



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

CONCEPTOS, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS ÚTILES AL INGENIERO
INDUSTRIAL, APLICADOS A LA INDUSTRIA TEXTIL Y DE LA CONFECCIÓN

DAVID RODOLFO DE LEÓN ESQUIVEL
Asesorado por Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez

Guatemala, marzo de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

CONCEPTOS, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS ÚTILES AL INGENIERO
INDUSTRIAL, APLICADOS A LA INDUSTRIA TEXTIL Y DE LA CONFECCIÓN

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

DAVID RODOLFO DE LEÓN ESQUIVEL

Asesorado por Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

Guatemala, marzo de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano
EXAMINADOR	Ing. William Abel Antonio Aguilar Vásquez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

CONCEPTOS, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS ÚTILES AL INGENIERO INDUSTRIAL, APLICADOS A LA INDUSTRIA TEXTIL Y DE LA CONFECCIÓN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 07 de julio de 2004.

DEDICATORIA

- A DIOS, fuente de sabiduría y amor.
- A MIS PADRES
Graciela Esquivel: por todo el apoyo, amor, dedicación, esfuerzo y muchas cosas lindas que me has dado. A ti lo dedico.
Marcos De León: quien me guió y dio fortaleza para continuar, y de quien aprendí a darle valor a una promesa.
- A MI HIJO
Marcos David, mi máximo amigo, y de quien espero que pronto supere al de cabellos de plata.
- A MIS HERMANOS
Walfre, Marleny y Graciela.
- A MI FAMILIA
Gaby, Cindy, Ivonne, Gabriela, en especial a Alexander de León y Edy Roberto.
- A MIS AMIGOS
Mario Yan, Gustavo Yela, Antonio Robles, y a todos mis amigos que en determinado momento me apoyaron.

ESPECIALMENTE A Ethna Yaneth, por ser la portadora del regalo de Dios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VIII
GLOSARIO.....	X
RESUMEN.....	XII
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
1. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA DE LA CONFECCIÓN.....	1
1.1 Descripción de la industria textil y de la confección en Guatemala.....	1
1.2 Importancia de la industria en la región centroamericana.....	2
1.2.1 Importancia de la ubicación geográfica.....	3
1.2.2 Razones de la inversión extranjera.....	4
1.3 Datos estadísticos según la gremial de exportadores y entidades gubernamentales.....	6
1.3.1 Aporte económico al país.....	6

1.3.2	Importancia en la generación de empleo.....	9
1.3.3	Principales productos de exportación de la industria de la confección.....	10
1.4	Marco legal en la industria de la confección, establecido por el gobierno de Guatemala.....	11
1.4.1	Leyes que rigen la industria textil.....	12
2.	ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA DE LA CONFECCIÓN.....	15
2.1	Categorías de producción.....	15
2.1.1	Categorías más importantes.....	15
2.1.2	Tipos de contrato.....	17
2.1.3	Definición del paquete completo.....	20
2.2	Definiciones de productividad, producción, eficiencia, eficacia.....	21
2.2.1	Productividad.....	21
2.2.2	Producción.....	22
2.2.3	Eficiencia y eficacia.....	22
2.3	Programas de producción.....	23
2.3.1	Modulo lineal o de empuje.....	23
2.3.2	Modelo de requerimientos o <i>kanban</i>	25
2.3.3	Modelo de equipo modular.....	25
2.4	Importancia del control de calidad.....	26

2.4.1	Estándares de calidad en la industria de la confección.....	27
2.4.1.1	Muestreo de aceptación.....	28
2.4.1.1.1	Plan de muestreo simple.....	29
2.4.1.1.2	Plan de muestreo doble.....	29
2.4.1.1.3	Plan de muestreo múltiple.....	29
2.4.1.2	Procedimientos de inspección.....	29
2.4.1.2.1	Procedimiento para inspección en línea.....	30
2.4.1.2.2	Inspección del producto terminado.....	31
3.	PRINCIPALES MÁQUINAS, DESCRIPCIÓN DE PARTES VITALES Y SU MANTENIMIENTO.....	33
3.1	Descripción de las máquinas de confección.....	33
3.1.1	Máquinas planas.....	33
3.1.2	Máquinas <i>overlock</i>	34
3.1.3	Máquinas especiales.....	37
3.1.3.1	Máquinas collareteras.....	37
3.1.3.2	Máquinas multiagujas.....	37
3.1.3.3	Máquina de ruedo invisible.....	38
3.1.3.4	Máquina de ojal y máquina de botón.....	38
3.1.3.5	Máquina de atraque.....	39
3.1.3.6	Máquina de corte.....	40
3.2	Partes básicas de la máquina plana.....	41
3.3	Descripción de los <i>loopers</i> , garfios, <i>spreaders</i>	43

