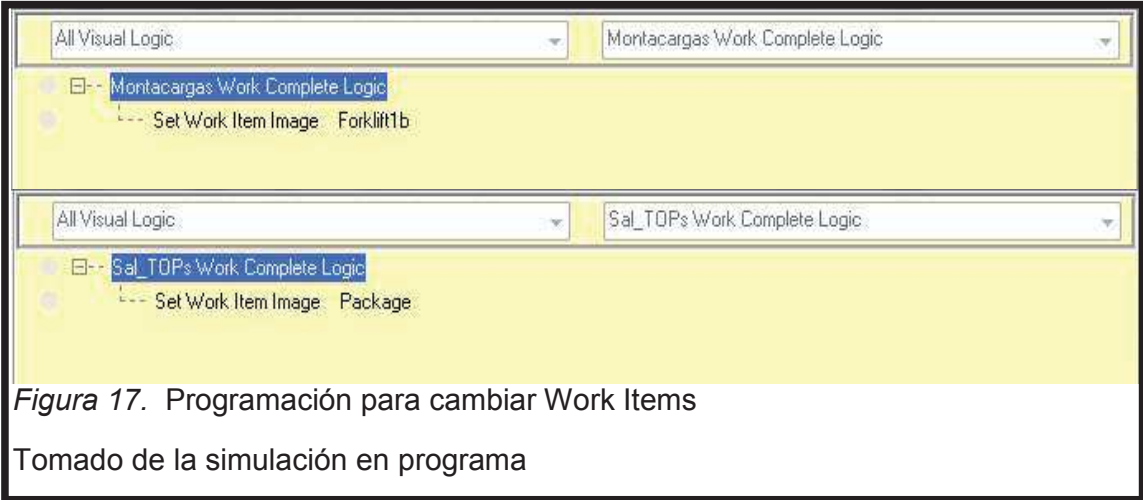
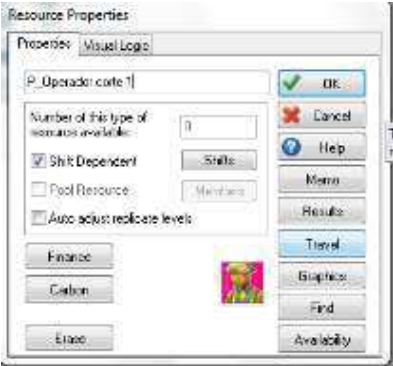


Figura 17. Programación para cambiar Work Items

Tomado de la simulación en programa

### 3.2.8 Recursos



Los recursos en este proyecto representarán a las personas que laboran en la fábrica dentro del proceso de hilatura.

Además se los nombró y ubicó según su forma y lugar de trabajo, simulando sus movimientos y obligaciones en lo que a labor diaria quiere decir.

Figura 18. Cuadro de propiedades de recursos

Tomado de la simulación en simul8

Cada recurso tendrá un horario y tiempos para comidas y limpiezas de máquinas, programados de la siguiente forma:

Tabla 5. Horarios ingresados a los recursos

	<b>Inicia</b>	<b>Termina</b>	<b>Descanso</b>
<b>Turno amanecer</b>	22:30	5:30	Limpieza máquinas
<b>Turno día 1</b>	6:00	12:30	Almuerzo
<b>Turno Tarde</b>	13:00	17:30	Limpieza máquinas
<b>Turno noche</b>	18:00	22:00	Merienda

Tomado de la programación de trabajo en la hilatura de Hilacril S.A.

Así también cada recurso tendrá un break aleatorio que representa los tiempos que una persona deja su puesto por razones varias:

- La frecuencia se determina con una exponencial de promedio 260 minutos
- El tiempo de demora será un promedio de 2.5 minutos

Para finalizar, el recurso representa el número de personas que laboran en la fábrica, pero en cada caso un recurso representa de 1 a 3 personas por los horarios necesarios para cumplir un trabajo de 24 horas al día los 7 días a la semana así:

Tabla 6. Recursos utilizados en la simulación

<b>PERSONAL</b>	<b>TURNOS (Personas)</b>
P_Operador corte 1	1
P_Operador corte 2	3
P_Operador corte 3	3
P_Operador corte 4	3
P_Operador corte 5	3
P_Operador corte 6	3
P_Operador corte 7	3
P_Operador corte 8	3
P_Operador corte 9	3
P_Operador hila 1	3
P_Operador hila 2	3
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>

Tomada del programa de trabajo

## CAPITULO IV

### 4. Validación del modelo

Una vez terminada la simulación e ingresados los tiempos que se tomaron en la fase de levantamiento de información, se procedió a correr el modelo, dando valores muy semejantes a la realidad. Si hay variabilidad en los comportamientos de los trabajadores cuando saben que se los está midiendo. Los datos son reales y fueron obtenidos en el levantamiento de información y repetitibilidad de los eventos.

La validación es el siguiente proceso de la simulación. Esto significa igualar los resultados obtenidos en la realidad y los resultados que arroja el modelo; aquí es una de las partes más importantes de este estudio, ya que si no se valida la propuesta de mejoras no se sabe cómo se comportaría en la realidad.

Para validar este tipo de modelos se puede utilizar mucho la opinión de los conocedores de los procesos y los resultados obtenidos, así como los resultados obtenidos en el pasado y hasta predicción de resultados futuros.

Algunos autores promueven que para la comprobación de los modelos se debe realizar siempre pruebas buscando que el modelo falle con datos reales que hagan fallar al sistema en análisis.

Pero la principal forma de validar si un modelo es correcto y valedero, es si las personas que estarán a cargo de la implementación (y del sostenimiento) del mismo están de acuerdo con los resultados que se puede obtener. De estas la opción escogida para realizar la validación del modelo en este estudio es la de comparar la exactitud con la que se predicen los datos.

#### 4.1 Experimentación

La experimentación se debe realizar después de haber realizado el modelo completo. Los datos que se han obtenido se analizan y determinan errores.

Hay veces que en los levantamientos de información los datos son incorrectos porque a los responsables de algunos procesos no les gusta otorgar los datos correctos o no tienen pleno conocimiento del proceso

Es así como el programa permiten tener valores de todos los procesos, maquina por máquina y tiempos de trabajo, además de información visual del trabajo de cada WC, tal y como se muestra en el anexo 9.3.

#### 4.2 Comparación de datos

En el proceso de investigación en la fábrica de HILACRIL S.A. la persona encargada de la producción facilitó los datos con los que trabajan a diario. Cabe recalcar que la producción de hilos varía mucho dependiendo el tipo de hilo que se realicen, por lo que los valores son generales y abarcan toda la producción.

Tabla 7. Datos de producción diaria Hilacril S.A.

N°	MAQUINA	USOS	Entra	Sale	CANTIDAD	UNIDADES	TOTAL
					Kg/u	c/día	
1	Pacas	1			460	3	1380
2	Tarros TOW	1	1	10 a 11	43	32	1376
3	TOPs	16	16	44 a 45	17	80	1360
4	Maquina CG12	8	8	6 a 7	20	68	1360
5	Maquina CG13	7	7	3 a 4	40	34	1360
6	Segundo pasaje	8	8	12	24	57	1368
7	Finisor	16	1	6	4	340	1360

Tomado de datos de producción de Hilacril S.A. en la hilatura para la simulación.



Continuación tabla 7

N°	MAQUINA	USOS	Entra	Sale	CANTIDAD	UNIDADES	TOTAL
					Kg/u	c/día	
8	Hila1	450	1	6	0,6	450	1620
	Hila 2	288	1	6	0,6	288	1037
	Hila 3	288	1	6	0,6	288	1037
	Hila 4	264	1	6	0,6	264	950,4
9	Enconadora	60	5	2	1,5	454	1362
10	Pareadora	48	2	4	1	340	1360
11	torcedora	140	1	1	1	1360	1360
12	Madejera	20	1	2	0,5	2720	1360
13	Debanadora	20	1	1	0,5	2720	1360

Estos datos son lo que la fábrica produce en un día promedio, como la simulación está hecha para un mes, los resultados se compararán uno a uno en la siguiente tabla.

Los datos de la fábrica además, son cálculos exactos de lo que se supone obtienen al día a día, sin tomar en cuenta el 3% de desperdicio que se da en cada máquina, por eso las grandes variaciones. Por ejemplo en las pacas, que según la empresa cada paca da 460 kg, pero al realizar el levantamiento, las pacas o bultos tenían pesos diferentes, iban desde los 412 kg hasta los 487 kg, variando el peso en estos rangos.

Las hilas, no se pueden comparar, porque trabajan a mayor tiempo de un día, y los ingresos a ellas depende de la accesibilidad de la Hila 1, la cual es más eficiente y de mayor capacidad que las otras, que no siempre están todas en funcionamiento. Por eso, el cálculo de la realidad de las Hilas, es poniendo su capacidad a todas, lo que sobrepasaría en una cantidad muy grande la capacidad real.



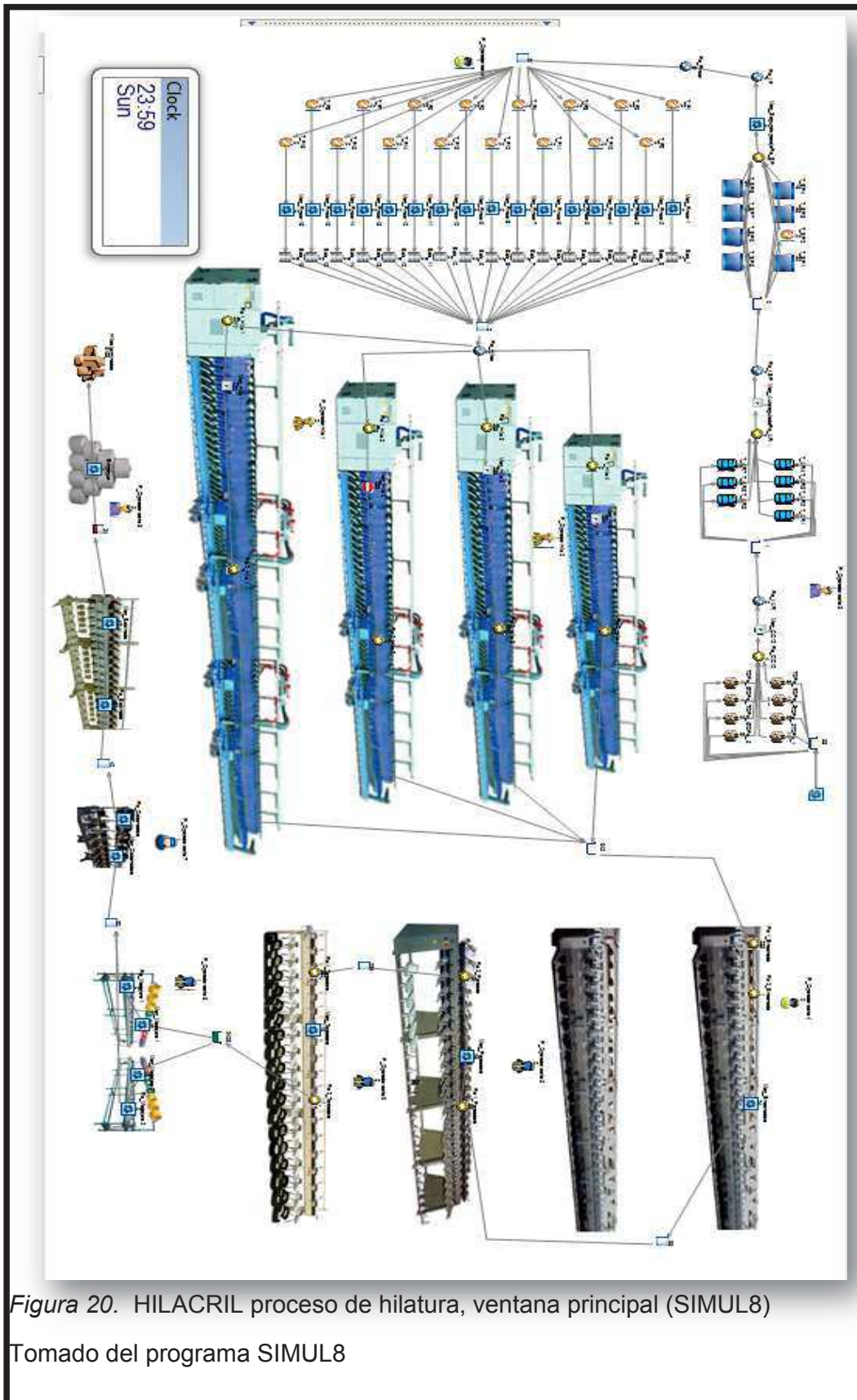


Figura 20. HILACRIL proceso de hilatura, ventana principal (SIMUL8)

Tomado del programa SIMUL8

## CAPITULO V

### 5. Mejora del proceso de hilatura

Una vez que los datos de la simulación son analizados (Anexo 9.3) podemos notar una tendencia, las máquinas trabajan a un ritmo menor del 80%, lo que quiere decir que tiene mucho tiempo de ocio, pero esto es inevitable, pues hasta que llegue el material a las máquinas pasa mucho tiempo en las cuales dichas máquinas no hacen ninguna labor. Este análisis es importante pues es el punto de partida de la mejora del proceso.

#### 5.1 Análisis de la situación actual

En una charla que se tuvo con la persona encargada de producción, quién me guió durante todo el proceso del levantamiento de información, comentaba que a la empresa ya llegaron grupos de apoyo empresarial a dar asesoría de mejora de procesos, y que siempre se marchaban sin conseguir su cometido.

La empresa debido a la demanda actual y altos costos de maquinaria nueva no tiene previsto realizar nuevas inversiones, y la contratación de nuevo persona está ligado al costo beneficio que éste diera a la fábrica, pero si se logra demostrar un beneficio mayor con nuevo personal, HILACRIL S.A. estaría dispuesta a contratar personal para el proceso.

Los porcentajes de utilización de las máquinas eran relativamente bajas, como se muestra en la siguiente tabla:

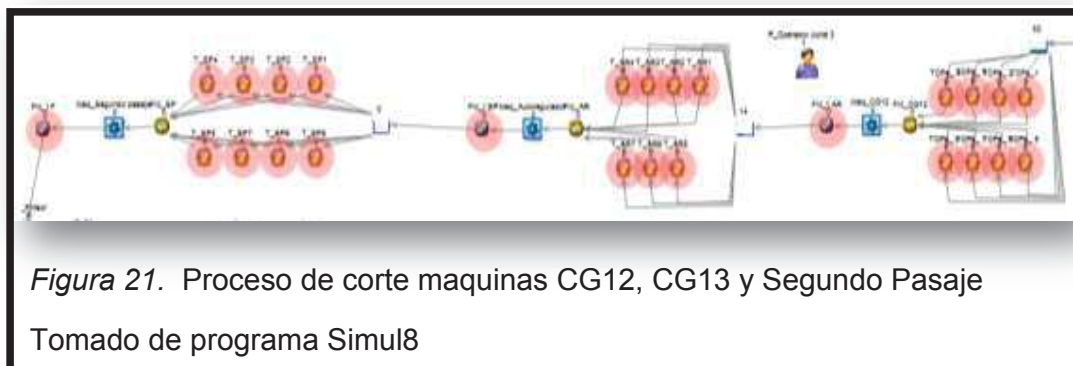
Tabla 9. Uso de máquinas durante el tiempo de simulación (%)

Nº	MAQUINA	Maq.	Fic 1	Fic 2	% DE USO
1	3TO	10,74	32,51	-	43,25
2	NSC	12,84	32,56	1,54	46,94
3	Montacargas	6,99	-	-	6,99
4	Maquina CG12	62,28	11,14	-	73,42
5	Maquina CG13	37,31	19,18	-	56,49
6	Segundo pasaje	51,77	16,67	-	68,44
7	Finlsor	37,27	1,15	0,38	38,8

Continuación Tabla 9

Nº	MAQUINA	Maq.	Fic 1	Fic 2	% DE USO
8	Hila1	66,33	0,14	2,14	68,61
	Hila 2	64,12	0,24	1,44	65,8
	Hila 3	44,44	1,01	1,83	47,28
	Hila 4	42,25	0,35	1,68	44,28
9	Enconadora	60,66	0,18	12,27	73,11
10	Pareadora	61,19	7,25	15,24	83,68
11	Torcedora	38,65	0,6	45,53	84,78
12	Madejera	51,54	35,5	-	87,04
13	Devanadora	58,04	7,67	-	65,71
14	Bobinadora	74,37	4,91	-	79,28

Es así como teniendo en cuenta la necesidad de mayor cantidad de materia prima, nos lleva de nuevo al inicio del sistema, y notamos la variabilidad que existe desde el primer paso, en los bultos, pero más importante, en la máquina 3TO donde salen los primeros tarros de TOWs. Esta inconstancia se traslada a los demás puestos, pero sobre todo a las máquinas CG12, CG13 y Segundo Pasaje, la cual maneja una persona en su turno.



La funcionalidad de este proceso es de la siguiente manera: la máquina necesita que todos los tarros y TOPs que requiere según especificaciones del producto la estén alimentando constantemente, y cuando uno se acaba, la máquina se detiene, es aquí donde el operador pasa rotando de lugar para cambiar tarros vacíos al y cargar uno nuevo y continúe su producción.

Pasa lo mismo con la máquina Finisor que sin materia prima no puede empezar su trabajo y lenta al proceso, este desequilibrio sigue a las demás máquinas, produce muchos tiempos muertos entre máquinas, donde los trabajadores se pierden, con el mayor suministro de materia prima, los trabajadores deberían ocuparse más con las máquinas y de esta forma se acrecentará su productividad.

## 5.2 Propuesta de mejora

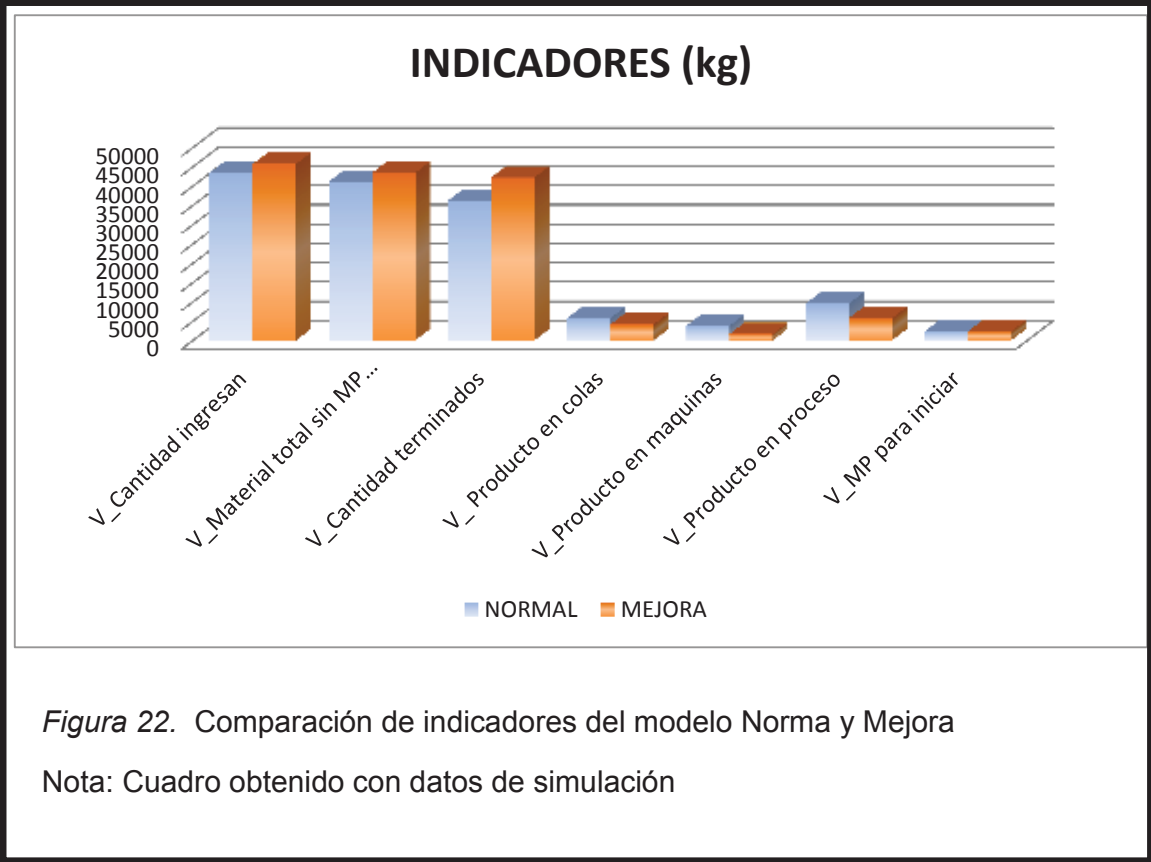
En la simulación se procederá a hacer que esta variabilidad desaparezca, no en los bultos, sino desde la 3TO, para ver el comportamiento del proceso con valores exactos y su impacto en el resultado final del sistema (Anexo 9.4). Los indicadores programados, sueltan valores más altos que el modelo normal, lo que quiere decir que la propuesta de mejora si nos dará resultado positivo.