3.3.1	Garfios.....	43
3.3.2	<i>Loopers</i>	43
3.3.3	<i>Spreder</i> s.....	44
3.4	Importancia del mantenimiento preventivo.....	45
3.4.1	Periodicidad del mantenimiento preventivo.....	46
3.4.2	Importancia del control estadístico de los mantenimientos.....	47
3.5	Causas, efectos y solución de problemas comunes.....	48
3.5.1	En las máquinas planas.....	48
3.5.2	En las máquinas <i>overlock</i>	49
4.	CLASIFICACIÓN DE PUNTADAS, AGUJAS Y COSTURAS.....	51
4.1	Descripción de los diferentes tipos de puntadas.....	51
4.1.1	Clasificación de los tipos de puntadas.....	51
4.1.1.1	Puntadas y tipos de puntadas.....	53
4.1.1.2	Propiedades de las puntadas.....	53
4.2	Formación de las diferentes puntadas.....	54
4.2.1	Formación de las puntadas tipo 101.....	55
4.2.2	Formación de las puntadas tipo 200.....	55
4.2.3	Formación de las puntadas tipo 300.....	56
4.2.4	Formación de las puntadas tipo 500.....	56

4.2.5	Formación de las puntadas tipo 600.....	57
4.3	Descripción de los tipos de costura.....	57
4.3.1	Clasificación de los tipos de costura.....	58
4.3.1.1	Costura sobrepuesta SS (<i>superimposed seam</i>).....	58
4.3.1.2	Costura traslapada LS (<i>lapped seam</i>).....	58
4.3.1.3	Costura de bias BS (<i>bound seam</i>).....	59
4.3.1.4	Costura plana (<i>flat seam</i>).....	60
4.3.1.5	Costura ornamental (<i>ornamental stitching</i>).....	60
4.3.1.6	Costura de terminado de orilla EF (<i>edge finishing</i>).....	61
4.4	Descripción de accesorios para la formación de diferentes tipos de costura.....	61
4.4.1	Guías.....	61
4.4.1.1	Guías sencillas con <i>maskintape</i>	62
4.4.1.2	Barras de imán.....	62
4.4.2	Fólders.....	62
4.5	Descripción de los hilos.....	64
4.5.1	Importancia de la utilización de los hilos.....	65
4.5.2	Clasificación de los hilos.....	67
4.5.2.1	Fibra corta o cortada.....	67
4.5.2.2	Filamentos continuos.....	68

4.5.2.3 Hilos recubiertos o <i>core-spun</i>	68
4.6 Descripción de las agujas.....	68
4.6.1 Clasificación y utilización de agujas.....	69
4.6.2 Relación entre agujas, hilos y materia prima a confeccionar.....	71
5. TEXTILES, TEJIDOS Y SU IMPORTANCIA.....	73
5.1 Textiles y tejidos.....	73
5.2 Clasificación de las fibras.....	74
5.2.1 Fibras naturales.....	75
5.2.1.1 Fibras animales.....	75
5.2.1.2 Fibras vegetales.....	75
5.2.1.3 Fibras minerales.....	76
5.2.2 Fibras sintéticas.....	76
5.3 Proceso de la fibra.....	77
5.3.1 Carda y peinado.....	78
5.3.2 Hilado y torcido.....	78
5.4 Tejidos y tejedura de punto.....	80
5.4.1 Tejido liso.....	80
5.4.2 Tejido cruzado.....	80
5.4.3 Otros tipos de tejido.....	80
5.5 Teñido y estampado.....	81

5.6	Telas no tejidas.....	83
5.6.1	Aplicaciones de las telas no tejidas.....	83
5.7	Aspectos del proceso de lavado.....	84
5.7.1	Lavado.....	84
5.7.2	Batanado o enfurtido.....	85
5.8	Aspectos del proceso del blanqueado.....	85
5.8.1	Algodón.....	85
5.8.2	Lino.....	86
5.8.3	Seda y lana.....	86
	CONCLUSIONES.....	87
	RECOMENDACIONES.....	90
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
	BIBLIOGRAFÍA.....	92