Tabla 10. Comparación del modelo Normal y con Mejora

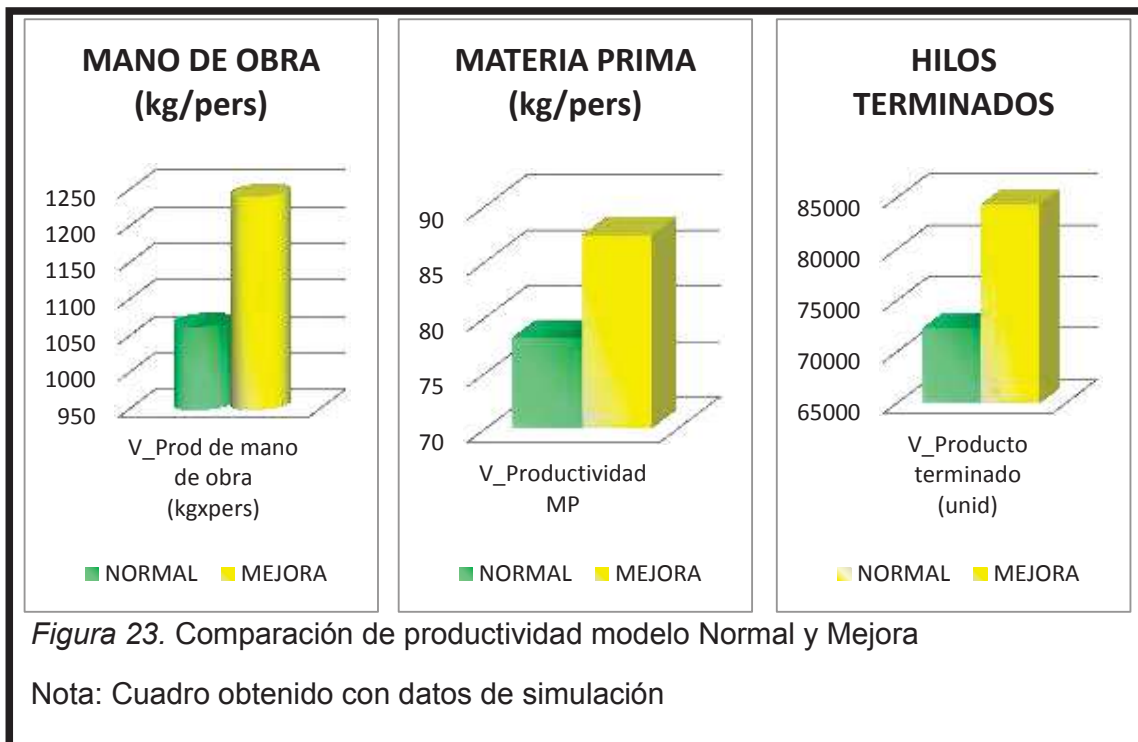
INDICADOR	NORMAL	MEJORA	$\Delta$ (variación)
V_Cantidad ingresan	43368	45692	5,40%
V_Material total sin MP inicial (kg)	41088	43412	5,70%
V_Cantidad terminados	36180	42198	16,60%
V_Producto en colas	5724,2	4103,4	-28,30%
V_Producto en maquinas	3743,8	1620,6	-56,70%
V_Producto en proceso	9468	5724	-39,50%
V_MP para iniciar	2280	2280	0,00%
V_Producto terminado (unid)	72336	84384	16,70%
V_Prod de mano de obra (kg x pers)	1064,12	1241,12	16,60%
V_Productividad MP	78,17	87,36	11,80%

Nota: Información del los resultados de los resultados antes y después de la mejora

Como se puede observar, muchos de los indicadores mejoraron sustancialmente, el producto que se quedaba en colas disminuye a debido a que las máquinas trabajan con mas materia prima y ya no tienen que estar esperando a que llegue material, lo que hace que estén más atentos a sus labores diarias.



Asi tambien comparamos las variaciones en lo que tiene que ver con la productividad en cada uno de los casos.



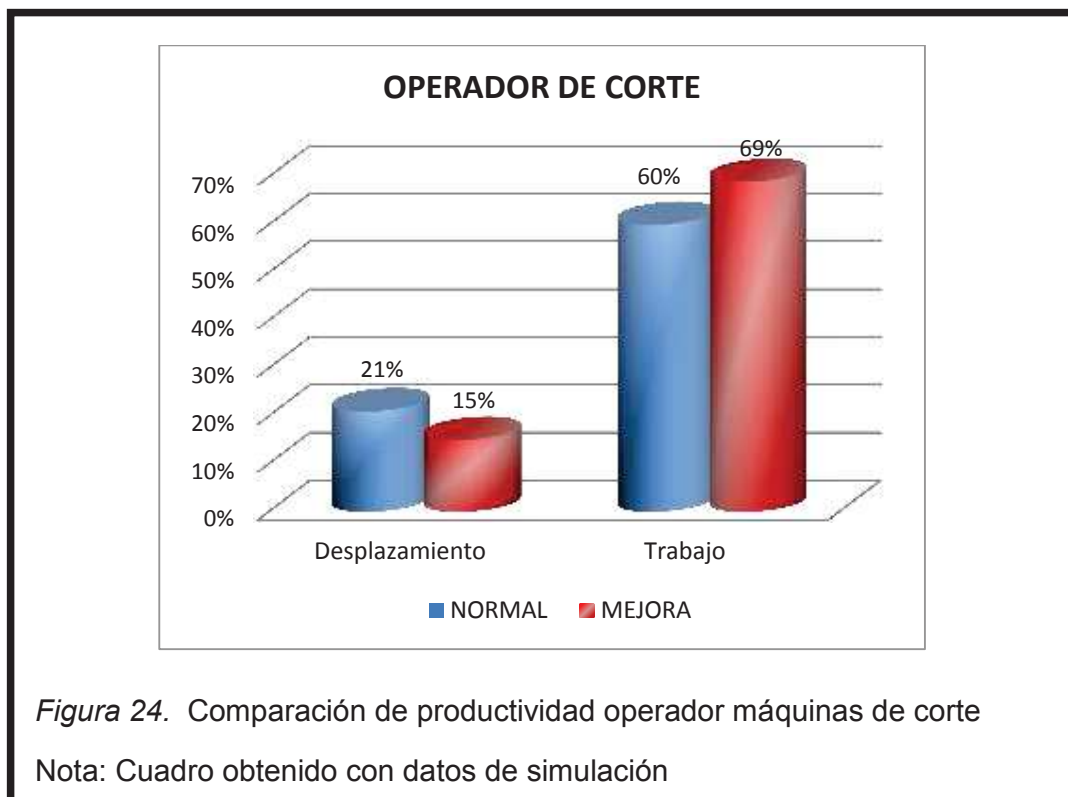
También tomemos en cuenta cuanto cambia la productividad de las personas que trabajan en el proceso de las maquinas CG12, CG13 y Segundo pasaje.

Tabla 11. Comparación de productividad operador máquinas de corte

P_Operador corte 6	NORMAL	MEJORA
Desplazamiento	21%	15%
Trabajo	60%	69%

Nota: Se comparan la productividad entre la productividad antes y después de la aplicación de la mejora





Como lo demuestran los indicadores la propuesta de mejora planteada, logrará una mayor productividad en materia prima de 11.8%, en la mano de obra de 16.6%, además que sube la cantidad de producto terminado un 16.6% y la el tiempo en proceso promedio también baja.

## CAPITULO VI

### 6. Conclusiones y Recomendaciones

#### 6.1 Conclusiones

Es posible realizar mejoras en la planta sin realizar una inversión monetaria. Hay como realizar acciones de mejoramiento continuo solo aplicando esfuerzos en los métodos de trabajo.

Con la aplicación de la mejora propuesta, se logrará una mayor productividad. Se esperan mejoras del 11,8% en materia prima, lo que significa que vamos a tener un mejor aprovechamiento de la materia prima, logrando aumentar producción y reducir el desperdicio y tiempo muerto.

También se espera una mejora del 16,6% en el rendimiento de la mano de obra, alcanzando una mejor producción por el personal que actualmente labora en la fábrica, lo que lleva una reducción de costos y mejorar el capital invertido en mano de obra.

Por otro lado, se obtendría un aumento aproximado del 16% en producción, además de una disminución de producto semi-elaborado a lo largo del proceso

## 6.2 Recomendaciones

El mejoramiento continuo del proceso puede verse claramente demostrado si logramos una mejor sincronización entre la maquinaria y lo operadores. Con esto se logrará la cultura de mejorar cada día.

Se debe inculcar la cultura de mejoramiento en todos los trabajadores, explicándoles el beneficio para toda la organización. Si todos entienden que cada actividad que realizan tiene un objetivo y una definición clara, cada una de ellas serán realizadas con responsabilidad y agregarán valor en cada proceso.

Las empresas e Hilacril S.A., que en muchos ha tenido la restricción en liquidez, debería enfocarse en la reducción de costos, pero siempre con el objetivo principal de mejorar y optimizar los procesos.

Las mejoras en las empresas no siempre requieren de inversión, y como se detalla en este estudio no es necesario de recursos monetarios para mejorar la productividad y producción en cada paso.

Las empresas deben siempre enfocarse en dar el mejor producto al mercado pero nunca descuidar la sincronización de sus equipos y personal, quienes son los actores principales en el éxito de sus procesos y a la larga de sus productos.

## Referencias

Academia Española, R. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. España: Vigésima segunda edición. Tomo 8.

Bruno, I. C. (2012). *Estrucplan. Sistemas de Producción y La Administración de Operaciones*. Recuperado el 10 de diciembre del 2012 del <http://www.estrucplan.com.ar/contenidos/producci%F3n/produccion1.asp>

Castanyer, F. F. (1999). *Como mejorar la productividad en el taller*. Barcelona, España: Grupo Editor S.A.

Chase R., A. N. (2000). *Administración de Producción y Operaciones*. Madrid: Mac Graw Hill.

Coss, R. (2003). *Simulación, un enfoque práctico*. Mexico: Limusa S.A.

*Chospab.ec (s.f) La Gestión por procesos*. Recuperado el 18 de noviembre de 2008 de <http://www.chospab.escalidadarchivosDocumentosGestiondeprocesos.pdf>

*Data-Driven*. (2009). Obtenido de *Soluciones en Calidad y Manufactura*: Recuperado el 7 de noviembre del 2012 [http://www.data-driven.com.mx/2\\_2\\_Manufactura.htm](http://www.data-driven.com.mx/2_2_Manufactura.htm)

Deming, W. (2008). *Calidad, productividad y competitividad*. Madrid: Diaz Santos.

Desatrick, R. (1990). *Cómo conservar su Clientela. El Secreto del Servicio*. Caracas, Venezuela: Legis IESA.

Druker. (1990). *El Ejecutivo Eficaz*. Buenos Aires; Argentina: Sudamericana.

*Gestión por procesos*. (2009). Recuperado el 15 de noviembre del 2012 de [http://www.upm.esinnovacioncalidaddocumentosGeston\\_Procesos.ppt](http://www.upm.esinnovacioncalidaddocumentosGeston_Procesos.ppt)

Gryna, F. M., Chua, R. C., & Defeo, J. A. (2007). *Método Juran. Análisis y planeación de la calidad*. México: McGraw Hill.

Guasch Petit, A. (2002). *Modelado y simulación: aplicación a procesos*. Barcelona; España: Ediciones de la Universidad.

Harrington, L. (1998). *Cómo Incrementar la Calidad Productiva*. Caracas; Venezuela: Mc Graw Hill.

Hernández, A. G. *Mejora continua. Una necesidad del nuevo mundo*. Recuperado el 15 de noviembre 2012 de <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040920103443.html>

Himmelblau, D., & Bischoff, K. (2004). *Análisis y simulación de procesos*. España: Reverté S.A.

Hofacker, A. (2008). *Rapid lean construction - quality rating model*. Manchester: s.n.

Imai, M. (1998). *Como implementar el Kaisen en el sitio de trabajo*. McGraw Hill.

Ishikawa, K. (2007). *Introducción al control de calidad*. Diaz Santos.

Juran, J. (2007). *Juran y el liderazgo para la calidad*. Diaz Santos.

Juran, J. (2008). *Juran y la planificación para la calidad*. Diaz Santos.

Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Finland: VTT Building Technology.

Lefcovich, M.. *Ventajas y beneficios del Kaizen*. Recuperado el 16 de noviembre del 2012 de <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040816180352.html>

Mariño, H. (2001). *Gerencia de Procesos*. Bogotá, Colombia: Algomedá.

Mendoza, J. M., & Mendoza, J. J. (2005). *Sis sixma. Hacia la cumbre de la calidad*. Bogotá: Pensamiento y Gestión.

- Monden, Y. (1991). *El Sistema de Producción de Toyota*. Argentina: MACCHI.
- Moura/Quali. (2011). *Formación de especialidades Lean Six sigma*. Quito, Ecuador: green Belt.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2004). *Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño de trabajo*. Mexico: Alfaomega.
- Pérez Fernández de Velasco, J. (1999). *Gestión de calidad orientada a los procesos*. Madrid: Esic Editorial.
- Setó Pamies, D. (2004). *De la calidad de servicio a la fidelidad del cliente*. Madrid: Esic Editorial.
- Simul8, S. (2010). *Coporation SIMUL8 Recuperado de [www.simul8.com](http://www.simul8.com)*.
- Tovar & Mota, A. (2007). *Un Modelo de Administración por Procesos*. México: Panorama Editorial S.A.
- Vargas, H. (23 de Marzo de 2009). *Conocimientos Web*. Recuperado el 18 de diciembre del 2013 de <http://www.conocimientosweb.net/portal/html.php?file=cursos/curso136.htm>
- Zapata, C. J. (2010). *Análisis probabilístico y simulación*. Bogotá.
- Hilacril S.A. (2010) *Documentos internos de la empresa*. Quito, Ecuador

**ANEXOS**

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

1

<b>PROCESO:</b>	Corte
<b>SUBPROCESO:</b>	Apertura de fibra (TOW to TOP)
<b>MÁQUINA</b>	Trabajo manual/automático
<b>ENTRADA</b>	3 Bultos
<b>SALIDA</b>	3 Bultos
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	460



**UNIDADES (c/día)** de 3 a 4

**TOTAL** 1380

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Abrir embalaje	25,7	26,8	36,65	
		0,42833333	0,44666667	0,61083333	
2	Quitar embalaje	75	78,2	94,2	
		1,25	1,30333333	1,57	
3	Dejar reposar	4 horas			
		240			
4	Uso de montacargas	24 minutos			
		1800			

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Corte
<b>SUBPROCESO:</b>	Estiramiento de fibra acrílica (3TO)
<b>MÁQUINA</b>	3TO
<b>ENTRADA</b>	1 Bultos
<b>SALIDA</b>	de 10 a 11 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	43
<b>UNIDADES (c/día)</b>	32
<b>TOTAL</b>	1376

2

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Ubicar material en Ballet	272,15			
		4,53583333			
2	Limpieza de máquina 3TO	3600			
		60			
3	Enhebrado de fibra en máquina 3TO	525,12			
		8,752			
4	Puesta en funcionamiento máquina 3TO	1800			
		30			
5	Llenado de tarro	985,45	1020,5	965,47	
		16,4241667	17,0083333	16,0911667	
6	Elaboración de tarro de TOW	14,25	11,48	16,5	
		0,2375	0,19133333	0,275	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Corte
<b>SUBPROCESO:</b>	Preparación de TOP
<b>MÁQUINA</b>	NSC
<b>ENTRADA</b>	16 tarros de TOW
<b>SALIDA</b>	de 44 a 45 TOPs
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	17
<b>UNIDADES (c/día)</b>	80
<b>TOTAL</b>	1360

3

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Limpieza de máquina NSC	3600			
		60			
2	Cargado de tarros	21,57	19,23	24,52	
		0,3595	0,3205	0,40866667	
3	Enhebrado de fibra en máquina NSC	22,14	23,16	20,21	
		0,369	0,386	0,33683333	
4	Puesta en funcionamiento máquina NSC	10 min			
		600			
5	Cambio de tarro	52,1	47,25	43,21	
		0,86833333	0,7875	0,72016667	
6	Elaboración de tarro de TOP	235,2	258,45	253,2	
		3,92	4,3075	4,22	
7	Acumulación de TOP	15,6	20,68	21,12	
		0,26	0,34466667	0,352	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Preparación
<b>MÁQUINA</b>	GC12
<b>ENTRADA</b>	8 TOPs
<b>SALIDA</b>	de 6 a 7 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	20
<b>UNIDADES (c/día)</b>	68
<b>TOTAL</b>	1360

4

N°	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina GC12	16,28	20,6	21,08	
		0,27133333	0,34333333	0,35133333	
2	Limpieza de máquina GC12	3600			
		60			
3	Cambiar TOP	28,65	38,54	21,45	
		0,4775	0,64233333	0,3575	
4	Cambiar tarro	17	57	48,7	
		0,28333333	0,95	0,81166667	
5	Llenado de tarro	1141,2	689,2	754,16	
		19,02	11,4866667	12,5693333	
6	Consumo de TOP	5179	5197	5070	
		86,3166667	86,6166667	84,5	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Autorregulación
<b>MÁQUINA</b>	GC13
<b>ENTRADA</b>	7 Tarros
<b>SALIDA</b>	de 3 a 4 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	40
<b>UNIDADES (c/día)</b>	34
<b>TOTAL</b>	1360

5



Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina GC13	21,8	28,42	30,14	
		0,36333333	0,47366667	0,50233333	
2	Limpieza de máquina GC13	3600			
		60			
3	Cargada de máquina GC13	902,9	887,15	895,14	
		15,04833333	14,78583333	14,919	
4	Cambiar tarros vacíos	17	57	48,7	
		0,28333333	0,95	0,81166667	
5	Llenado de tarros	1141,2	689,2	754,16	
		19,02	11,48666667	12,56933333	
6	Cambiar tarros llenos	5179	1254	5070	
		86,31666667	20,9	84,5	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

6

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Segundo Pasaje
<b>MÁQUINA</b>	Segundo Pasaje
<b>ENTRADA</b>	8 Tarros
<b>SALIDA</b>	12 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	24
<b>UNIDADES (c/día)</b>	57
<b>TOTAL</b>	1368

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina SP	24,78	28,37	31,04	
		0,413	0,47283333	0,51733333	
2	Limpieza de máquina SP	3600			
		60			
3	Cargada de máquina SP	954,16	887,14	945,79	
		15,9026667	14,7856667	15,7631667	
4	Cambiar tarros vacíos	14,5	22	39,87	
		0,24166667	0,36666667	0,6645	
5	Llenado de tarros	568,1	851,25	1276,38	
		9,46833333	14,1875	21,273	
6	Cambiar tarros llenos	53,03	79,7	48,58	
		0,88383333	1,32833333	0,80966667	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Frotador

**MÁQUINA** Finisor

**ENTRADA** 1 Tarro

**SALIDA** de 5 a 6 bobinas

**CANTIDAD (Kg/u)** 4

**UNIDADES (c/día)** 340

**TOTAL** 1360

7

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina finisor	21,56	35,47	27,14	
		0,35933333	0,59116667	0,45233333	
2	Limpieza de máquina finisor	3600			
		60			
3	Cargada de máquina finisor	1024,18	1117,31	1087,05	
		17,0696667	18,6218333	18,1175	
4	Cambiar tarros vacíos	123,21	79,15	92,15	
		2,0535	1,31916667	1,53583333	
5	Llenado de bobinas	956,25	805,52	1518,21	
		15,9375	13,4253333	25,3035	
6	Cambiar bobinas llenas (Todas)	123,21	79,15	92,15	
		2,0535	1,31916667	1,53583333	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hilado

**MÁQUINA** Hila 1

**ENTRADA** 1 bobina

**SALIDA** 6 canillas

**CANTIDAD (Kg/u)** 0,6

**UNIDADES (c/día)** 900

**TOTAL** 540

8,1

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina hila 1	31,24	38,74	29,15	
		0,52066667	0,64566667	0,48583333	
2	Limpieza de máquina hila 1	3000			
		50			
3	Cargada de bobinas de máquina hila 1	1500	2100		
		25	35		
4	Consumo de bobinas	115200			
		1920			
5	Llenado de canillas	22800	24000		
		380	400		
6	Cambiar canillas	900	1350		
		15	22,5		

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hilado

**MÁQUINA** Hila 2

**ENTRADA** 1 bobina

**SALIDA** 6 canillas

**CANTIDAD (Kg/u)** 0,6

**UNIDADES (c/día)** 576

**TOTAL** 345,6

8,2

8,3



Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina hila 2	26,12	25,49	29,46	
		0,43533333	0,42483333	0,491	
2	Limpieza de máquina hila 2	2700			
		45			
3	Cargada de bobinas de máquina hila 2	1200	1500		
		20	25		
4	Consumo de bobinas	172800	259200		
		2880	4320		
5	Llenado de canillas	24000	28800		
		400	480		
6	Cambiar canillas	900	1350		
		15	22,5		

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hilado

**MÁQUINA** Hila 4

**ENTRADA** 1 bobina

**SALIDA** 6 canillas

**CANTIDAD (Kg/u)** 0,6

**UNIDADES (c/día)** 528

**TOTAL** 316,8

8,4

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina hila 4	20,15	24,98	18,12	
		0,33583333	0,41633333	0,302	
2	Limpieza de máquina hila 4	1800			
		30			
3	Cargada de bobinas de máquina hila 4	900	1500		
		15	25		
4	Consumo de bobinas	172800			
		2880			
5	Llenado de canillas	36000			
		600			
6	Cambiar canillas	900	1200		
		15	20		

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Enconado
<b>MÁQUINA</b>	Machconer
<b>ENTRADA</b>	5 canilla
<b>SALIDA</b>	2 bobinas
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	1,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	908
<b>TOTAL</b>	1362

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina Enconado	30,41	41,12	46,13	
		0,50683333	0,68533333	0,76883333	
2	Limpieza de máquina Enconado	1800			
		30			
3	Cargada de bobinas de máquina Enconado	26,47	32,56		
		0,44116667	0,54266667		
4	Consumo de canillas	3910	3715	3547	
		65,1666667	61,9166667	59,1166667	
5	Llenado de bobinas	3858	5574		
		64,3	92,9		
6	Cambiar bobinas	31,05	26,14		
		0,5175	0,43566667		

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura  
**SUBPROCESO:** Pareado  
**MÁQUINA** Pareadora

10

**ENTRADA** 2 bobinas  
**SALIDA** 4 bobinas  
pareadas  
**CANTIDAD (Kg/u)** 1  
**UNIDADES (c/día)** 1360  
**TOTAL** 1360

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina Pareado	25,64	19,5	21,13	
		0,42733333	0,325	0,35216667	
2	Limpieza de máquina Pareado	1800			
		30			
3	Cargada de bobinas de máquina Pareado (96)	1248,2	668,54	1005,87	
		20,8033333	11,1423333	16,7645	
4	Consumo de bobinas	7200	8100		
		120	135		
5	Llenado de bobinas pareadas	1648	2700		
		27,4666667	45		
6	Cambiar bobinas pareadas	7,54	15,2	9,96	
		0,12566667	0,25333333	0,166	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura  
**SUBPROCESO:** Torcido  
**MÁQUINA** Retorcedora

11

**ENTRADA** 1 bobinas  
**SALIDA** 1 bobinas retorcida  
**CANTIDAD (Kg/u)** 1  
**UNIDADES (c/día)** 1360  
**TOTAL** 1360



Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina Retorcedora	16,54	19,87		
		0,27566667	0,33116667		
2	Limpieza de máquina Retorcedora	1800			
		30			
3	Cargada de bobinas de máquina Retorcedora	90			
		1,5			
4	Consumo de bobinas	6240	7080		
		104	118		
5	Llenado de bobinas retorcidas	6240	7080		
		104	118		
6	Cambiar bobinas retorcidas	25	31		
		0,41666667	0,51666667		

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Madejado
<b>MÁQUINA</b>	Madejera
<b>ENTRADA</b>	1 bobinas
<b>SALIDA</b>	2 madejas
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	0,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	2720
<b>TOTAL</b>	1360

12

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina Madejera	10,58	12,15		
		0,17633333	0,2025		
2	Limpieza de máquina Madejera	1200			
		20			
3	Cargada de bobinas de máquina Madejera	600			
		10			
4	Consumo de bobinas	3600	2700		
		60	45		
5	Llenado de madejas	660	900		
		11	15		
6	Cambiar bobinas madejas	240			
		4			

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Debanado
<b>MÁQUINA</b>	Debanadora
<b>ENTRADA</b>	1 madeja
<b>SALIDA</b>	1 canilla
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	0,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	2720
<b>TOTAL</b>	1360

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina Madejera	10,58	12,15		
		0,17633333	0,2025		
2	Limpieza de máquina Madejera	1200			
		20			
3	Cargada de bobinas de máquina Madejera	960			
		16			
4	Consumo de bobinas	45	98	75	
		0,75	1,63333333	1,25	
5	Llenado de madejas	45	98	75	
		0,75	1,63333333	1,25	
6	Cambiar bobinas madejas	600			
		10			

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

14

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Bobinado
<b>MÁQUINA</b>	Bobinadora
<b>ENTRADA</b>	1 canilla
<b>SALIDA</b>	1 canilla
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	0,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	2720
<b>TOTAL</b>	1360

Nº	ACTIVIDAD	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 4
1	Funcionamiento de máquina bobinadora	11	18		
		0,18333333	0,3		
2	Limpieza de máquina bobinadora	1200			
		20			
3	Cargada de bobinas de máquina bobinadora	900			
		15			
4	Consumo de canilla	180			
		3			
5	Llenado de canilla	180			
		3			
6	Cambiar bobinas canilla	600			
		10			

## Levantamiento de información

### LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

1

**PROCESO:** Corte

**SUBPROCESO:** Apertura de fibra (TOW to TOP)

**FUNCIONARIO:** Operador de corte

**FECHA:** 05/01/2013

**LUGAR:** Bodega



N°	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (diaria)	VOLUMEN	TIEMPO (minutos)	LUGAR	OBSERVACIONES
1	Abrir embalaje	3	460	0,44	Bodega	La actividad se realiza en la mañana dejando reposar el material por 4 horas para ingresar a la máquina
2	Quitar embalaje	3	1	1,3	Bodega	
3	Dejar reposar	3	460	240	Bodega	
4	Uso de montacargas	3	24	8	Bodega	
5						
6						

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

2

**PROCESO:** Corte

**SUBPROCESO:** Estiramiento de fibra acrílica (3TO)

**FUNCIONARIO:** Operador de corte

**FECHA:** 05/01/2013

**LUGAR:** Bodega

<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (diaria)</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Ubicar material en Ballet	3	1	4,54	Bodega	Cuando la persona no está presente la máquina detiene su labor
2	Limpieza de máquina 3TO	1	1	60	Bodega	
3	Enhebrado de fibra en máquina 3TO	4	3	8,75	Bodega	
4	Puesta en funcionamiento máquina 3TO	1	-	30	Bodega	
5	Preparación de tarro	32	50	0,23	Bodega	
6	Elaboración de tarro TOP	32	50	16,42	Bodega	
7						

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

3

**PROCESO:** Corte

**SUBPROCESO:** Apertura de fibra (TOW to TOP)

**FUNCIONARIO:** Operador de corte

**FECHA:** 05/01/2013

**LUGAR:** Bodega

<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (diaria)</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Limpieza de máquina NSC	1	1	60	Bodega	La máquina funciona en dos tandas de 16 tarros cada una, en la cual coloca 9 tarros vaporizados y 7 sin vaporizar y salen cerca de 85 TOPs
2	Cargado de tarros	32	50	0,36	Bodega	
3	Enhebrado de fibra en máquina NSC	2	1	0,37	Bodega	
4	Puesta en funcionamiento máquina NSC	2	1	600	Bodega	
5	Cambio de tarro	16	50	0,78	Bodega	
6	Elaboración de tarro de TOP	32	18	4,31	Bodega	
7	Acumulación de TOP	88	18	0,34	Bodega	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

4

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Preparación

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

Nº	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (diaria)	VOLUMEN	TIEMPO (minutos)	LUGAR	OBSERVACIONES
1	Funcionamiento de máquina GC12	1	1	0,2	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas
2	Limpieza de máquina GC12	1	1	60	Fábrica	
3	Cambiar TOP	85	18	0,47	Fábrica	
4	Cambiar tarro	76	21	0,81	Fábrica	
5	Llenado de tarro	76	21	12,57	Fábrica	
6	Consumo de TOP	88	18	86,31	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

5

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Autorregulación

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica



Nº	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (diaria)	VOLUMEN	TIEMPO (minutos)	LUGAR	OBSERVACIONES
1	Funcionamiento de máquina GC13	1	1	0,47	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas
2	Limpieza de máquina GC13	1	1	60	Fábrica	
3	Cargada de máquina GC13	1	1	14,79	Fábrica	
4	Cambiar tarros vacíos	76	21	0,36	Fábrica	El proceso 4, 5 y 6 la realiza una sola persona
5	Llenado de tarros	38	40	14,19	Fábrica	
6	Cambiar tarros llenos	38	40	0,88	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Segundo Pasaje

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

<b>Nº</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (diaria)</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Funcionamiento de máquina SP	1	1	0,47	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas
2	Limpieza de máquina SP	1	1	60	Fábrica	
3	Cargada de máquina SP	1	500	14,79	Fábrica	
4	Cambiar tarros vacíos	38	42	0,37	Fábrica	El proceso 4, 5 y 6 la realiza una sola persona
5	Llenado de tarros	48	33	10,85	Fábrica	
6	Cambiar tarros llenos	48	33	0,31	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Frotador

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

7

<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (diaria)</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Funcionamiento de máquina Finisor	1	1	0,59	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas
2	Limpieza de máquina Finisor	1	1	60	Fábrica	
3	Cargada de máquina Finisor	1	500	18,62	Fábrica	
4	Cambiar tarros vacíos	40	35	1,53	Fábrica	
5	Llenado de bobinas	340	6	15,93	Fábrica	
6	Cambiar bobinas llenas	340	6	1,53	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hila 1

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

8,1

<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (diaria)</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Funcionamiento de máquina hila 1	1	1	0,52	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas
2	Limpieza de máquina hila 1	1	1	50	Fábrica	
3	Cargada de bobinas de máquina hila 1	1	450	25	Fábrica	
4	Consumo de bobinas	225	6	1920	Fábrica	
5	Llenado de canillas	1350	0,6	380	Fábrica	
6	Cambiar canillas	1350	0,6	22,5	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hila 2 y 3

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

8,2 y 8,3



<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (diaria)</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Funcionamiento de máquina hila 2	1	1	0,49	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas, la opera una persona, y funciona de 2 a 3 días, que es lo que se demora en consumir las bobinas
2	Limpieza de máquina hila 2	1	1	45	Fábrica	
3	Cargada de bobinas de máquina hila 2	1	500	25	Fábrica	
4	Consumo de bobinas	144	6	2880	Fábrica	
5	Llenado de canillas	864	0,6	400	Fábrica	
6	Cambiar canillas	864	0,6	15	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hila 4

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

8,4

N°	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (diaria)	VOLUMEN	TIEMPO (minutos)	LUGAR	OBSERVACIONES
1	Funcionamiento de máquina hila 4	1	1	0,34	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas
2	Limpieza de máquina hila 4	1	1	30	Fábrica	
3	Cargada de bobinas de máquina hila 4	1	500	15	Fábrica	
4	Consumo de bobinas	225	6	2880	Fábrica	
5	Llenado de canillas	1350	0,6	15	Fábrica	
6	Cambiar canillas	1350	0,6	20	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Enconado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (diaria)</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Funcionamiento de máquina Enconado	1	1	0,68	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas
2	Limpieza de máquina Enconado	1	1	30	Fábrica	
3	Cargada de bobinas de máquina Enconado	1	2610	26,47	Fábrica	
4	Consumo de canillas	2610	0,6	0,54	Fábrica	
5	Llenado de bobinas	908	1,5	64,3	Fábrica	
6	Cambiar bobinas	908	1,5	0,43	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Pareado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

Nº	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (diaria)	VOLUMEN	TIEMPO (minutos)	LUGAR	OBSERVACIONES
1	Funcionamiento de máquina Pareado	1	1	0,35	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas
2	Limpieza de máquina Pareado	1	1	30	Fábrica	
3	Cargada de bobinas de máquina Pareado	1	680	0,35	Fábrica	
4	Consumo de bobinas	680	2	120	Fábrica	
5	Llenado de bobinas pareadas	1360	1	27	Fábrica	
6	Cambiar bobinas pareadas	1360	1	0,16	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Torcido

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica



<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (diaria)</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Funcionamiento de máquina Retorcedora	1	1	0,33	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas entra una bobina y sale una bobina con el hilo retorcido
2	Limpieza de máquina Retorcedora	1	1	30	Fábrica	
3	Cargada de bobinas de máquina Retorcedora	1	1	90	Fábrica	
4	Consumo de bobinas	1360	1	104	Fábrica	
5	Llenado de bobinas retorcidas	1360	1	104	Fábrica	
6	Cambiar bobinas retorcidas	1360	1	0,41	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

12

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Torcido

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (diaria)</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Funcionamiento de máquina Madejera	1	1	0,17	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas entra una bobina y salen dos madejas
2	Limpieza de máquina Madejera	1	1	20	Fábrica	
3	Cargada de bobinas de máquina Madejera	1	1	10	Fábrica	
4	Consumo de bobinas	1360	1	60	Fábrica	
5	Llenado de madejas	2720	0,5	15	Fábrica	
6	Cambiar bobinas madejas	2720	0,5	4	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Debanado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

Nº	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (diaria)	VOLUMEN	TIEMPO (minutos)	LUGAR	OBSERVACIONES
1	Funcionamiento de máquina Debanadora	1	1	0,17	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas entra una bobina y salen dos madejas
2	Limpieza de máquina Debanadora	1	1	20	Fábrica	
3	Cargada de bobinas de máquina Debanadora	1	1	10	Fábrica	
4	Consumo de bobinas	1360	1	60	Fábrica	
5	Llenado de madejas	2720	0,5	30	Fábrica	
6	Cambiar bobinas madejas	2720	0,5	10	Fábrica	

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Bobinadora y empacado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

<b>Nº</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (diaria)</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>LUGAR</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Funcionamiento de máquina bobinadora	1	1	0,18	Fábrica	Las máquinas funcionan las 24 horas las cuales la operan dos personas en turnos de 12 horas entra una bobina y salen dos madejas
2	Limpieza de máquina bobinadora	1	1	20	Fábrica	
3	Cargada de bobinas de máquina bobinadora	1	1	15	Fábrica	
4	Consumo de canilla	1360	1	3	Fábrica	
5	Llenado de canilla	2720	0,5	3	Fábrica	
6	Cambiar bobinas canilla	2720	0,5	10	Fábrica	
7	Empacado	226	12	0,86	Fábrica	

### 8.3 Resultados de la simulación modelo normal

		<a href="#">Low 95% Range</a>	Average Result	<a href="#">High 95% Range</a>
T_3TO 1	Number Completed Jobs	52.90	54.33	55.77
T_3TO 2	Number Completed Jobs	51.52	54.00	56.48
T_3TO 3	Number Completed Jobs	51.52	54.00	56.48
T_3TO 4	Number Completed Jobs	51.52	54.00	56.48
T_3TO 5	Number Completed Jobs	52.90	54.33	55.77
T_3TO 6	Number Completed Jobs	51.52	54.00	56.48
T_3TO 7	Number Completed Jobs	52.90	54.33	55.77
T_3TO 8	Number Completed Jobs	52.90	54.33	55.77
T_3TO 9	Number Completed Jobs	51.52	54.00	56.48
T_3TO 10	Number Completed Jobs	51.52	54.00	56.48
T_3TO 11	Number Completed Jobs	52.90	54.33	55.77
T_3TO 12	Number Completed Jobs	51.52	54.00	56.48
T_3TO 13	Number Completed Jobs	51.52	54.00	56.48
T_3TO 14	Number Completed Jobs	50.80	53.67	56.54
T_3TO 15	Number Completed Jobs	51.52	54.00	56.48
T_3TO 16	Number Completed Jobs	51.52	54.00	56.48
Fic_t AR	Number Completed Jobs	1747.36	1823.00	1898.64
Fic_t SP	Number Completed Jobs	876.96	914.67	952.37
Fic_t F	Number Completed Jobs	1455.20	1515.67	1576.13
Cola enconadora	Total Output	48387.90	51400.00	54412.10
Apertura de fibra	Number Completed Jobs	28.00	28.00	28.00
	Working %	15.61	16.76	17.90
	Waiting %	82.10	83.24	84.39
	Blocked %	0.00	0.00	0.00
Balet para bultos	Total Output	41926.44	43869.00	45811.56
Maq_3TO	Working %	10.36	10.88	11.39
	Waiting %	55.50	56.62	57.74
	Number Completed Jobs	41926.44	43869.00	45811.56
Tarro TOW	Number Completed Jobs	817.29	854.67	892.04
	Working %	32.08	32.76	33.43
	Waiting %	66.57	67.24	67.92
	Blocked %	0.00	0.00	0.00
Fic_Maq TOP	Number Completed Jobs	2198.76	2305.33	2411.91
	Working %	2.73	2.86	2.99
	Waiting %	37.63	50.38	63.13
	Blocked %	34.14	46.77	59.39
Maq_prep NSC	Number Completed Jobs	2069.33	2169.33	2269.34
	Working %	21.86	22.88	23.89
	Waiting %	40.30	52.90	65.50
	Blocked %	12.60	24.22	35.85





		<u>Low 95% Range</u>	<u>Average Result</u>	<u>High 95% Range</u>
<b>Sal_TOPs</b>	Working %	1.49	1.56	1.63
	Waiting %	58.25	72.57	86.89
	Blocked %	0.00	4.52	9.05
	Number Completed Jobs	2068.91	2168.00	2267.09
<b>Montacargas</b>	Number Completed Jobs	342.79	360.00	377.21
	Working %	6.85	7.11	7.37
	Waiting %	34.73	35.04	35.36
	Blocked %	0.00	0.00	0.00
<b>Maq_CG12</b>	Number Completed Jobs	1747.36	1823.00	1898.64
	Working %	60.58	63.16	65.74
	Waiting %	24.53	27.26	30.00
	Blocked %	3.16	3.33	3.50
<b>Fic_CG12</b>	Number Completed Jobs	4371.69	4560.67	4749.65
	Working %	10.84	11.31	11.78
	Waiting %	11.21	13.05	14.90
	Blocked %	67.21	69.38	71.55
<b>Fic_AR</b>	Number Completed Jobs	5018.49	5231.33	5444.18
	Working %	18.67	19.46	20.26
	Waiting %	28.64	30.92	33.19
	Blocked %	42.74	45.45	48.16
<b>Maq_Autoregulador</b>	Number Completed Jobs	876.96	914.67	952.37
	Working %	36.49	37.72	38.96
	Waiting %	54.77	55.99	57.21
<b>Maq_Segundo pasaje</b>	Number Completed Jobs	1455.20	1515.67	1576.13
	Working %	50.40	52.50	54.59
	Waiting %	40.16	42.22	44.28
	Blocked %	3.09	3.20	3.32
<b>Maq_Finsor 1</b>	Number Completed Jobs	553.39	562.00	570.61
	Working %	27.09	27.23	27.38
<b>Maq_Finsor 2</b>	Number Completed Jobs	552.19	582.00	611.81
	Working %	27.23	28.34	29.46
<b>Maq_Finsor 3</b>	Number Completed Jobs	531.11	589.00	646.89
	Working %	23.33	26.19	29.04
<b>Maq_Finsor 4</b>	Number Completed Jobs	556.18	582.00	607.82
	Working %	27.30	28.25	29.20
<b>Maq_Finsor 5</b>	Number Completed Jobs	533.23	556.00	578.77
	Working %	26.24	27.01	27.78
<b>Maq_Finsor 6</b>	Number Completed Jobs	556.18	582.00	607.82
	Working %	27.33	28.26	29.19
<b>Maq_Finsor 7</b>	Number Completed Jobs	545.63	555.67	565.71
	Working %	26.64	26.91	27.18