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1 Regiones exportadoras de confección hacia Estados Unidos.....	2
2 Exportaciones de la industria de la confección.....	8
3 Exportaciones de tejido plano y tejido de punto.....	9
4 Empleo generado por el sector de la confección.....	10
5 El proceso de integración vertical en la industria de la confección.....	19
6 Puntada de máquina plana de dos agujas.....	34
7 Máquina <i>overlock</i>	34
8 Puntadas 503, 504 & 505.....	35
9 Puntadas 514 & 515.....	36
10 Puntada 516 (401 + 504).....	36
11 Máquina collaretera.....	37
12 Máquina multiagujas.....	37
13 Máquina de rueda invisible.....	38
14 Máquina de botón y máquina de ojal.....	39
15 Máquina de atraque.....	39
16 Máquina de corte.....	40
17 Partes principales de la máquina plana de confección.....	41
18 Tipos de garfios o rotativos.....	43
19 Tipos de <i>looper</i>	44
20 <i>Spreader</i> de la máquina collaretera.....	45
21 PPP Puntadas por pulgada.....	53
22 Ancho de puntada.....	54
23 Profundidad de puntada.....	54
24 Puntada 101.....	55

25	Puntada 300.....	56
26	Puntada 500.....	56
27	Puntada 600.....	57
28	Costuras sobrepuesta SS (<i>serimposed seam</i>).....	58
29	Costura traslapada LS (<i>lapped seam</i>).....	59
30	Costuras de bias BS (<i>bound seam</i>).....	59
31	Costuras planas FS (<i>flatseaming</i>).....	60
32	Costura decorativas OS (<i>ornamental stitching</i>).....	60
33	Costuras terminado de orilla EF (<i>edge finishing</i>).....	61
34	Diferentes tipos de fólder.....	63
35	Partes de la aguja.....	69
36	Proceso de transformación de la fibra de algodón.....	77

TABLAS

I	Empresas del sector textil, confección, accesorios y empleo generado en Centroamérica, año 2003.....	3
II	Indicadores de competitividad en el sector textil-confección.....	5
III	Principales categorías de exportación textil hacia EE.UU., en millones de US dólares.....	16
IV	Comparación de los programas de producción.....	18
V	Planificación del mantenimiento preventivo.....	46
VI	Tipos de daños.....	49
VII	Localización de averías en la máquina <i>overlock</i>	50
VIII	Diferentes tipos de puntadas.....	52
IX	Diferentes sistemas de numeración de agujas.....	70
X	Conversión de hilos y el respectivo número de aguja.....	71
XI	Relación del hilo, tela, aguja y prenda a confeccionar.....	71
XII	Clasificación de las fibras.....	74

GLOSARIO

Álcali	Sustancia que produce iones de hidróxido (OH) al disolverse en agua.
Apresto	Disposición de lo necesario en la preparación de los tejidos.
Atraque	Máquina utilizada para realizar una puntada de seguridad, como en el caso de los pasadores de los <i>jeans</i> .
DBO/DQO	Demanda bioquímica de oxígeno. Se parte, para ello, de la capacidad auto depurativa del agua, conferida por los propios microorganismos. De modo similar, la DQO es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medio de dicromato en una solución ácida y convertirla en dióxido de carbono y agua.
Enagua	Falda interior, generalmente de tela blanca, usada debajo de la falda exterior.
Fenol	De fénico. Alcohol de la serie cíclica o aromática de la química orgánica.
Fieltrado	Proveniente de la palabra fieltro, es una tela hecha de lana o pelo conglomerado, sin trama ni urdimbre.
Hilaza	Hilado. Hilo basto con que se teje cualquier tela.
ICC o CBI	Integración de la Cuenca del Caribe (<i>Caribbean Bassin Initiative</i> , por sus siglas en inglés). Países de la región centroamericana y los países que integran la región caribe.

Lejía	Agua que tiene en disolución álcalis o sales alcalinas.
MCE o SME	Metros cuadrados equivalentes (<i>square meters equivalent</i>).
pH	Término que indica la concentración de iones de hidrógeno en una disolución. Se trata de una medida de la acidez de la disolución.
Poliamidas	Polímero sintético que se obtiene por condensación de productos que contienen grupos amida, cuya forma más conocida es el nailon.
Prolijo	Demasiado esmerado. Largo, dilatado en exceso.
Tensoactivos	Agentes químicos que tienen una estructura molecular que actúa como un enlace entre el agua y las partículas de suciedad, soltando las partículas de las fibras subyacentes o de cualquier otra superficie que se limpie.
Trama	Conjunto de hilos que, cruzados con los de la urdimbre, forman una tela.
Urdimbre	Conjunto de hilos paralelos entre los que pasa la trama para formar la tela.

RESUMEN

El inicio de las operaciones de la industria de la maquila en nuestro país tuvo un inicio mal acentuado, producto de la falta de capacitación y preparación del personal operativo, falta de incentivos a esta industria por parte de gobierno central, las violaciones a los derechos tanto laborales como morales de sus trabajadores por parte de los inversionistas que, en su mayoría, eran de origen asiático.

El objetivo no es dar a conocer los vejámenes con que se inició esta industria, sino el inmenso desarrollo que esta industria trajo consigo, la cual hoy día es en Guatemala la industria que cuenta con el sector mejor desarrollado y más grande de la región centroamericana.

El incremento y aporte económico que representa al estado es sumamente significativo, ya que se ha constituido como el segundo rubro económico de aporte a nuestro país, superado únicamente por el sector agrícola. En cuanto a la generación de empleo se habla de más de 100,000 empleos de forma directa, creando con esto un amplio campo laboral e incremento de la calidad de vida de las personas que en ella trabajan directamente.

En lo referente al avance tecnológico, se puede asegurar que es una de las industrias que cuenta con un desarrollo tecnológico sumamente variado. Y, sobre todo, propicia un desarrollo profesional tanto al estudiante como al profesional de las carreras de ingeniería.

Este trabajo presenta conceptos, técnicas y herramientas útiles a toda persona que se interese en la industria textil-confección, y a la vez que sirva como un material de apoyo en la facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

OBJETIVOS

- **General**

Contribuir al fortalecimiento profesional del futuro ingeniero industrial, en el área de la industria textil y de la confección, mediante el desarrollo de temáticas propias de la industria textil y de la confección.

- **Específicos**

1. Dar a conocer el desarrollo económico e importancia que representa la industria textil y de la confección en el proceso productivo de nuestro país.
2. Dar a conocer los principales productos de exportación hacia los Estados Unidos respecto al sector textil-confección.
3. Indicar el marco legal en que se rige la industria textil y de la confección.
4. Promover el conocimiento del desarrollo de la industria textil y de la confección al estudiante de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.
5. Realizar una descripción de los diferentes tipos de puntadas, tipos de costura y accesorios utilizados en la industria de la confección.
6. Describir las principales máquinas utilizadas en la industria de la confección, sus partes más importantes y la importancia del mantenimiento que éstas deben tener.
7. Dar a conocer las diferentes características de la materia prima utilizada en la industria textil-confección.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación, titulado “Conceptos, técnicas y herramientas útiles al ingeniero industrial, aplicados a la industria textil y de la confección”, tiene por objetivo dar a conocer la importancia que tiene este sector industrial, la necesidad de formar profesionales capaces de mantener el nivel competitivo ante el desarrollo que han cobrado los otros países de la región centroamericana y, por último, describir los conceptos, técnicas y herramientas útiles al ingeniero industrial que se desarrolla en la industria textil y de la confección.

La industria textil y la confección ha cobrado mucha importancia en nuestro medio debido a que se ha convertido en uno de los rubros de mayor importancia en el proceso económico de nuestro país, y no fue sino hasta finales de los años ochenta que se le dio reconocimiento al sector de la maquila o de la confección como un sector de desarrollo industrial, de alto nivel tecnológico y prioritario dentro de la economía nacional.

A principios de los años noventa, la industria textil y de la confección guatemalteca experimentó un desarrollo e incremento industrial, consecuencia de la expansión de sus mercados y una posición geográfica ideal, lo que permitió la consolidación de una importante estructura productiva que hoy en día tiene un valor muy significativo y que permite el desarrollo profesional al ingeniero industrial, mecánico o mecánico-industrial.

Este desarrollo en la industria textil y de la confección genera empleo a más de 100,000 personas directa e indirectamente, lo cual ha permitido un desarrollo profesional a muchos ingenieros dentro de esta industria, ya que la competitividad, el desarrollo e innovación tecnológica y los estrictos controles internos, tienden a mejorar y ser más exigentes para satisfacer las necesidades del cliente en cuanto a calidad, presentación, precio y tiempo de producción.

1. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA DE LA CONFECCIÓN

1.1 Descripción de la industria textil y de la confección en Guatemala

El sector industrial textil–confección está compuesto por tres áreas productivas, la primera (textil) comprende la fabricación de fibras, hilados y telas; la segunda (confección) corresponde a todo producto que tiene un grado de elaboración, y la tercera (accesorios) que es la proveedora de accesorios como botones, remaches, etiquetas, elásticos, etc., que en conjunto permiten la transformación de la materia prima en prendas de vestir.

La industria de vestuario y textiles de Guatemala está organizada dentro de la comisión de vestuario y textiles, VESTEX, y pertenece a la Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales (AGEXPRONT), con la cual se promueve el sector por medio de asistencia técnica, capacitación, información, mercadeo, promoción de exportaciones y relaciones a nivel internacional y gobierno.