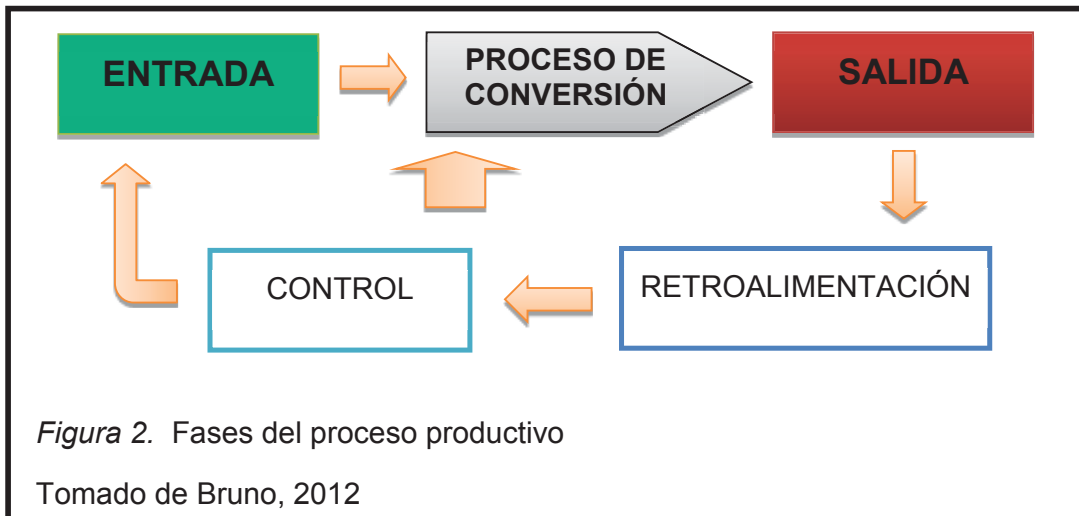
		<u>Low 95% Range</u>	<u>Average Result</u>	<u>High 95% Range</u>
<b>Maq_Finsor 8</b>	Number Completed Jobs	552.97	584.00	615.03
	Working %	26.60	28.34	30.07
<b>Maq_Finsor 9</b>	Number Completed Jobs	557.23	580.00	602.77
	Working %	26.35	28.14	29.93
<b>Maq_Finsor 10</b>	Number Completed Jobs	546.49	584.00	621.51
	Working %	26.13	28.25	30.38
<b>Maq_Finsor 11</b>	Number Completed Jobs	555.23	578.00	600.77
	Working %	27.19	28.22	29.24
<b>Maq_Finsor 12</b>	Number Completed Jobs	562.79	580.00	597.21
	Working %	27.76	28.39	29.02
<b>Maq_Finsor 13</b>	Number Completed Jobs	556.18	582.00	607.82
	Working %	26.76	28.22	29.68
<b>Maq_Finsor 14</b>	Number Completed Jobs	563.23	586.00	608.77
	Working %	27.21	28.48	29.75
<b>Maq_Finsor 15</b>	Number Completed Jobs	556.18	582.00	607.82
	Working %	27.30	28.25	29.20
<b>Maq_Finsor 16</b>	Number Completed Jobs	542.56	582.00	621.44
	Working %	26.83	28.26	29.69
<b>Fic 1_Hila 1</b>	Number Completed Jobs	14.90	16.33	17.77
	Working %	0.01	0.12	0.23
<b>Maq_Hila 1</b>	Number Completed Jobs	45.90	47.33	48.77
	Working %	45.61	46.39	47.18
	Blocked %	45.73	50.88	56.03
<b>Fic 1_Hila 2</b>	Number Completed Jobs	11.00	11.00	11.00
	Working %	0.00	0.00	0.00
<b>Maq_Hila 2</b>	Number Completed Jobs	28.80	31.67	34.54
	Working %	31.62	34.96	38.29
	Blocked %	48.43	51.32	54.22
<b>Fic 1_Hila 3</b>	Number Completed Jobs	12.90	14.33	15.77
<b>Fic 1_Hila 3</b>	Number Completed Jobs	12.90	14.33	15.77
	Working %	0.00	0.06	0.20
	Waiting %	10.12	22.96	35.81
<b>Maq_Hila 3</b>	Number Completed Jobs	36.08	42.33	48.59
	Working %	40.70	46.26	51.81
	Waiting %	11.36	20.71	30.06
<b>Fic 1_Hila 4</b>	Number Completed Jobs	11.90	13.33	14.77
	Working %	0.00	0.03	0.18
	Waiting %	10.12	22.96	35.81
<b>Maq_Hila 4</b>	Number Completed Jobs	33.50	38.67	43.84
	Waiting %	2.37	16.19	30.01
	Working %	46.49	52.85	59.20
<b>Fic 1_Enconado</b>	Number Completed Jobs	161.29	171.33	181.37
	Working %	0.17	0.18	0.19
<b>Maq_Enconadora</b>	Working %	57.07	61.57	66.06
	Number Completed Jobs	319.49	341.00	362.52
<b>Maq_Pareadora</b>	Number Completed Jobs	787.65	842.67	897.68
	Waiting %	4.30	8.07	11.83
	Working %	58.20	61.62	65.04



		<u>Low 95% Range</u>	<u>Average Result</u>	<u>High 95% Range</u>
<b>Maq_Enconadora</b>	Working %	0.17	0.18	0.19
	Working %	57.07	61.57	66.06
<b>Maq_Pareadora</b>	Number Completed Jobs	319.49	341.00	362.52
	Number Completed Jobs	787.65	842.67	897.68
<b>Maq_Madejera 1</b>	Waiting %	4.30	8.07	11.83
	Working %	58.20	61.62	65.04
	Number Completed Jobs	1836.98	1850.67	1864.35
<b>Maq_Madejera 2</b>	Working %	59.31	59.64	59.96
	Number Completed Jobs	1835.26	1857.67	1880.07
	Working %	59.10	59.87	60.63
<b>Maq_Debanadora</b>	Waiting %	7.49	7.98	8.47
	Number Completed Jobs	1467.98	1481.67	1495.35
	Waiting %	31.49	32.59	33.69
<b>Fic_Debanadora</b>	Working %	58.23	58.90	59.58
	Number Completed Jobs	2935.97	2963.33	2990.70
	Working %	7.78	7.84	7.90
<b>Fic_Bobinado</b>	Number Completed Jobs	2036.60	2056.00	2075.40
	Working %	74.89	76.64	78.39
	Waiting %	16.11	17.90	19.69
<b>Maq_Bobinado</b>	Number Completed Jobs	2037.69	2055.67	2073.64
	Waiting %	62.26	62.53	62.80
	Working %	15.06	15.35	15.64
<b>Empaque</b>	Number Completed Jobs	6107.91	6165.33	6222.76
	Waiting %	62.26	62.53	62.80
	Working %	13.07	13.15	13.23
<b>Hilos terminados</b>	Number Completed	6106.79	6165.00	6223.21
	Average Time in System	100.21	103.90	107.59
	Maximum Time in System	136.46	158.85	181.24
	Minimum Time in System	66.06	67.64	69.22

Para calificación dentro del criterio de validez la presencia de estos tres elementos es indispensable para evitar la confusión con procedimiento:

- Valor agregado: Son las actividades que transforman los datos e insumos para crear información y productos o servicios para cliente.
- Traspaso (Flujo): Actividades en las que se entrega de manera interdepartamental o externa la información y/o productos
- Control: Acciones permiten que las actividades de traspaso se lleven a cabo de acuerdo a especificaciones previas de calidad, tiempo y costo establecido.



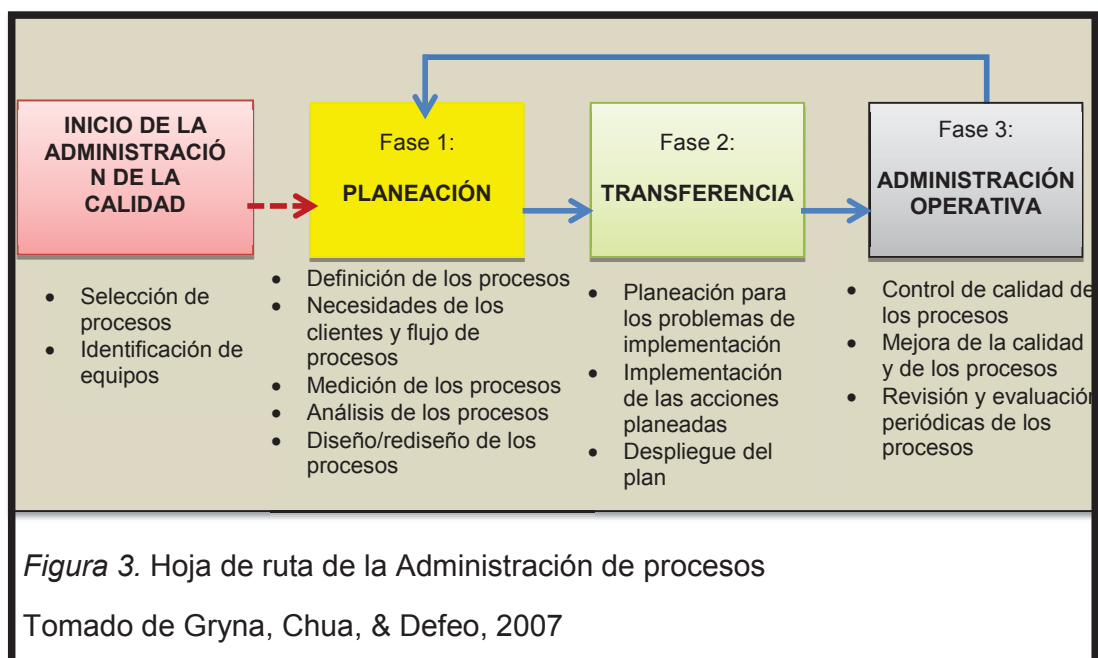
Los procesos deben estar en constante revisión para evaluar sus resultados y en caso de ser necesarios realizar cambios respectivos y modificaciones, en búsqueda de una productividad en aumento y eficiente. Con un proceso efectivo y bueno se facilita lograr un mayor aprovechamiento de los recursos de una empresa.

### 1.1.2 Gestión por procesos

Una vez claro que no existe un producto sin un proceso y no existe un proceso sin un producto, también demos entender que una empresa, del tipo que fuere, es tan eficiente como lo son sus procesos. Según Mariño 2001 "...en toda industria, la orientación hacia los procesos, forma parte de la cultura de organizaciones exitosas."

3. *Desarrollar el mapa de procesos*
4. *Describir procesos*
5. *Diagramar procesos*
6. *Análisis de datos y mejora del proceso”*

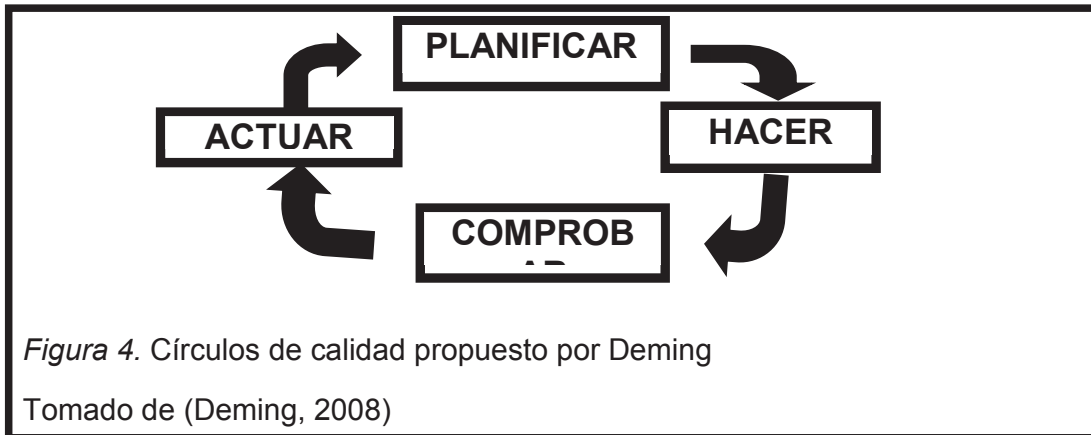
Para la aplicación de la metodología de la Gestión por Procesos autores como Juran aconseja a seguir una “Ruta de la administración de procesos”, (Gryna, Chua, & Defeo, 2007, págs. 196-197), como se muestra en la siguiente gráfica



Según Juran esta ruta requiere que se realicen labores que relacionen los mapas de procesos, mejoramiento de procesos, rediseños, indicadores de gestión y documentos de los procesos, y desde ahí avanzar en cada una de las etapas. Es responsabilidad de la alta gerencia determinar primero los procesos importantes para la organización, considerando los factores críticos para el éxito de la misma y segundo cuál de estos procesos tienen problemas o no están satisfaciendo al cliente o a la alta dirección.

### 1.2.2 Ciclo de Mejora Continua

En la mejora continua comúnmente se utiliza el círculo de calidad propuesto por Deming el cual establece que los ciclos deben estar establecidos por los siguientes pasos Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.



*Figura 4.* Círculos de calidad propuesto por Deming

Tomado de (Deming, 2008)

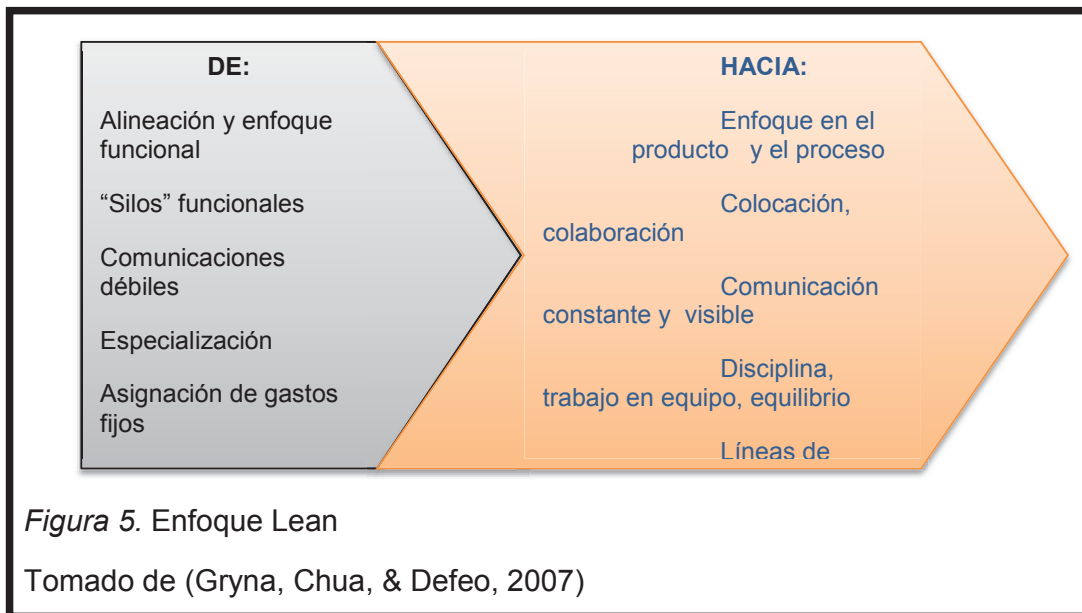
El círculo propuesto por Deming es una forma en la que las empresas pueden realizar las actividades de mejoramiento buscando resultados y continuamente obtener una retroalimentación de los resultados obtenidos para seguir mejorando y no parar cuando creen que han llegado a la solución. La figura expuesta muestra como implementar los procesos de mejora, con retroalimentación de información para la empresa y trabajadores que ayudará a eliminar actividades que no agreguen valor a los productos o sean causantes de defectos y fallas. Siempre con una retroalimentación de resultados (Monden, 1991).

### 1.2.3 Implementación de la Mejora Continua

Como se mencionó anteriormente en el punto 1.2.1, el mejoramiento continuo sirve para identificar problemas que existen en la empresa e implementar cambios positivos que la hagan progresar y ahorrar dinero, puesto que estas fallas cuestan dinero. La labor de los empresarios es buscar mejorar y lograr cada vez menos defectos en los procesos para aumentar la productividad, obtener mayor beneficio y satisfacer las necesidades de los clientes, ya que

### 1.2.5.1 Características Lean

En la figura se muestran las características de una empresa tradicional y una con enfoque lean en el cuál adicionalmente se puede identificar ligereza, rapidez, exactitud, visibilidad y multiplicidad.



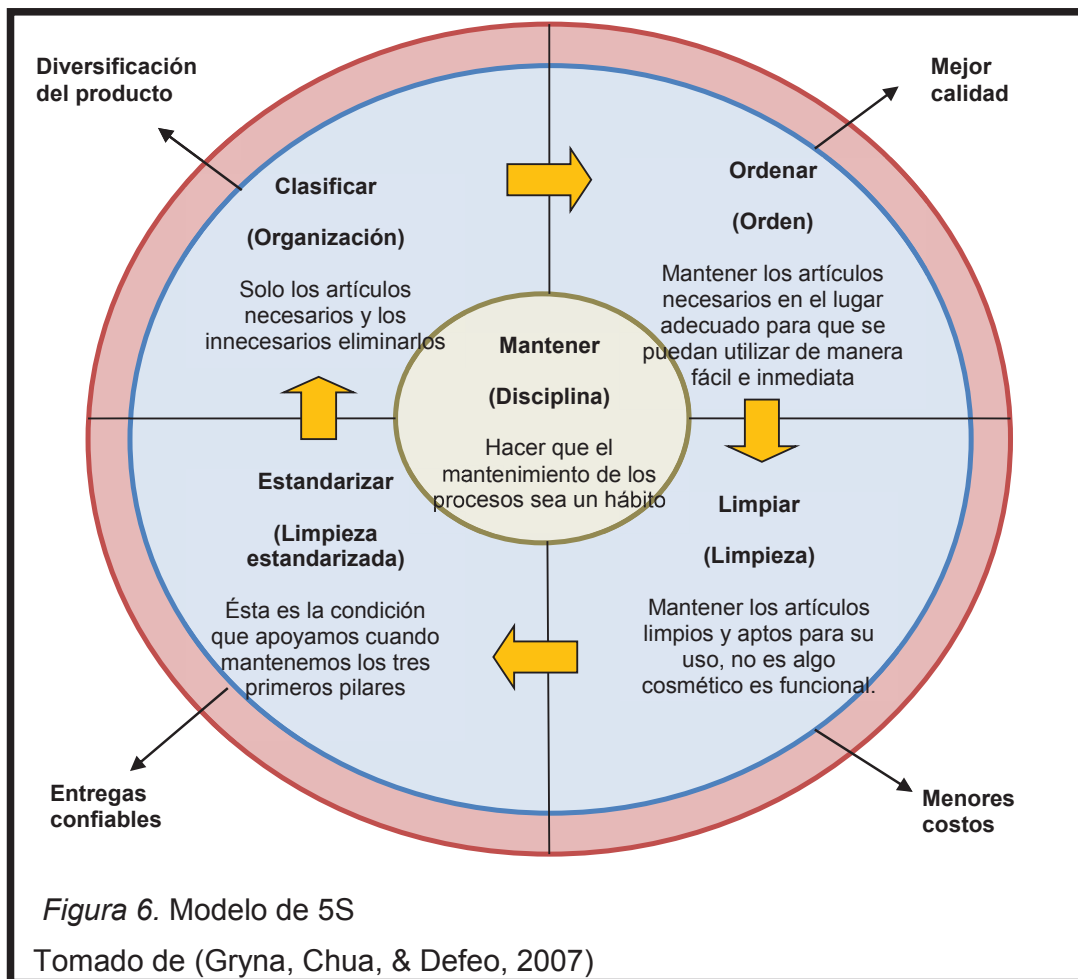
### 1.2.5.2 Misión de Lean

El mayor defecto de las compañías, es creer que las cosas las están haciendo bien y que no deben cambiar. Pero estas visiones tradicionalistas son las que no permiten que los pensamientos de LEAN sean aplicados correctamente.

Al final de todo, para lo que las empresas implementen la metodología Lean y que sus procesos logren, como lo describen en su libro de Método Juran. Análisis y planeación de la calidad (Gryna, Chua y Defeo, 2007), lo que se debe buscar es:

- El menor tiempo posible de mando
- El nivel óptimo de inventario estratégico
- El mayor orden de servicio práctico para el cliente
- La mayor calidad posible (bajo índice de defectos)

## SHITSUKE O DISCIPLINA



La disciplina consiste en convertir en hábito la implementación de las 4'S anteriores; su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente." (Gryna, Chua, & Defeo, 2007)

En este punto lo primordial es el autocontrol de cada persona que conforma la empresa, es respetar y hacer respetar lo establecido; asegurando que se sigue fielmente los instructivos y/o manuales. Es necesario realizar auditorías de cada una de las áreas, secciones, líneas de trabajo, etc., utilizando un formato



### 2.1.1 Descripción de procesos productivos

El proceso productivo en las áreas de corte e hilatura es el tradicional para este tipo de industria. Debe pasar por varios procesos industriales de estiramiento y retorcido para que la fibra acrílica sea transformada en hilo terminado, para pasar a las secciones de tejeduría o a ser comercializado directamente.