Guatemala cuenta con la industria textil más grande de la región centroamericana. Existen alrededor de 36 empresas textiles, produciendo anualmente 135 millones de libras, de las cuales el 54.4% corresponde a tejido plano y el 45.5% de tejido de punto¹. La industria cuenta con 260 empresas suplidoras de servicios y accesorios que suplen en su mayoría a las 231 fábricas de vestuario que se encuentran inscritas oficialmente a la comisión del vestuario y textiles.

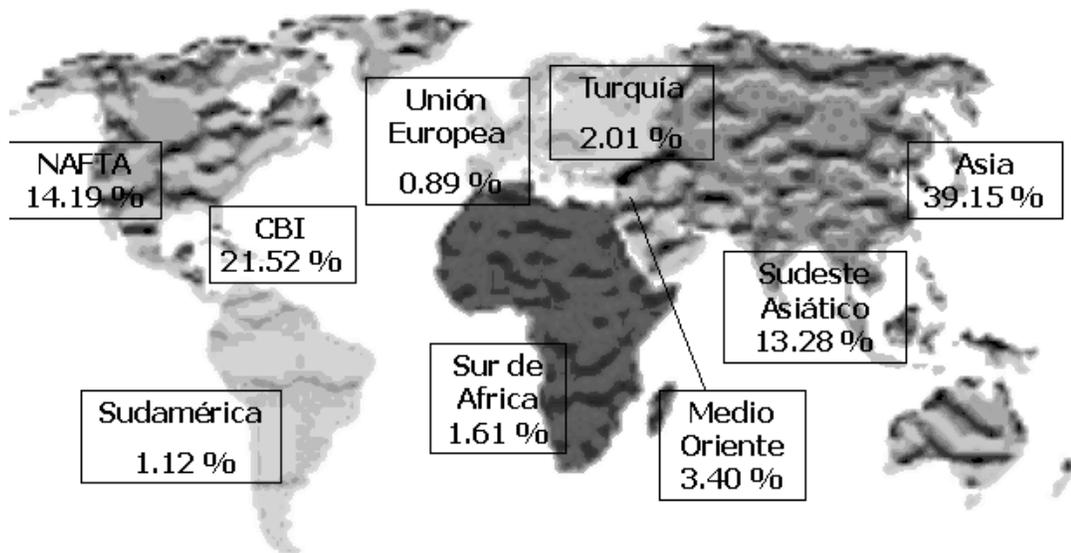
La mayor parte de la industria textil y de vestuario se encuentra localizada en la región metropolitana y en el área circunvecina, distante a no más de 30 minutos de la ciudad capital.

1.2 Importancia de la industria en la región centroamericana

La industria de vestuario y textiles, tiene una importancia fundamental para Centroamérica. Este sector, además de representar el principal generador de divisas para la región, también constituye la principal fuente de empleo directo, la principal fuente de inversión extranjera directa y una base sólida para el desarrollo industrial de la región.

Gracias a la iniciativa de los Estados Unidos de América de darle un trato preferencial en las tarifas de selección de productos exportados desde la Cuenca del Caribe CBI (por sus siglas en inglés, *Caribbean Basin Initiative*, que comprende los países de la región centroamericana y el Caribe), se ha permitido ubicar a dicha región como la segunda de mayor exportación tal como lo representa la figura 1, superada únicamente por los países asiáticos, lo que permite a la región centroamericana expandir más el porcentaje de participación en el mercado estadounidense.

Figura 1. Regiones exportadoras de confección hacia Estados Unidos



Fuente: Mariana Pacheco, Importaciones de Confecciones de EE.UU. desde Colombia. Aprovechamiento de ATPDEA, página 11.

En el año 2003 se registró que Centroamérica fue el segundo exportador más grande de confecciones hacia Estados Unidos de América, con el 12% del total de exportaciones hacia este país.

Asimismo, existen cerca de 1,000 empresas en la industria textil-confección en el área centroamericana, lo cual genera empleos directos a más de 383 mil personas, tal como lo demuestra la tabla I.

Tabla I. Empresas del sector textil, confección, accesorios y empleo generado en Centroamérica, año 2003

País	Confección	Textiles	Accesorios	Total por país	Empleo generado
Costa Rica	48	2	5	55	19,078
El Salvador	179	15	66	260	87,030
Guatemala	231	35	147	413	140,346
Honduras	159	8	31	198	96,602
Nicaragua	35	1	1	37	39,539
Total por sector	652	31	250	963	383,245

Fuente: Luis Figueroa, Luis Obando, Luis Morales y Roy Zúñiga, **Textiles en Centroamérica, CLACDS-INCAE**, página 5.

1.2.1 Importancia de la ubicación geográfica

Con una superficie de 411 mil kilómetros cuadrados, Centroamérica tiene una posición física envidiable, constituyendo un puente natural entre norte y sur América, y un paso natural entre el Atlántico y el Pacífico. El significado económico de esta ventaja geográfica es que Centroamérica se encuentra precisamente en el centro de cruce del mayor comercio mundial, siendo entre la Unión Europea, Asia (Japón) y América latina.

La producción textil y de la confección mundial sufrió un profundo proceso de redistribución geográfica en los últimos 25 años, concentrándose en algunos países asiáticos, encabezados por China, India e Indonesia. Guatemala, ha cobrado mayor participación en esta industria por la importancia de la ubicación geográfica, lo que permite reducir costos en transporte y entregar embarques en un menor tiempo a los clientes que en su mayoría son los Estados Unidos.

La ubicación geográfica ha permitido que toda la región centroamericana tenga una mayor participación en el mercado de la industria textil–confección, por lo que se ha convertido en una región sumamente competitiva y, por consiguiente, la mano de obra constituye un factor fundamental y puede marcar la diferencia entre las diferentes regiones que compiten por cuotas de producción, y la mano de obra que opera en la industria guatemalteca se ha ganado el reconocimiento del mercado internacional, ya que los grandes clientes como Levi’s, Vanity Fair, Hanes, Gapp, Jockey, Calvin Klein, entre otras, han depositado su confianza en la industria guatemalteca.

1.2.2 Razones de la inversión extranjera

El costo de la mano de obra en Guatemala es el tercero más bajo de la región. Este se ha constituido en un factor importante para la competitividad de sus empresas, lo que ha permitido el incremento de inversión. Asimismo, los costos de combustibles son los más bajos de la región, y el costo de la electricidad es el segundo más bajo (véase tabla II, página 5). Este último es sumamente importante debido al auge de la rama textilera, en las cuales el costo y la calidad del servicio eléctrico son fundamentales.

Se destaca también el costo de fletes marítimos, muy por debajo de algunos países en la región, y esto es por las ventajas naturales de la posición geográfica, lo que permite competir y brindar el servicio de transporte a otros países como El Salvador a través del Océano Atlántico. De acuerdo al Ministerio de Economía, en el país actualmente operan 20 zonas francas y un parque industrial.

Los costos totales de producción en Asia son menores que los de Centroamérica, con una calidad comparable en sus productos. Pero en el negocio de vestido y la moda, el tiempo de respuesta es un factor tan importante como el costo, en particular para el caso de países desarrollados de cuatro estaciones al año. En costos es difícil, si no imposible, competir contra los productores asiáticos, pero en rapidez de respuesta, la balanza está a favor de Centroamérica.

Dos o tres semanas promedio desde el momento que se pide la orden en Centroamérica hasta el momento que llega el producto a su destino dentro de los EE.UU., comparado con los dos o tres meses si la orden se envía a Asia. En realidad, más que una competencia encarnizada por precio entre Asia y Centroamérica, parece haber una complementariedad entre ambas producciones, por lo menos desde la perspectiva de los importadores estadounidenses. En la tabla II se presentan los datos de la competitividad en el área centroamericana.

Tabla II. Indicadores de competitividad en el sector textil-confección

País	Número de parques industriales y zonas francas	Salario mínimo vigente 2002 US\$/día	Precio interno gasolina US\$/galón	Electricidad US cent/kWh tarifa industrial	Costo flete marítimo US\$/kg manufactura	Alquiler anual de zona franca US\$/pie ²
Costa Rica	13	11.28	2.16	7.41	0.08	5.02
El Salvador	16	4.80	2.25	13.56	0.12	3.63
Guatemala	21	3.85	1.78	7.41	0.05	4.52
Honduras	26	3.38	2.33	5.87	0.11	5.00
Nicaragua	9	1.94	1.97	10.98	0.14	3.67

Fuente: Textile & Apparel Summit Speed to Market, **Perfil de la industria guatemalteca**, <http://www.fullpackage.org/servicedet.asp?id=292#>, consulta en línea, agosto de 2004.

En cuanto a costos de mano de obra, la región no es más barata que Asia, pero sí mucho más que los EE.UU. Esto ha motivado la maquila de productos estadounidenses en la Cuenca del Caribe, beneficiando específicamente a Centroamérica. El surgimiento de ciertas preferencias comerciales que han facilitado las negociaciones entre cliente y productor, han permitido también incrementar el volumen de metros cuadrados equivalentes (SME) confeccionadas y exportadas al país norteamericano (USA).