Las secciones son: apertura, corte, elaboración de TOP, estiraje, frotador, hilado, enconado, pareado, retorcido, manejo, bobinado, empaque, etc. El detalle del proceso a analizarse es el siguiente:



1.- El proceso de hilatura comienza en el área de corte con la ruptura de la fibra conocida como TOW (conjunto grande de fibras sintéticas o artificiales continuas formando una cinta para facilitar su procesamiento); que varia sus características dependiendo de las especificaciones con las que fue elaborado.

La materia prima llega en fardos los cuales son abiertos para que la fibra pueda ventilarse y luego ser trabajada. La fibra entra en una máquina la cual estira y apisona a la fibra con grandes rodillos y con vapor a altas temperaturas. Cuando la fibra ha sido estirada pasa a un proceso que peina el material para que toda la fibra quede uniforme y sale en forma de una cinta continua.

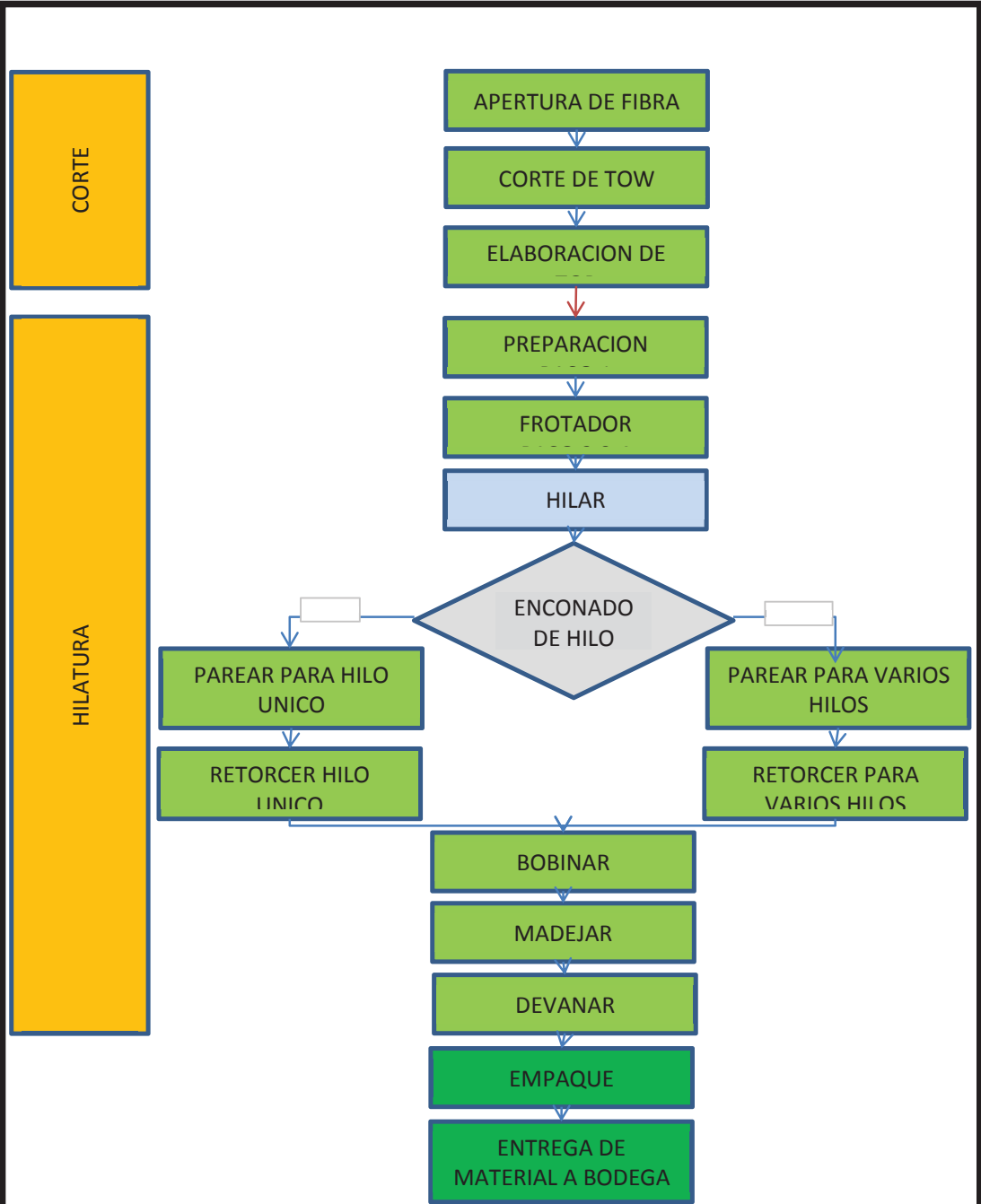


Figura 9. Diagrama de proceso de hilatura tipos de hilo  
Tomado de Archivos de Hilacril S.A. 2012

### 3.1.2 Distribuciones probabilísticas para el modelo

Para la realización del modelo se utilizarán las siguientes distribuciones:

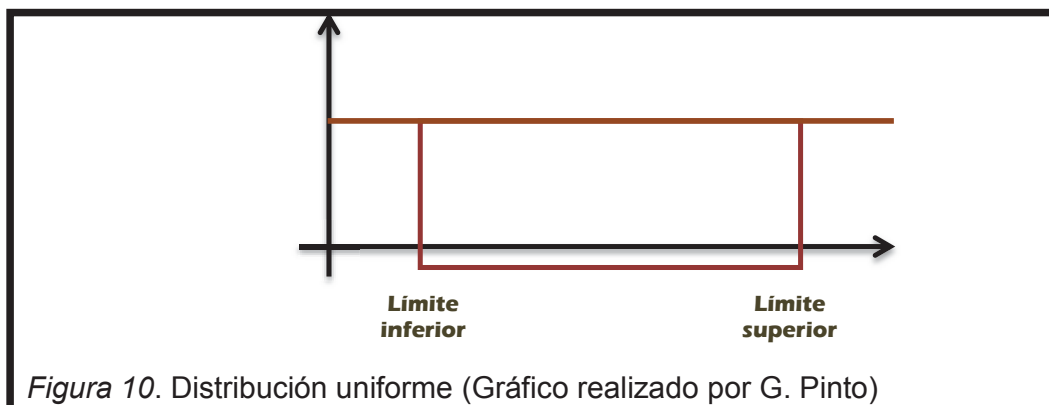
- Promedio (Average)
- Uniformes (Uniform)
- Fijas (Fixed)
- Triangular (Triangular)

#### **Promedio.**

Esta distribución se utiliza cuando el valor obtenido, es aproximado. O cuando el valor es muy bajo de acuerdo a la apreciación de una persona, la mayoría de las veces es por sus altos valores o dificultad para medir.

#### **Uniforme**

Es el tipo de distribución utilizado con más frecuencia, se lo usa cuando los valores obtenidos son uniformes dentro de un intervalo, cada uno tiene la misma posibilidad de ocurrencia que cualquier otro valor. Su representación es:

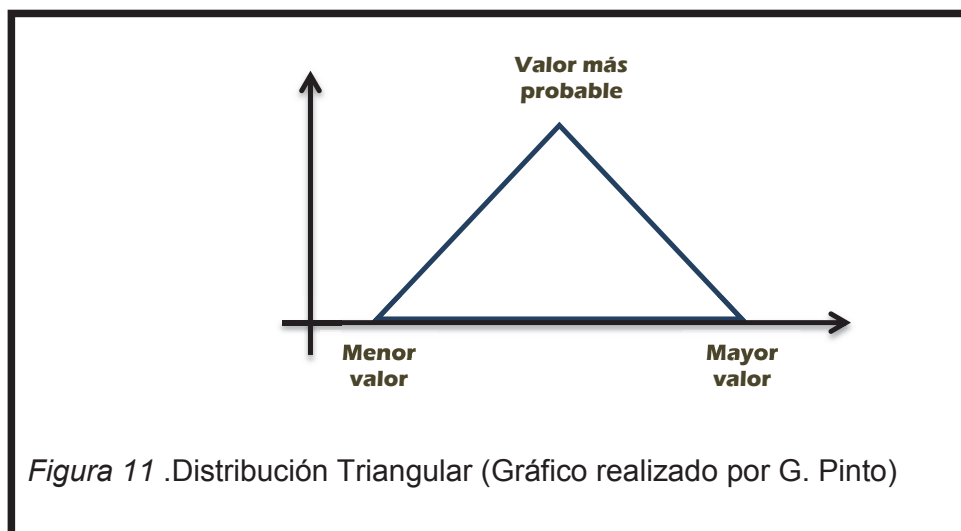


#### **Fijas**

Esta distribución otorga valor fijo, esto quiere decir que las variables no cambiarán y serán predeterminadas.

### Distribución Triangular.

Esta distribución de muestra es muy usada, cuando se tienen medidas o tiempos de tres categorías: la menor medida, la mayor medida obtenida y el más probable. La gráfica de la distribución queda de la siguiente manera:



### 3.2 Modelo lógico

El modelo lógico de la simulación, conserva los objetos de trabajo, las colas, las líneas y las imágenes que proporciona SIMUL8. Además se han incluido unas imágenes que representan las máquinas y etapas de producción (como se indica en la tabla 1) y otros objetos necesarios para darle mayor funcionalidad a la simulación.

#### 3.2.1 Creación de sub-ventanas de simulación

El programa SIMUL8 facilita la creación de sub-ventanas de simulación, en la cual se puede agrupar actividades que se realicen en un lugar específico, o que se pueda separar del proceso, y conectarlo con otro proceso para explicarlo con mayor detalle dentro del modelo.

Es así que para separar el inicio del proceso, el Corte se lo simula en una sub ventana, hasta la finalización de la elaboración de los TOPs y se los lleva en el montacargas hasta la fábrica para el siguiente proceso de preparación.



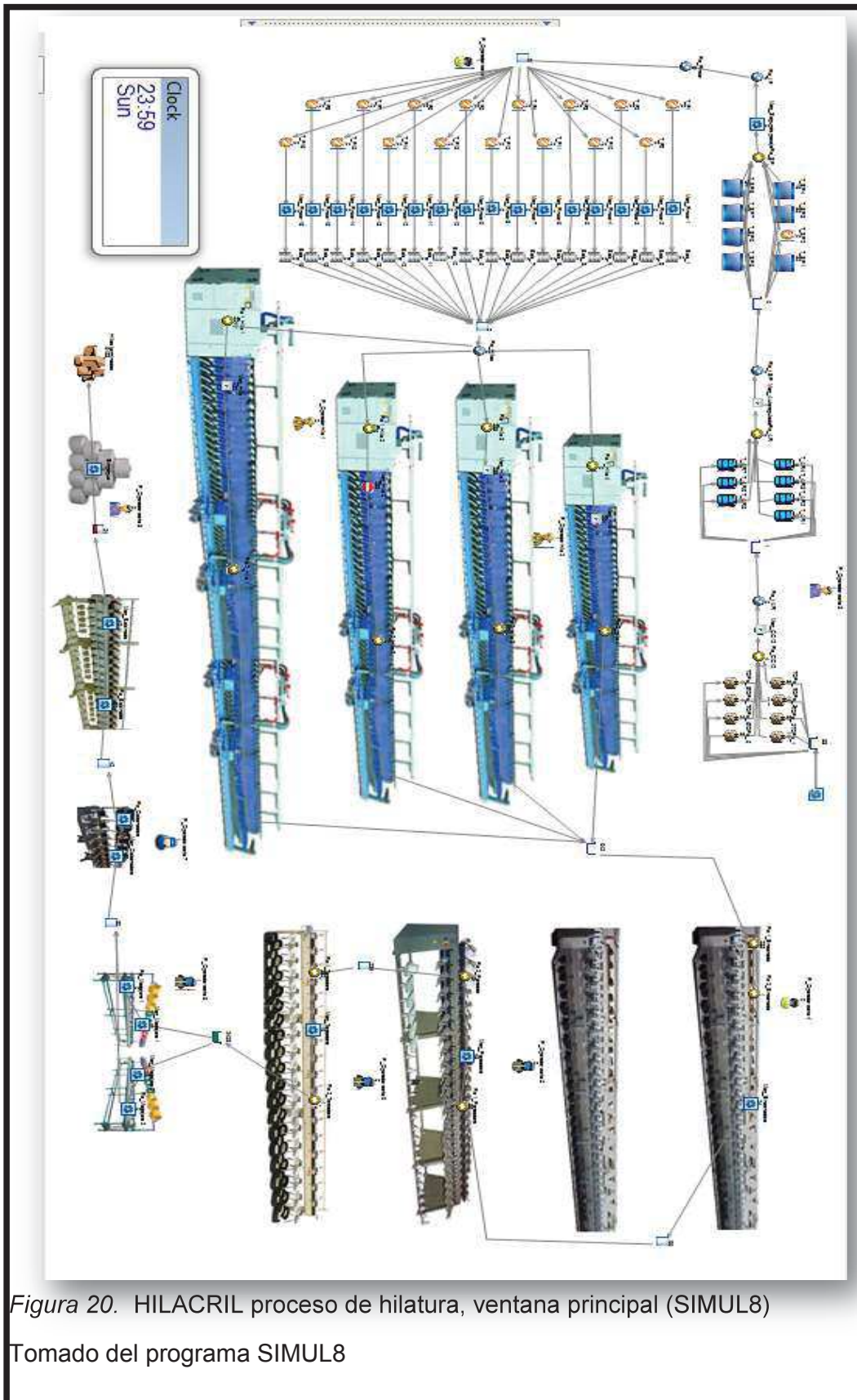


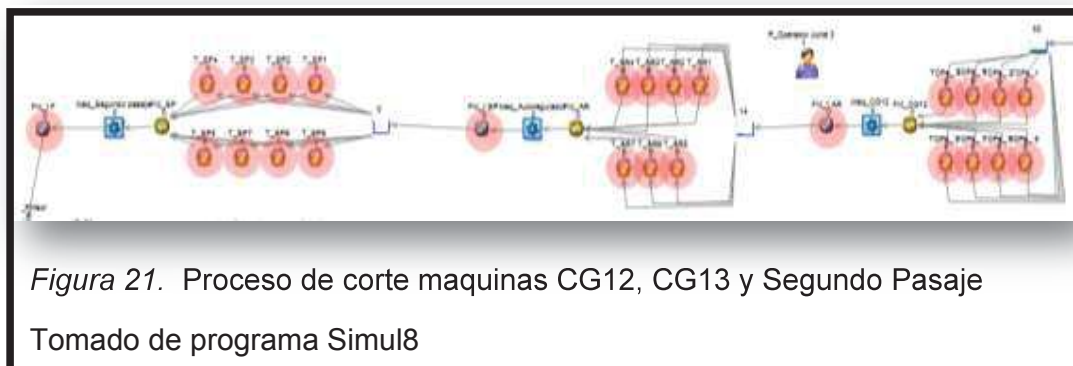
Figura 20. HILACRIL proceso de hilatura, ventana principal (SIMUL8)

Tomado del programa SIMUL8

Continuación Tabla 9

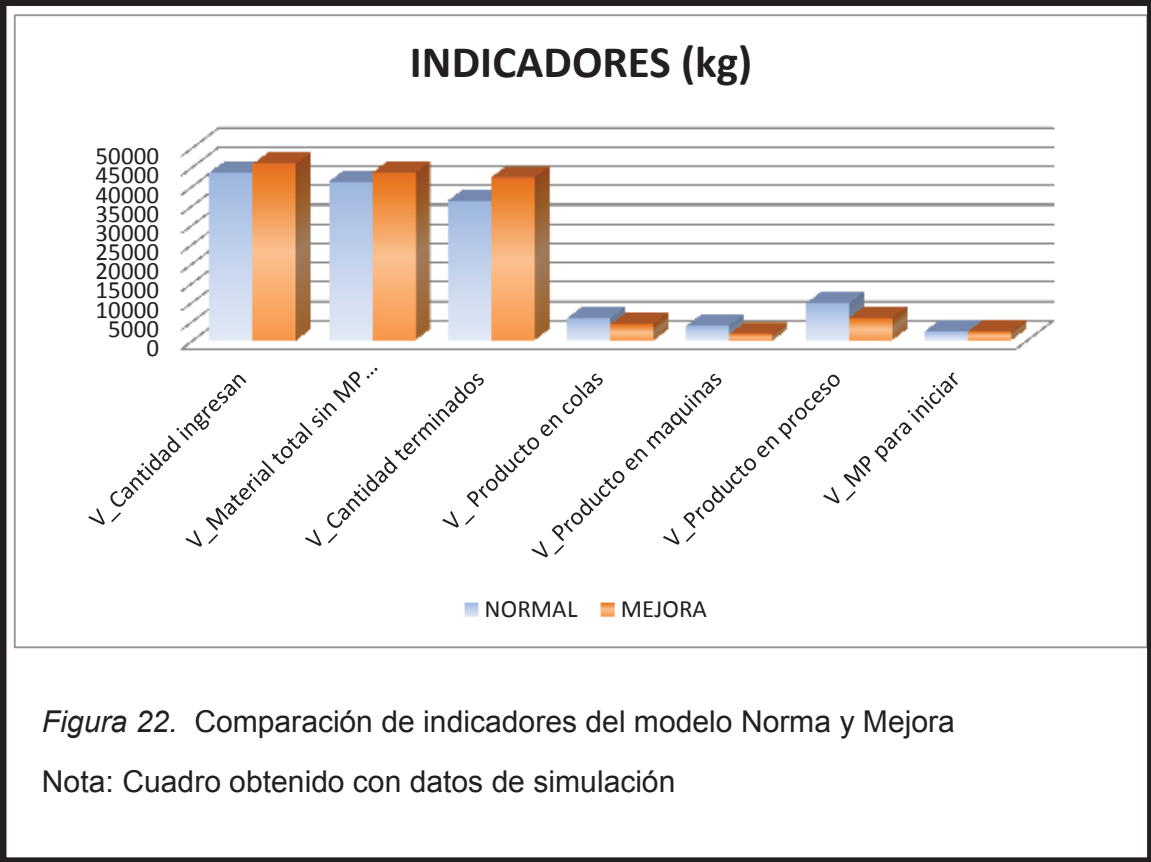
Nº	MAQUINA	Maq.	Fic 1	Fic 2	% DE USO
8	Hila1	66,33	0,14	2,14	68,61
	Hila 2	64,12	0,24	1,44	65,8
	Hila 3	44,44	1,01	1,83	47,28
	Hila 4	42,25	0,35	1,68	44,28
9	Enconadora	60,66	0,18	12,27	73,11
10	Pareadora	61,19	7,25	15,24	83,68
11	Torcedora	38,65	0,6	45,53	84,78
12	Madejera	51,54	35,5	-	87,04
13	Devanadora	58,04	7,67	-	65,71
14	Bobinadora	74,37	4,91	-	79,28

Es así como teniendo en cuenta la necesidad de mayor cantidad de materia prima, nos lleva de nuevo al inicio del sistema, y notamos la variabilidad que existe desde el primer paso, en los bultos, pero más importante, en la máquina 3TO donde salen los primeros tarros de TOWs. Esta inconstancia se traslada a los demás puestos, pero sobre todo a las máquinas CG12, CG13 y Segundo Pasaje, la cual maneja una persona en su turno.