Hay quienes opinan que con la eliminación de cuotas en Estados Unidos para el año 2005, los productores asiáticos establecidos dentro de la región ya no tendrían ninguna razón para permanecer en Centroamérica. Pero estos productores asiáticos podrían ver el negocio de una manera complementaria, aún después de que no existan cuotas, es decir, dejando en Asia la producción de tirajes largos y planificados, y en Centroamérica los tirajes cortos de temporada y oportunidad, aprovechando la mayor rapidez de respuesta de esta región, desplazando la maquila de inversión coreana hacia el país asiático.

1.3 Datos estadísticos según la gremial de exportadores y entidades gubernamentales

Debido a que la industria textil se ha constituido en un uno de los rubros más importantes de la economía de nuestro país, a continuación se describen y detallan en gráficos estadísticos la importancia que genera la actividad textil-confección.

1.3.1 Aporte económico al país

Un reportaje titulado **Repunta la maquila²**, en un periódico nacional, cita textualmente lo siguiente:

“En los últimos 15 años, Guatemala pasó de ser un país agro exportador a maquilador. Las exportaciones de estos productos ascendieron el año pasado a US\$1,824.7 millones y casi alcanzan las ventas en el exterior de productos tradicionales por US\$2,412.7 millones. Según estadísticas publicadas por el Banco de Guatemala (Banguat), con base en las pólizas de la Superintendencia de Administración Tributaria (SAT), en 2003 las exportaciones totales del país ascendieron a US\$4 mil 459.5 millones.

De esa cifra, US\$2 mil 412.7 millones corresponden a productos tradicionales, US\$1 mil 824.7 millones a las empresas amparadas en el decreto 29-89 (Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de la Maquila) y US\$222.1 millones a las compañías ubicadas en las 20 zonas francas del país.

Las empresas bajo este renglón registraron un incremento en sus ventas al extranjero de 7.3 por ciento en 2003 (US\$124.1 millones mas que en 2002), y de uno por ciento en los dos primeros meses de 2004.

De acuerdo con Luis Óscar Estrada, viceministro de Economía a cargo del área de inversión y competencia, a la fecha hay 518 empresas activas bajo el renglón 29-89 y en el periodo que va del 1 de enero al 14 de abril del 2004 se habían inscrito 16 que generaron 422 empleos nuevos.

Según las estadísticas de la Dirección de Política Industrial del Ministerio de Economía, el empleo generado por las empresas que operan bajo el renglón 29-89 pasó de 49 mil 373 plazas en 1995 a 181 mil en 2003.

Además, la inversión que estas generaron pasó de Q2 mil 74.1 millones, en 1995, a Q6 mil 610.4 millones, el año pasado. De las 518 compañías activas amparadas bajo el decreto 29-89, 283 exportan vestuario y textiles, 120 manufacturas, 83 productos agrícolas no tradicionales, 11 hidrobiológicos (camarón, pescado y langosta) y las 16 restantes otros productos.”

En cuanto al aporte económico, la inyección de divisas que la industria de la confección ha aportado a la economía guatemalteca es considerable. De acuerdo con los datos estadísticos, esta actividad llegó a generar US\$460 millones en divisas en 2001. En el año 2002 el crecimiento experimentado era del 12% y hasta marzo del presente año (2004)³ la participación proporcional del sector en cuanto a ingreso de divisas también creció, llegando a un 18%, basadas en una alta producción de prendas de algodón.

En total, Guatemala le vendió a este mercado US\$ 1,773,5 millones, convirtiéndose con ello en el proveedor número 12 en el ranking mundial de exportadores en cuanto a valor. La figura 2 representa la evolución de las exportaciones de la industria de la confección.

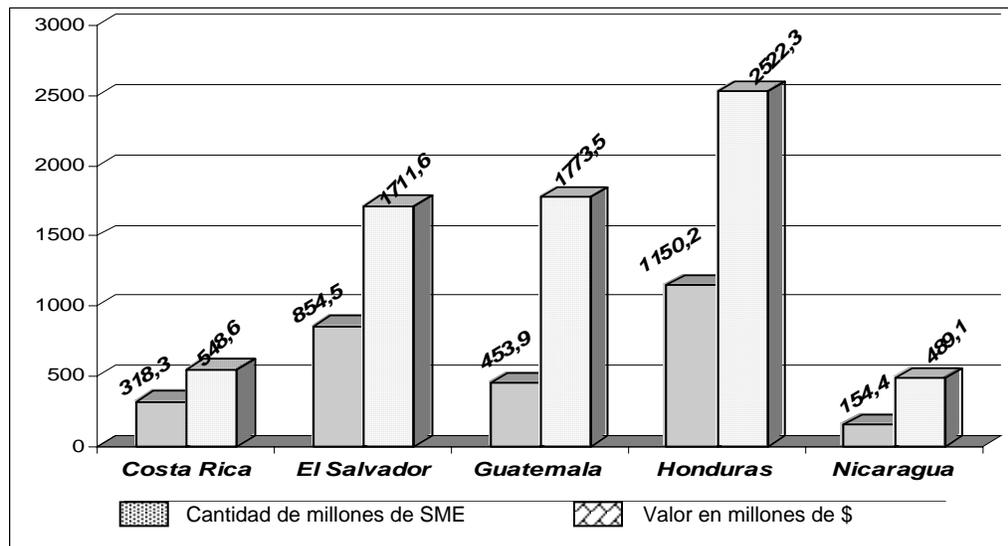
Figura 2. Exportaciones de la industria de la confección