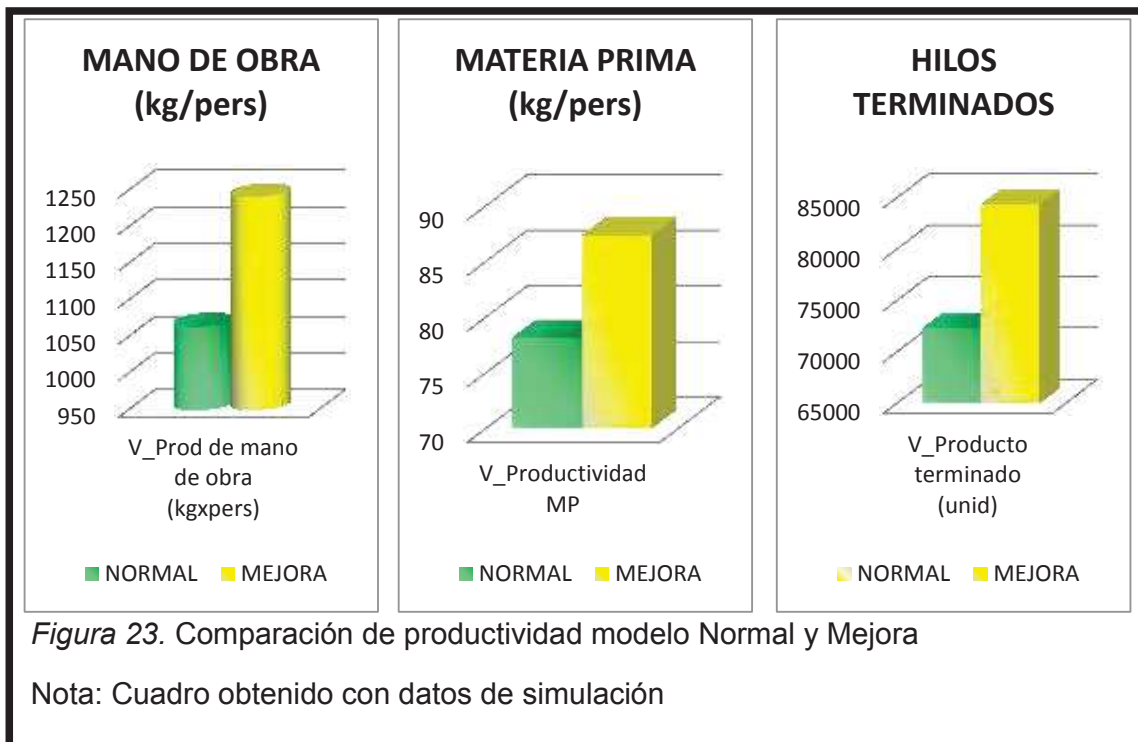
La funcionalidad de este proceso es de la siguiente manera: la máquina necesita que todos los tarros y TOPs que requiere según especificaciones del producto la estén alimentando constantemente, y cuando uno se acaba, la máquina se detiene, es aquí donde el operador pasa rotando de lugar para cambiar tarros vacíos al y cargar uno nuevo y continúe su producción.

Como se puede observar, muchos de los indicadores mejoraron sustancialmente, el producto que se quedaba en colas disminuye a debido a que las máquinas trabajan con mas materia prima y ya no tienen que estar esperando a que llegue material, lo que hace que estén más atentos a sus labores diarias.



Asi tambien comparamos las variaciones en lo que tiene que ver con la productividad en cada uno de los casos.



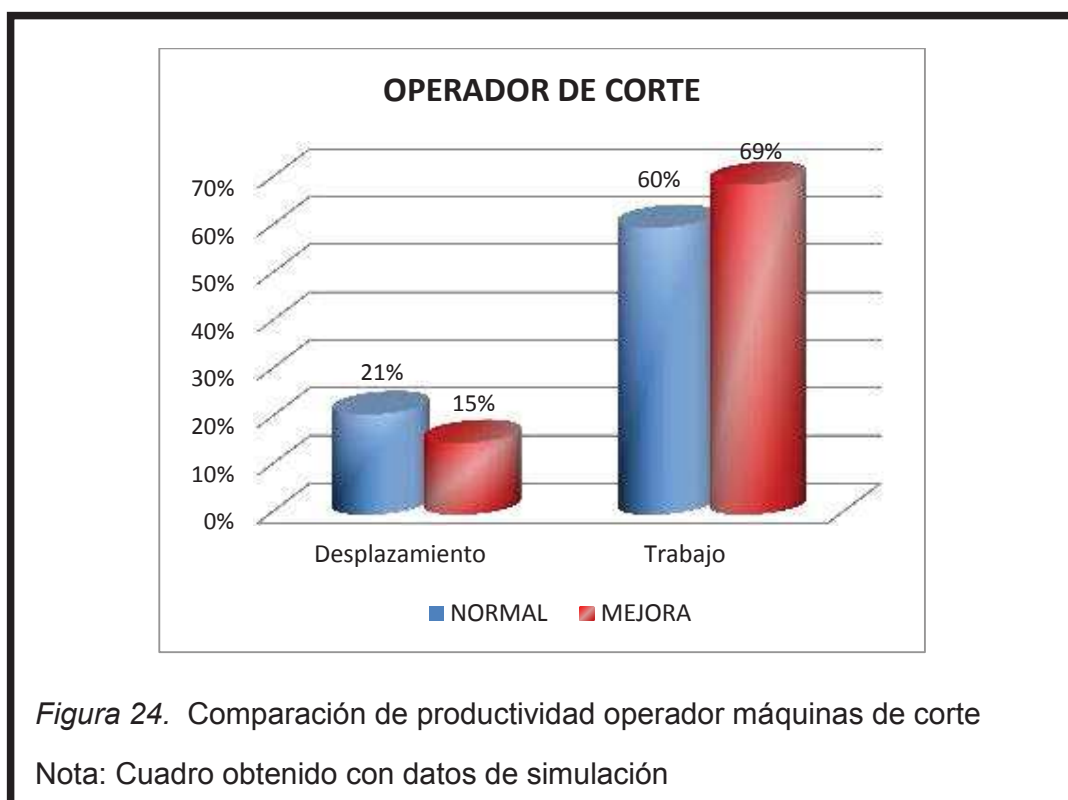


También tomemos en cuenta cuanto cambia la productividad de las personas que trabajan en el proceso de las maquinas CG12, CG13 y Segundo pasaje.

Tabla 11. Comparación de productividad operador máquinas de corte

P_Operador corte 6	NORMAL	MEJORA
Desplazamiento	21%	15%
Trabajo	60%	69%

Nota: Se comparan la productividad entre la productividad antes y después de la aplicación de la mejora



Como lo demuestran los indicadores la propuesta de mejora planteada, logrará una mayor productividad en materia prima de 11.8%, en la mano de obra de 16.6%, además que sube la cantidad de producto terminado un 16.6% y la el tiempo en proceso promedio también baja.

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

1

<b>PROCESO:</b>	Corte
<b>SUBPROCESO:</b>	Apertura de fibra (TOW to TOP)
<b>MÁQUINA</b>	Trabajo manual/automático
<b>ENTRADA</b>	3 Bultos
<b>SALIDA</b>	3 Bultos
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	460

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Corte
<b>SUBPROCESO:</b>	Estiramiento de fibra acrílica (3TO)
<b>MÁQUINA</b>	3TO
<b>ENTRADA</b>	1 Bultos
<b>SALIDA</b>	de 10 a 11 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	43
<b>UNIDADES (c/día)</b>	32
<b>TOTAL</b>	1376

2

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Corte
<b>SUBPROCESO:</b>	Preparación de TOP
<b>MÁQUINA</b>	NSC
<b>ENTRADA</b>	16 tarros de TOW
<b>SALIDA</b>	de 44 a 45 TOPs
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	17
<b>UNIDADES (c/día)</b>	80
<b>TOTAL</b>	1360

3

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Preparación
<b>MÁQUINA</b>	GC12
<b>ENTRADA</b>	8 TOPs
<b>SALIDA</b>	de 6 a 7 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	20
<b>UNIDADES (c/día)</b>	68
<b>TOTAL</b>	1360

4

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Autorregulación
<b>MÁQUINA</b>	GC13
<b>ENTRADA</b>	7 Tarros
<b>SALIDA</b>	de 3 a 4 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	40
<b>UNIDADES (c/día)</b>	34
<b>TOTAL</b>	1360

5

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

6

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Segundo Pasaje
<b>MÁQUINA</b>	Segundo Pasaje
<b>ENTRADA</b>	8 Tarros
<b>SALIDA</b>	12 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	24
<b>UNIDADES (c/día)</b>	57
<b>TOTAL</b>	1368



## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Frotador

**MÁQUINA** Finisor

**ENTRADA** 1 Tarro

**SALIDA** de 5 a 6 bobinas

**CANTIDAD (Kg/u)** 4

**UNIDADES (c/día)** 340

**TOTAL** 1360

7

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hilado

**MÁQUINA** Hila 1

**ENTRADA** 1 bobina

**SALIDA** 6 canillas

**CANTIDAD (Kg/u)** 0,6

**UNIDADES (c/día)** 900

**TOTAL** 540

8,1

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hilado

**MÁQUINA** Hila 2

**ENTRADA** 1 bobina

**SALIDA** 6 canillas

**CANTIDAD (Kg/u)** 0,6

**UNIDADES (c/día)** 576

**TOTAL** 345,6

8,2

8,3

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hilado

**MÁQUINA** Hila 4

**ENTRADA** 1 bobina

**SALIDA** 6 canillas

**CANTIDAD (Kg/u)** 0,6

**UNIDADES (c/día)** 528

**TOTAL** 316,8

8,4

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Enconado
<b>MÁQUINA</b>	Machconer
<b>ENTRADA</b>	5 canilla
<b>SALIDA</b>	2 bobinas
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	1,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	908
<b>TOTAL</b>	1362

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura  
**SUBPROCESO:** Pareado  
**MÁQUINA** Pareadora

10

**ENTRADA** 2 bobinas  
**SALIDA** 4 bobinas  
pareadas  
**CANTIDAD (Kg/u)** 1  
**UNIDADES (c/día)** 1360  
**TOTAL** 1360

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura  
**SUBPROCESO:** Torcido  
**MÁQUINA** Retorcedora

11

**ENTRADA** 1 bobinas  
**SALIDA** 1 bobinas retorcida  
**CANTIDAD (Kg/u)** 1  
**UNIDADES (c/día)** 1360  
**TOTAL** 1360

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Madejado
<b>MÁQUINA</b>	Madejera
<b>ENTRADA</b>	1 bobinas
<b>SALIDA</b>	2 madejas
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	0,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	2720
<b>TOTAL</b>	1360

12



## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Debanado
<b>MÁQUINA</b>	Debanadora
<b>ENTRADA</b>	1 madeja
<b>SALIDA</b>	1 canilla
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	0,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	2720
<b>TOTAL</b>	1360

13

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

14

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Bobinado
<b>MÁQUINA</b>	Bobinadora
<b>ENTRADA</b>	1 canilla
<b>SALIDA</b>	1 canilla
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	0,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	2720
<b>TOTAL</b>	1360

**Levantamiento de información**

**LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"**

1

**PROCESO:** Corte

**SUBPROCESO:** Apertura de fibra (TOW to TOP)

**FUNCIONARIO:** Operador de corte

**FECHA:** 05/01/2013

**LUGAR:** Bodega

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

2

**PROCESO:** Corte

**SUBPROCESO:** Estiramiento de fibra acrílica (3TO)

**FUNCIONARIO:** Operador de corte

**FECHA:** 05/01/2013

**LUGAR:** Bodega

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

3

**PROCESO:** Corte

**SUBPROCESO:** Apertura de fibra (TOW to TOP)

**FUNCIONARIO:** Operador de corte

**FECHA:** 05/01/2013

**LUGAR:** Bodega

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Preparación

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

5

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Autorregulación

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

**LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"**

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Segundo Pasaje

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica



## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Frotador

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

7

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hila 1

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

8,1

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hila 2 y 3

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

8,2 y 8,3

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hila 4

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

8,4

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Enconado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Pareado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Torcido

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Torcido

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica



## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Debanado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Bobinadora y empacado

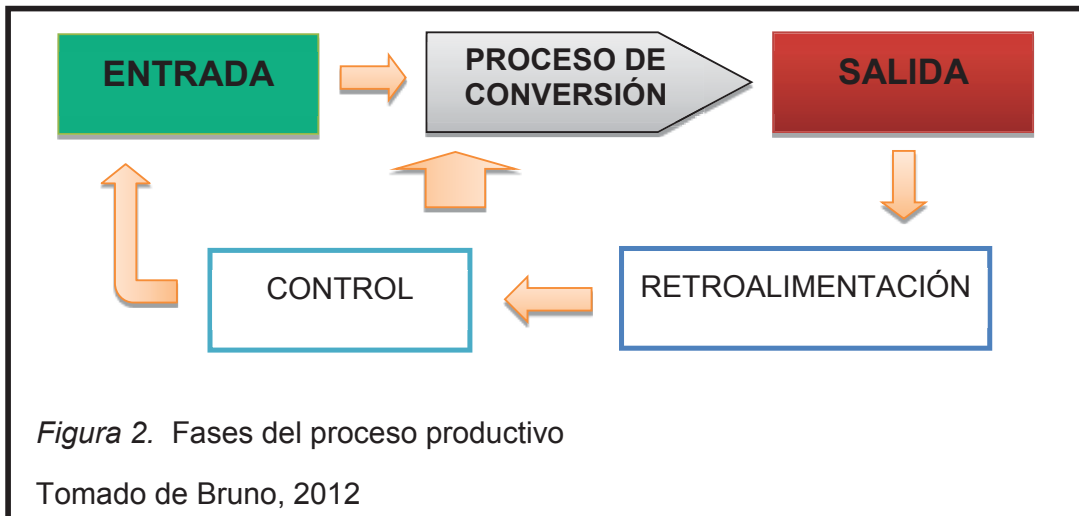
**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

Para calificación dentro del criterio de validez la presencia de estos tres elementos es indispensable para evitar la confusión con procedimiento:

- Valor agregado: Son las actividades que transforman los datos e insumos para crear información y productos o servicios para cliente.
- Traspaso (Flujo): Actividades en las que se entrega de manera interdepartamental o externa la información y/o productos
- Control: Acciones permiten que las actividades de traspaso se lleven a cabo de acuerdo a especificaciones previas de calidad, tiempo y costo establecido.



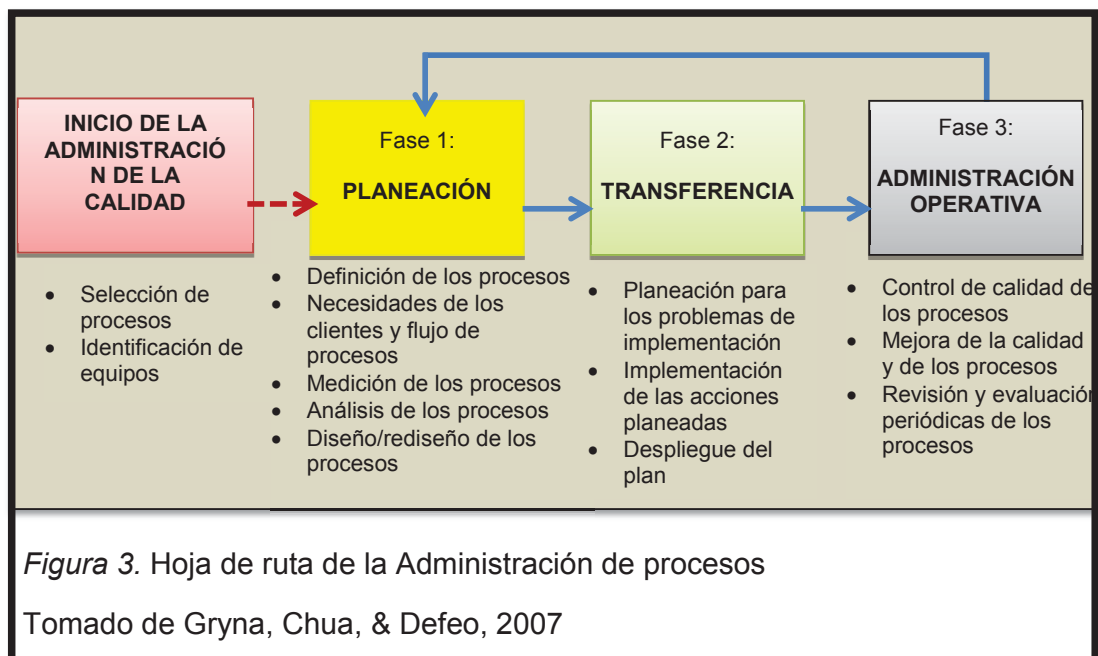
Los procesos deben estar en constante revisión para evaluar sus resultados y en caso de ser necesarios realizar cambios respectivos y modificaciones, en búsqueda de una productividad en aumento y eficiente. Con un proceso efectivo y bueno se facilita lograr un mayor aprovechamiento de los recursos de una empresa.

### 1.1.2 Gestión por procesos

Una vez claro que no existe un producto sin un proceso y no existe un proceso sin un producto, también demos entender que una empresa, del tipo que fuere, es tan eficiente como lo son sus procesos. Según Mariño 2001 "...en toda industria, la orientación hacia los procesos, forma parte de la cultura de organizaciones exitosas."

3. *Desarrollar el mapa de procesos*
4. *Describir procesos*
5. *Diagramar procesos*
6. *Análisis de datos y mejora del proceso”*

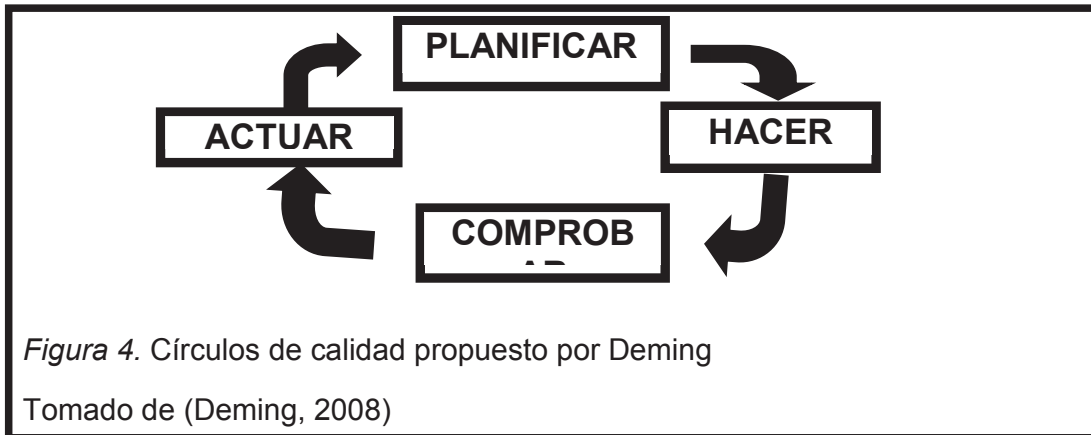
Para la aplicación de la metodología de la Gestión por Procesos autores como Juran aconseja a seguir una “Ruta de la administración de procesos”, (Gryna, Chua, & Defeo, 2007, págs. 196-197), como se muestra en la siguiente gráfica



Según Juran esta ruta requiere que se realicen labores que relacionen los mapas de procesos, mejoramiento de procesos, rediseños, indicadores de gestión y documentos de los procesos, y desde ahí avanzar en cada una de las etapas. Es responsabilidad de la alta gerencia determinar primero los procesos importantes para la organización, considerando los factores críticos para el éxito de la misma y segundo cuál de estos procesos tienen problemas o no están satisfaciendo al cliente o a la alta dirección.

### 1.2.2 Ciclo de Mejora Continua

En la mejora continua comúnmente se utiliza el círculo de calidad propuesto por Deming el cual establece que los ciclos deben estar establecidos por los siguientes pasos Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.



*Figura 4.* Círculos de calidad propuesto por Deming

Tomado de (Deming, 2008)

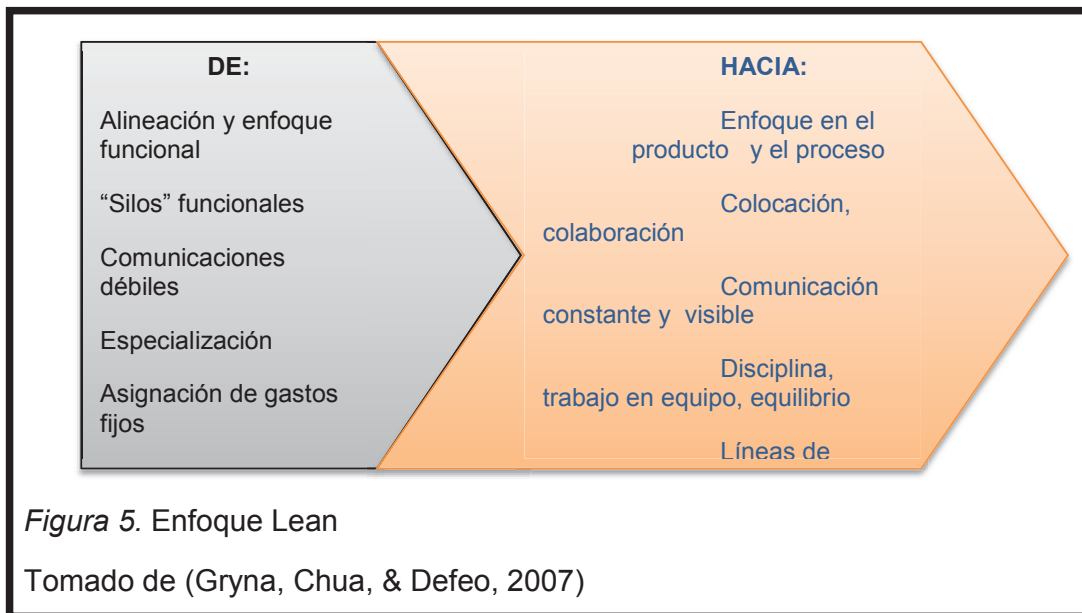
El círculo propuesto por Deming es una forma en la que las empresas pueden realizar las actividades de mejoramiento buscando resultados y continuamente obtener una retroalimentación de los resultados obtenidos para seguir mejorando y no parar cuando creen que han llegado a la solución. La figura expuesta muestra como implementar los procesos de mejora, con retroalimentación de información para la empresa y trabajadores que ayudará a eliminar actividades que no agreguen valor a los productos o sean causantes de defectos y fallas. Siempre con una retroalimentación de resultados (Monden, 1991).

### 1.2.3 Implementación de la Mejora Continua

Como se mencionó anteriormente en el punto 1.2.1, el mejoramiento continuo sirve para identificar problemas que existen en la empresa e implementar cambios positivos que la hagan progresar y ahorrar dinero, puesto que estas fallas cuestan dinero. La labor de los empresarios es buscar mejorar y lograr cada vez menos defectos en los procesos para aumentar la productividad, obtener mayor beneficio y satisfacer las necesidades de los clientes, ya que

### 1.2.5.1 Características Lean

En la figura se muestran las características de una empresa tradicional y una con enfoque lean en el cuál adicionalmente se puede identificar ligereza, rapidez, exactitud, visibilidad y multiplicidad.



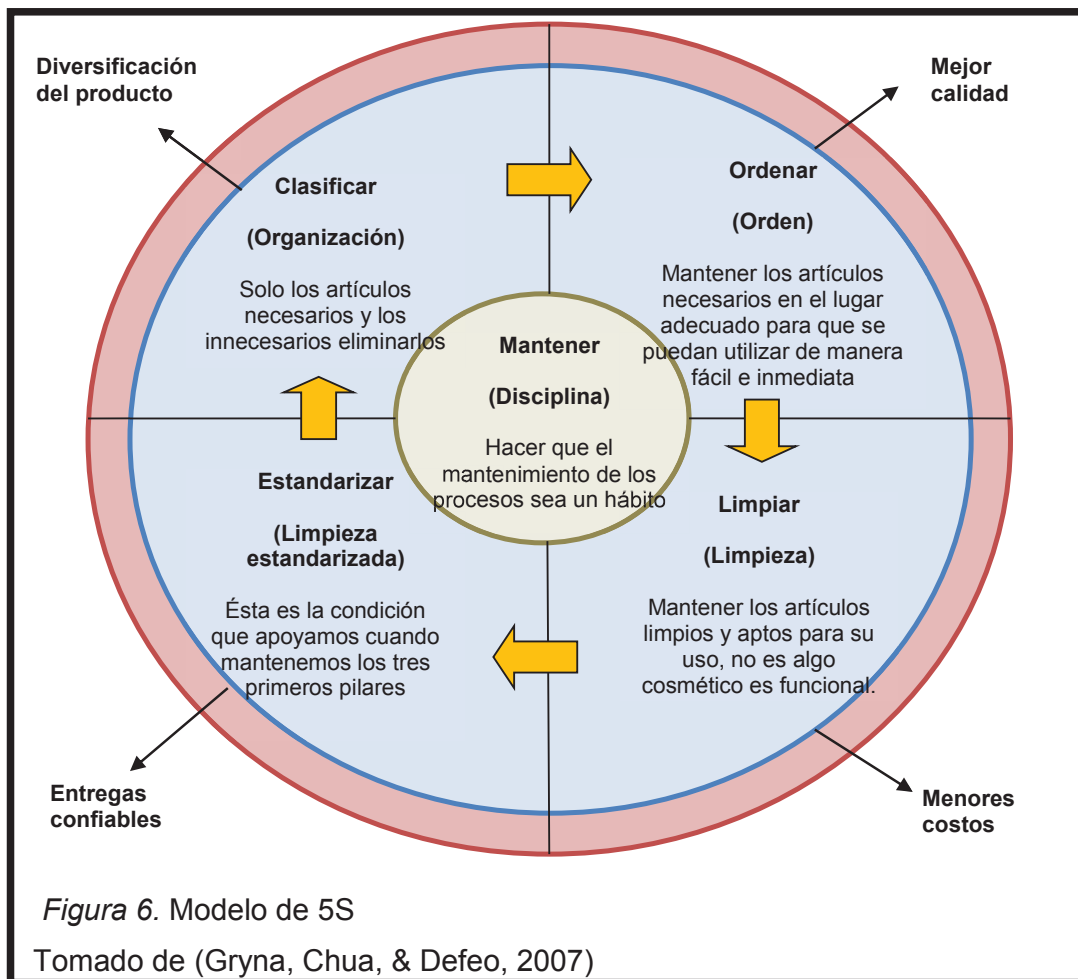
### 1.2.5.2 Misión de Lean

El mayor defecto de las compañías, es creer que las cosas las están haciendo bien y que no deben cambiar. Pero estas visiones tradicionalistas son las que no permiten que los pensamientos de LEAN sean aplicados correctamente.

Al final de todo, para lo que las empresas implementen la metodología Lean y que sus procesos logren, como lo describen en su libro de Método Juran. Análisis y planeación de la calidad (Gryna, Chua y Defeo, 2007), lo que se debe buscar es:

- El menor tiempo posible de mando
- El nivel óptimo de inventario estratégico
- El mayor orden de servicio práctico para el cliente
- La mayor calidad posible (bajo índice de defectos)

## SHITSUKE O DISCIPLINA



La disciplina consiste en convertir en hábito la implementación de las 4'S anteriores; su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente." (Gryna, Chua, & Defeo, 2007)

En este punto lo primordial es el autocontrol de cada persona que conforma la empresa, es respetar y hacer respetar lo establecido; asegurando que se sigue fielmente los instructivos y/o manuales. Es necesario realizar auditorías de cada una de las áreas, secciones, líneas de trabajo, etc., utilizando un formato

### 2.1.1 Descripción de procesos productivos

El proceso productivo en las áreas de corte e hilatura es el tradicional para este tipo de industria. Debe pasar por varios procesos industriales de estiramiento y retorcido para que la fibra acrílica sea transformada en hilo terminado, para pasar a las secciones de tejeduría o a ser comercializado directamente.

Las secciones son: apertura, corte, elaboración de TOP, estiraje, frotador, hilado, enconado, pareado, retorcido, manejo, bobinado, empaque, etc. El detalle del proceso a analizarse es el siguiente:



1.- El proceso de hilatura comienza en el área de corte con la ruptura de la fibra conocida como TOW (conjunto grande de fibras sintéticas o artificiales continuas formando una cinta para facilitar su procesamiento); que varia sus características dependiendo de las especificaciones con las que fue elaborado.

La materia prima llega en fardos los cuales son abiertos para que la fibra pueda ventilarse y luego ser trabajada. La fibra entra en una máquina la cual estira y apisona a la fibra con grandes rodillos y con vapor a altas temperaturas. Cuando la fibra ha sido estirada pasa a un proceso que peina el material para que toda la fibra quede uniforme y sale en forma de una cinta continua.



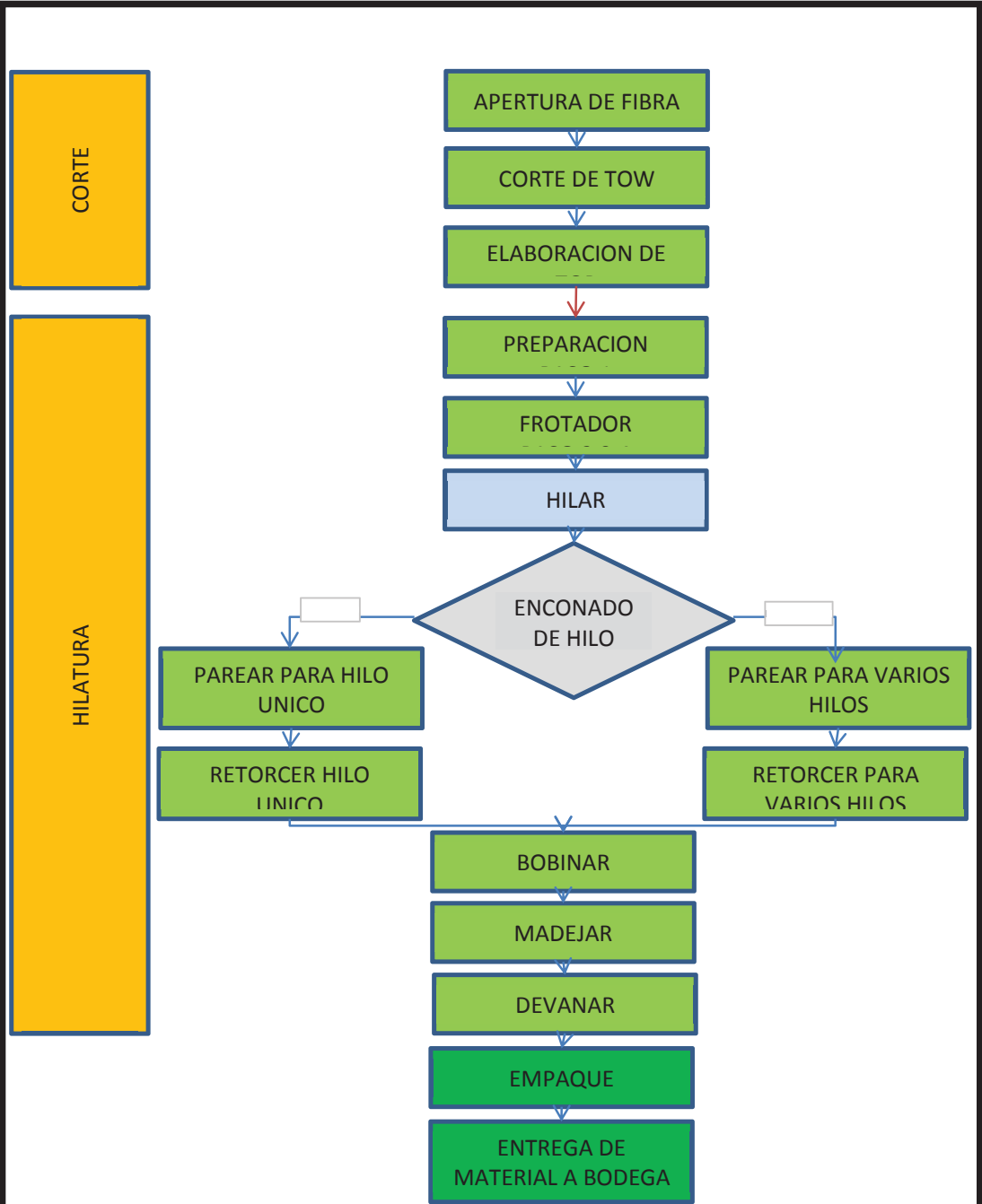


Figura 9. Diagrama de proceso de hilatura tipos de hilo  
Tomado de Archivos de Hilacril S.A. 2012

### 3.1.2 Distribuciones probabilísticas para el modelo

Para la realización del modelo se utilizarán las siguientes distribuciones:

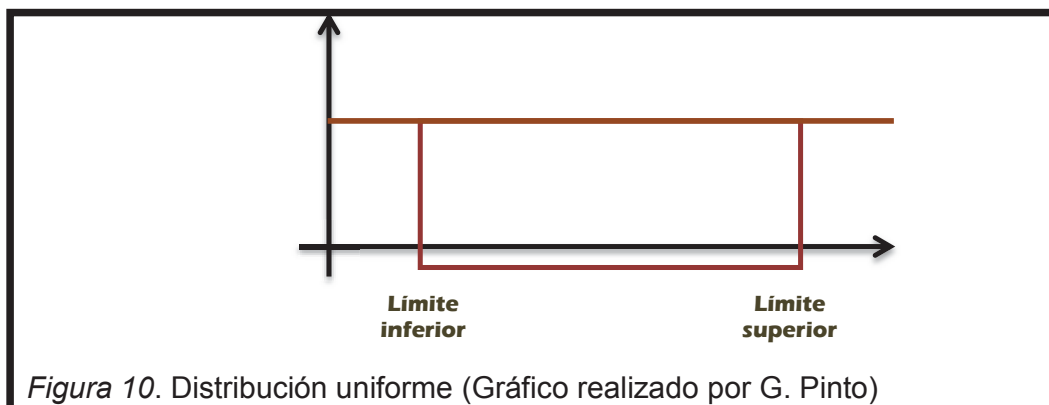
- Promedio (Average)
- Uniformes (Uniform)
- Fijas (Fixed)
- Triangular (Triangular)

#### **Promedio.**

Esta distribución se utiliza cuando el valor obtenido, es aproximado. O cuando el valor es muy bajo de acuerdo a la apreciación de una persona, la mayoría de las veces es por sus altos valores o dificultad para medir.

#### **Uniforme**

Es el tipo de distribución utilizado con más frecuencia, se lo usa cuando los valores obtenidos son uniformes dentro de un intervalo, cada uno tiene la misma posibilidad de ocurrencia que cualquier otro valor. Su representación es:

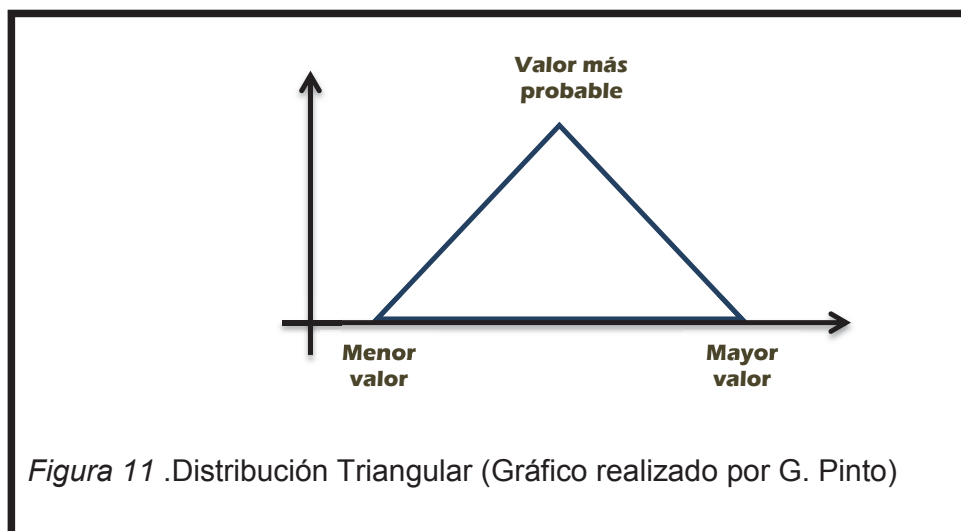


#### **Fijas**

Esta distribución otorga valor fijo, esto quiere decir que las variables no cambiarán y serán predeterminadas.

### Distribución Triangular.

Esta distribución de muestra es muy usada, cuando se tienen medidas o tiempos de tres categorías: la menor medida, la mayor medida obtenida y el más probable. La gráfica de la distribución queda de la siguiente manera:



### 3.2 Modelo lógico

El modelo lógico de la simulación, conserva los objetos de trabajo, las colas, las líneas y las imágenes que proporciona SIMUL8. Además se han incluido unas imágenes que representan las máquinas y etapas de producción (como se indica en la tabla 1) y otros objetos necesarios para darle mayor funcionalidad a la simulación.

#### 3.2.1 Creación de sub-ventanas de simulación

El programa SIMUL8 facilita la creación de sub-ventanas de simulación, en la cual se puede agrupar actividades que se realicen en un lugar específico, o que se pueda separar del proceso, y conectarlo con otro proceso para explicarlo con mayor detalle dentro del modelo.

Es así que para separar el inicio del proceso, el Corte se lo simula en una sub ventana, hasta la finalización de la elaboración de los TOPs y se los lleva en el montacargas hasta la fábrica para el siguiente proceso de preparación.

Tabla 8. Comparación de información Hilacril S.A. con resultados del programa

Nº	MAQUINA	TOTAL HILACRIL	TOTAL (S8)	Variación	%
1	Pacas	42780	51400	-8620	-20%
2	Tarros TOW	42656	43869	-1213	-3%
3	TOPs	42160	39185	2975	7%
4	Maquina CG12	42160	45160	-3000	-7%
5	Maquina CG13	42160	36560	5600	13%
6	Segundo pasaje	42408	36360	6048	14%
7	Finisor	42160	36984	5176	12%
9	Enconadora	42222	40700	1522	4%
10	Pareadora	42160	40128	2032	5%
11	Torcedora	42160	39760	2400	6%
12	Madejera	42160	37401	4759	11%
13	Debanadora	42160	36975	5185	12%

Al final de la comparación haciendo una sumatoria de los porcentajes, la variación entre lo real y la simulación solo es de un 5% a favor de lo real, por lo que se puede considerar que con los tiempos y variaciones expuestas en la simulación el modelo está validado y se pueden realizar mejoras que serán favorables en la realidad.

#### 4.3 Simulación Validada

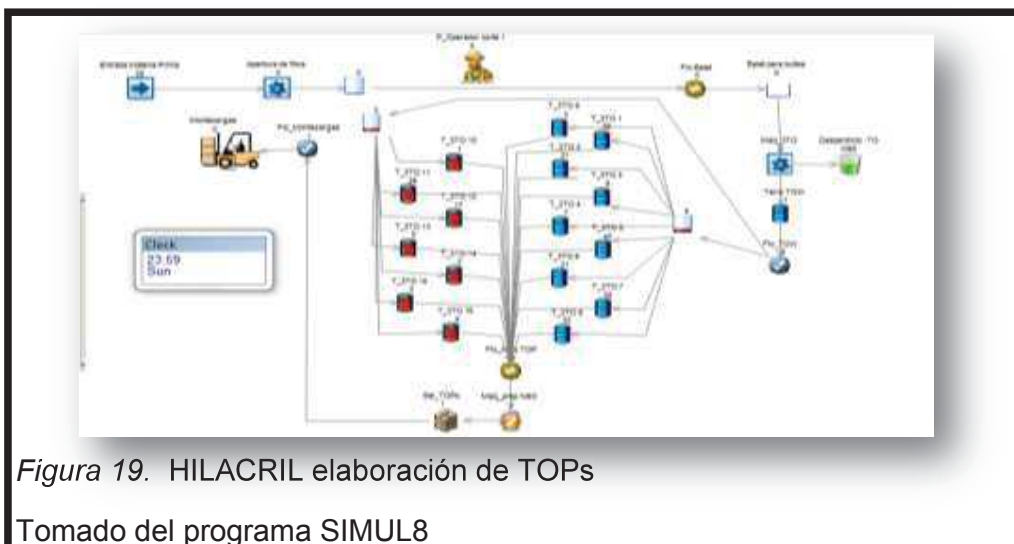


Figura 19. HILACRIL elaboración de TOPs

Tomado del programa SIMUL8

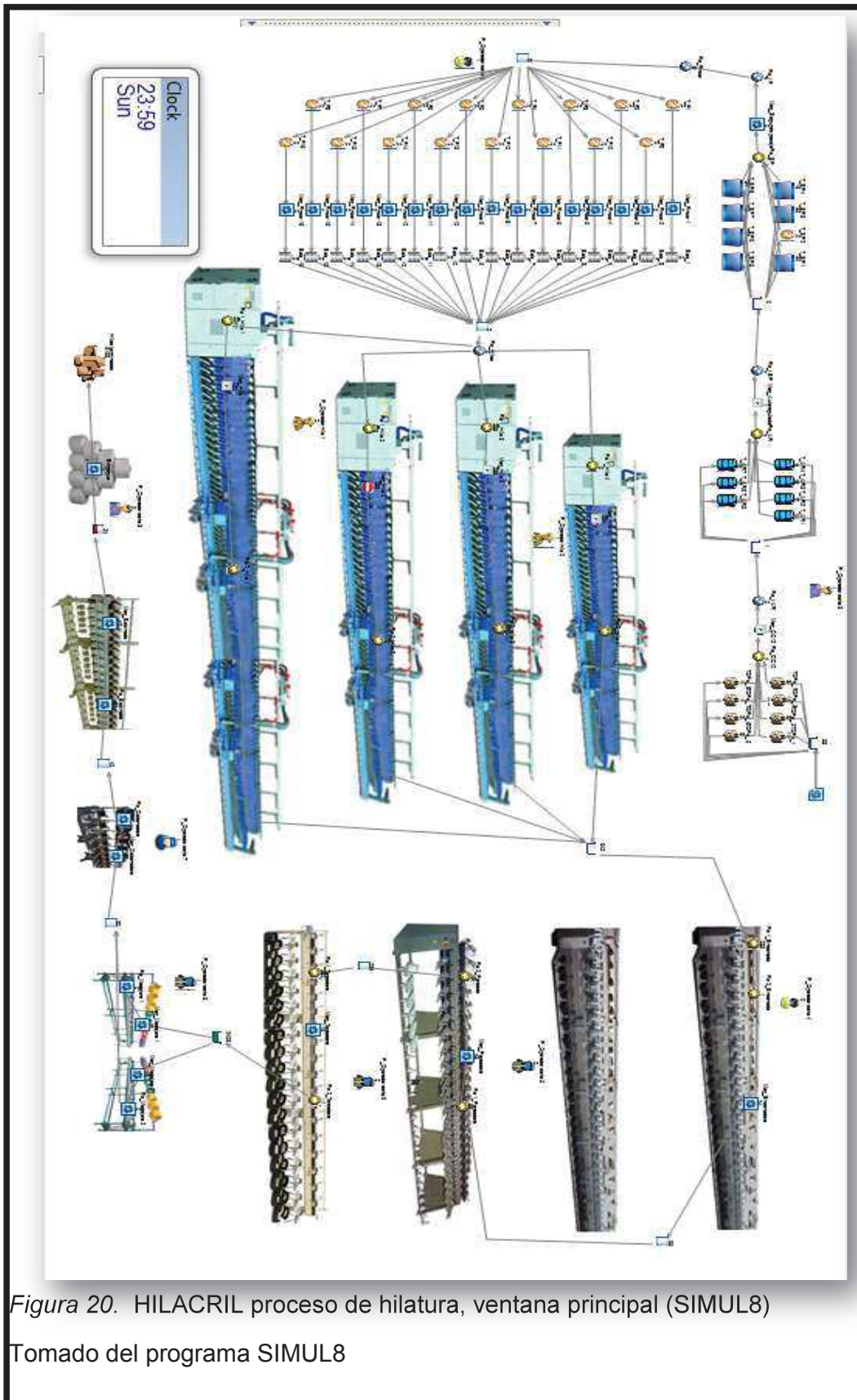


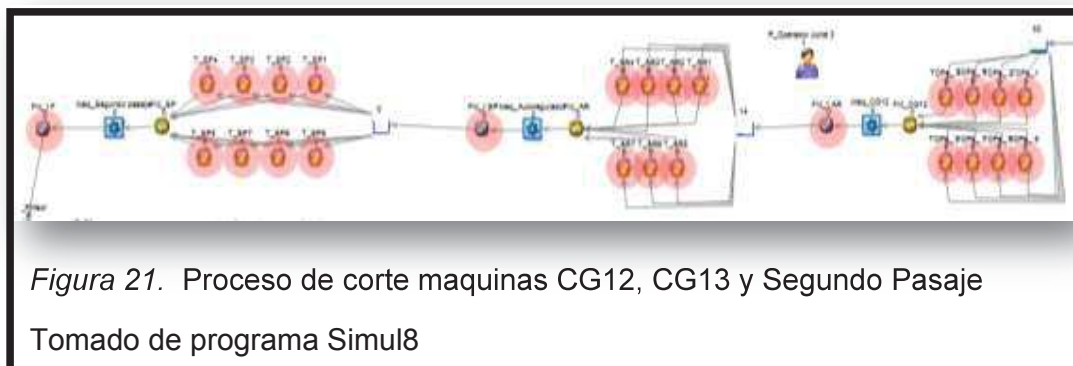
Figura 20. HILACRIL proceso de hilatura, ventana principal (SIMUL8)

Tomado del programa SIMUL8

Continuación Tabla 9

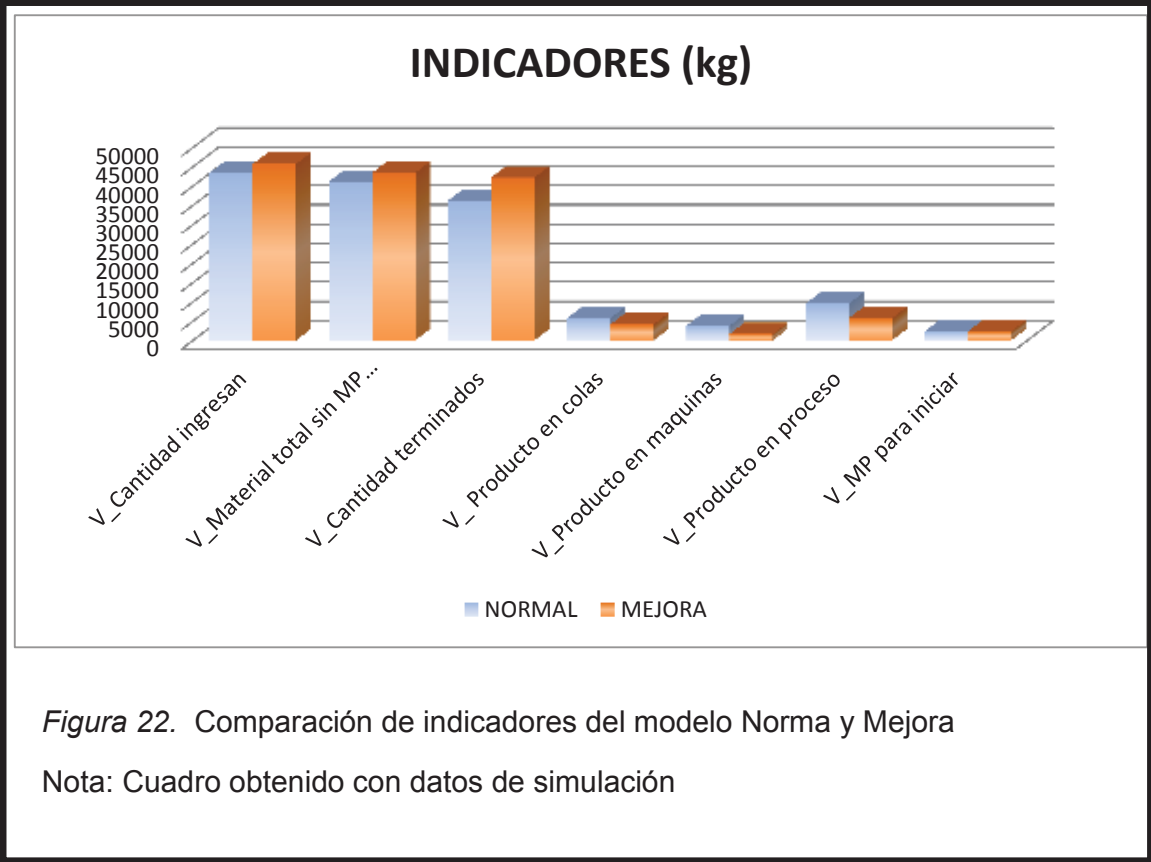
Nº	MAQUINA	Maq.	Fic 1	Fic 2	% DE USO
8	Hila1	66,33	0,14	2,14	68,61
	Hila 2	64,12	0,24	1,44	65,8
	Hila 3	44,44	1,01	1,83	47,28
	Hila 4	42,25	0,35	1,68	44,28
9	Enconadora	60,66	0,18	12,27	73,11
10	Pareadora	61,19	7,25	15,24	83,68
11	Torcedora	38,65	0,6	45,53	84,78
12	Madejera	51,54	35,5	-	87,04
13	Devanadora	58,04	7,67	-	65,71
14	Bobinadora	74,37	4,91	-	79,28

Es así como teniendo en cuenta la necesidad de mayor cantidad de materia prima, nos lleva de nuevo al inicio del sistema, y notamos la variabilidad que existe desde el primer paso, en los bultos, pero más importante, en la máquina 3TO donde salen los primeros tarros de TOWs. Esta inconstancia se traslada a los demás puestos, pero sobre todo a las máquinas CG12, CG13 y Segundo Pasaje, la cual maneja una persona en su turno.

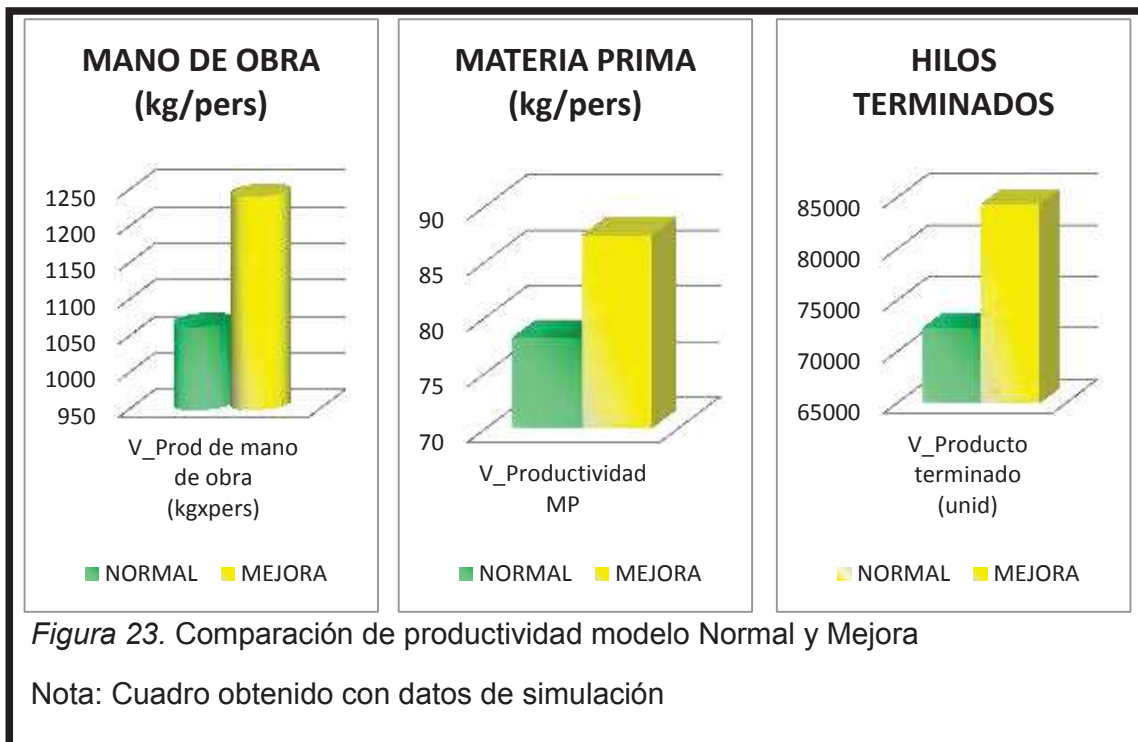


La funcionalidad de este proceso es de la siguiente manera: la máquina necesita que todos los tarros y TOPs que requiere según especificaciones del producto la estén alimentando constantemente, y cuando uno se acaba, la máquina se detiene, es aquí donde el operador pasa rotando de lugar para cambiar tarros vacíos al y cargar uno nuevo y continúe su producción.

Como se puede observar, muchos de los indicadores mejoraron sustancialmente, el producto que se quedaba en colas disminuye a debido a que las máquinas trabajan con mas materia prima y ya no tienen que estar esperando a que llegue material, lo que hace que estén más atentos a sus labores diarias.



Asi tambien comparamos las variaciones en lo que tiene que ver con la productividad en cada uno de los casos.



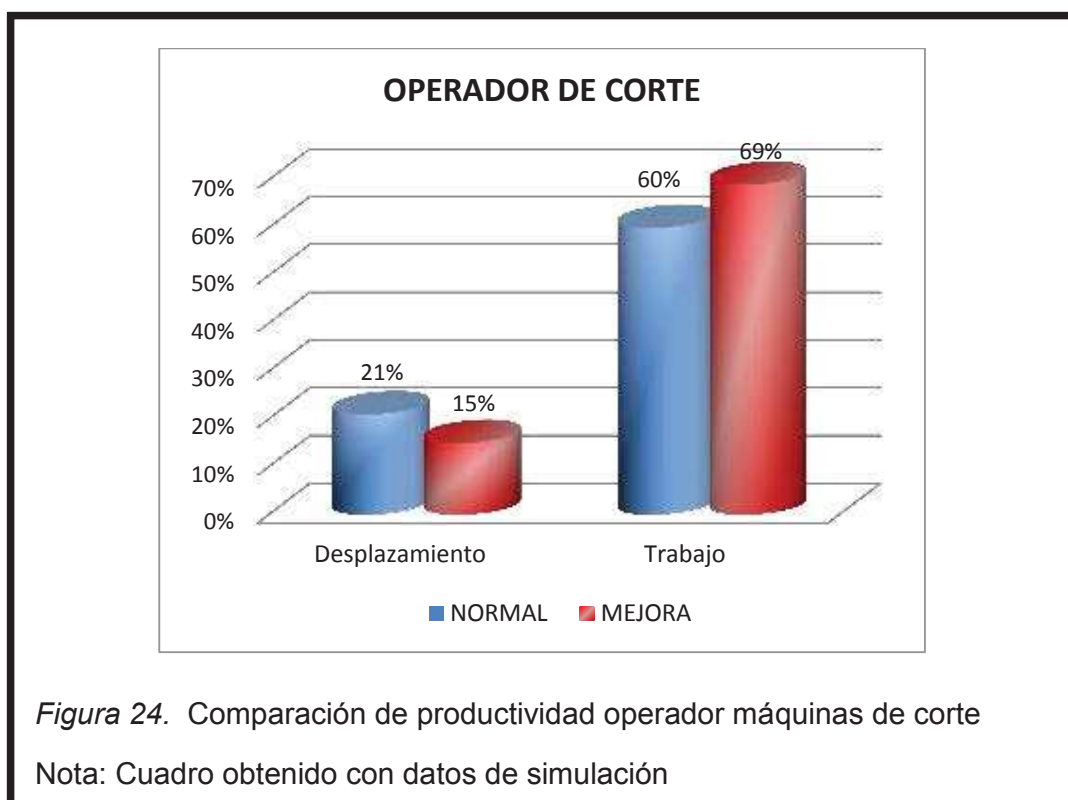
También tomemos en cuenta cuanto cambia la productividad de las personas que trabajan en el proceso de las maquinas CG12, CG13 y Segundo pasaje.

Tabla 11. Comparación de productividad operador máquinas de corte

P_Operador corte 6	NORMAL	MEJORA
Desplazamiento	21%	15%
Trabajo	60%	69%

Nota: Se comparan la productividad entre la productividad antes y después de la aplicación de la mejora





Como lo demuestran los indicadores la propuesta de mejora planteada, logrará una mayor productividad en materia prima de 11.8%, en la mano de obra de 16.6%, además que sube la cantidad de producto terminado un 16.6% y la el tiempo en proceso promedio también baja.

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

1

<b>PROCESO:</b>	Corte
<b>SUBPROCESO:</b>	Apertura de fibra (TOW to TOP)
<b>MÁQUINA</b>	Trabajo manual/automático
<b>ENTRADA</b>	3 Bultos
<b>SALIDA</b>	3 Bultos
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	460

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Corte
<b>SUBPROCESO:</b>	Estiramiento de fibra acrílica (3TO)
<b>MÁQUINA</b>	3TO
<b>ENTRADA</b>	1 Bultos
<b>SALIDA</b>	de 10 a 11 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	43
<b>UNIDADES (c/día)</b>	32
<b>TOTAL</b>	1376

2

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Corte
<b>SUBPROCESO:</b>	Preparación de TOP
<b>MÁQUINA</b>	NSC
<b>ENTRADA</b>	16 tarros de TOW
<b>SALIDA</b>	de 44 a 45 TOPs
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	17
<b>UNIDADES (c/día)</b>	80
<b>TOTAL</b>	1360

3

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura  
**SUBPROCESO:** Preparación  
**MÁQUINA** GC12

**ENTRADA** 8 TOPs  
**SALIDA** de 6 a 7 tarros  
**CANTIDAD (Kg/u)** 20  
**UNIDADES (c/día)** 68  
**TOTAL** 1360

4

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Autorregulación
<b>MÁQUINA</b>	GC13
<b>ENTRADA</b>	7 Tarros
<b>SALIDA</b>	de 3 a 4 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	40
<b>UNIDADES (c/día)</b>	34
<b>TOTAL</b>	1360

5

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

6

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Segundo Pasaje
<b>MÁQUINA</b>	Segundo Pasaje
<b>ENTRADA</b>	8 Tarros
<b>SALIDA</b>	12 tarros
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	24
<b>UNIDADES (c/día)</b>	57
<b>TOTAL</b>	1368

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Frotador

**MÁQUINA** Finisor

**ENTRADA** 1 Tarro

**SALIDA** de 5 a 6 bobinas

**CANTIDAD (Kg/u)** 4

**UNIDADES (c/día)** 340

**TOTAL** 1360

7



## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hilado

**MÁQUINA** Hila 1

**ENTRADA** 1 bobina

**SALIDA** 6 canillas

**CANTIDAD (Kg/u)** 0,6

**UNIDADES (c/día)** 900

**TOTAL** 540

8,1

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hilado

**MÁQUINA** Hila 2

**ENTRADA** 1 bobina

**SALIDA** 6 canillas

**CANTIDAD (Kg/u)** 0,6

**UNIDADES (c/día)** 576

**TOTAL** 345,6

8,2

8,3

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hilado

**MÁQUINA** Hila 4

**ENTRADA** 1 bobina

**SALIDA** 6 canillas

**CANTIDAD (Kg/u)** 0,6

**UNIDADES (c/día)** 528

**TOTAL** 316,8

8,4

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Enconado
<b>MÁQUINA</b>	Machconer
<b>ENTRADA</b>	5 canilla
<b>SALIDA</b>	2 bobinas
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	1,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	908
<b>TOTAL</b>	1362

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura  
**SUBPROCESO:** Pareado  
**MÁQUINA** Pareadora

10

**ENTRADA** 2 bobinas  
**SALIDA** 4 bobinas  
pareadas  
**CANTIDAD (Kg/u)** 1  
**UNIDADES (c/día)** 1360  
**TOTAL** 1360

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura  
**SUBPROCESO:** Torcido  
**MÁQUINA** Retorcedora

11

**ENTRADA** 1 bobinas  
**SALIDA** 1 bobinas retorcida  
**CANTIDAD (Kg/u)** 1  
**UNIDADES (c/día)** 1360  
**TOTAL** 1360

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Madejado
<b>MÁQUINA</b>	Madejera
<b>ENTRADA</b>	1 bobinas
<b>SALIDA</b>	2 madejas
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	0,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	2720
<b>TOTAL</b>	1360

12

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Debanado
<b>MÁQUINA</b>	Debanadora
<b>ENTRADA</b>	1 madeja
<b>SALIDA</b>	1 canilla
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	0,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	2720
<b>TOTAL</b>	1360



## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

14

<b>PROCESO:</b>	Hilatura
<b>SUBPROCESO:</b>	Bobinado
<b>MÁQUINA</b>	Bobinadora
<b>ENTRADA</b>	1 canilla
<b>SALIDA</b>	1 canilla
<b>CANTIDAD (Kg/u)</b>	0,5
<b>UNIDADES (c/día)</b>	2720
<b>TOTAL</b>	1360

**Levantamiento de información**

**LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"**

1

**PROCESO:** Corte

**SUBPROCESO:** Apertura de fibra (TOW to TOP)

**FUNCIONARIO:** Operador de corte

**FECHA:** 05/01/2013

**LUGAR:** Bodega

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

2

**PROCESO:** Corte

**SUBPROCESO:** Estiramiento de fibra acrílica (3TO)

**FUNCIONARIO:** Operador de corte

**FECHA:** 05/01/2013

**LUGAR:** Bodega

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

3

**PROCESO:** Corte

**SUBPROCESO:** Apertura de fibra (TOW to TOP)

**FUNCIONARIO:** Operador de corte

**FECHA:** 05/01/2013

**LUGAR:** Bodega

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Preparación

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

5

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Autorregulación

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

**LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"**

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Segundo Pasaje

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Frotador

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

7



## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hila 1

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

8,1

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hila 2 y 3

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

8,2 y 8,3

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Hila 4

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

8,4

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Enconado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Pareado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Torcido

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Torcido

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica

## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Debanado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica



## LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN "HILACRIL"

**PROCESO:** Hilatura

**SUBPROCESO:** Bobinadora y empacado

**FUNCIONARIO:** Operador de máquina

**FECHA:** 07/01/2013

**LUGAR:** Fábrica