Fuente: The Magazine Apparel Sourcing Show 2004 Vol6/año2, VESTEX, <http://www.vestex.com.gt>, consulta en línea, septiembre 2004.

La figura 3, muestra el aporte económico generado de las exportaciones en cantidad de SME (metros cuadrados equivalentes, por sus siglas en ingles) de tejidos de punto y tejidos planos, comparados con la región centroamericana en el período a marzo del año 2004. Esta dinámica le ha permitido colocarse como el segundo proveedor centroamericano en el mercado estadounidense después de Honduras, en cuanto a valor exportado, y el tercero en metros cuadrados equivalentes (SME) después de Honduras y El Salvador.

Figura 3. Exportaciones de tejido plano y tejido de punto

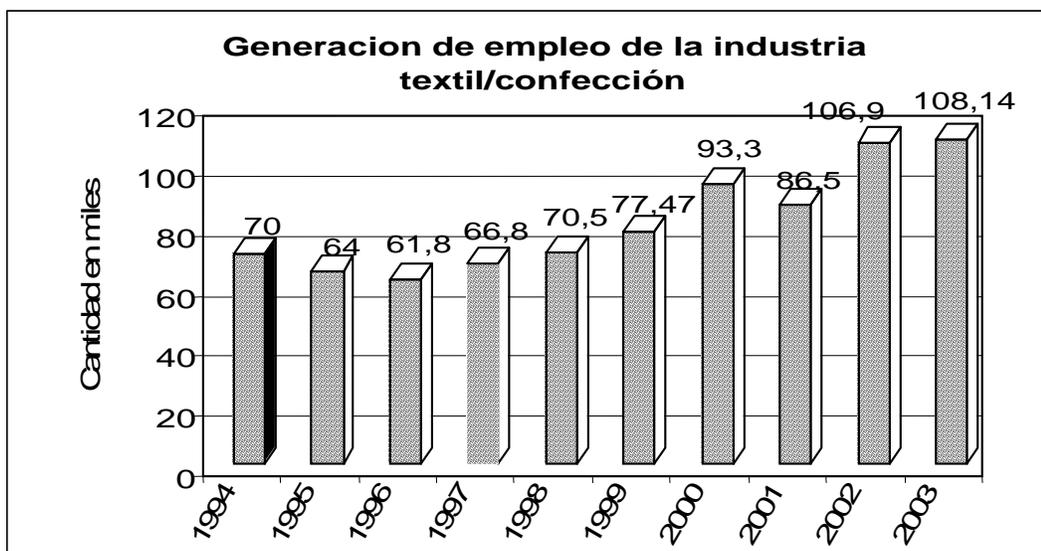


Fuente: The Magazine Apparel Sourcing Show 2004 Vol6/año2, página 09.

1.3.2 Importancia en la generación de empleo

La fuerza laboral empleada en esta actividad ha ido en aumento, producto del dinamismo de la actividad, tal como se muestra en la figura 4. Según los datos estadísticos en la generación de empleo en la industria de la confección, el incremento experimentado entre 1994 y el 2003 ha sido notable, creciendo a una tasa del 6.6% anual.

Figura 4. Empleo generado por el sector de la confección



Fuente: Comisión de Vestuario y Textiles (VESTEX), **Estadísticas Generales**,
<http://www.vestex.com.gt>, consulta en línea, septiembre 2004.

De acuerdo con el Directorio Regional de la comisión de vestuario y textiles, operan en Guatemala 35 empresas textiles y 147 empresas que proporcionan accesorios. Las 88 empresas establecidas en Ciudad de Guatemala y las 64 en Mixco emplearon el 39% y el 23.6% de la fuerza laboral en esta industria respectivamente, le siguen en orden de importancia Villanueva (19 empresas) y Sácatepequez (23 empresas), con el 11.5% y 7.2%, respectivamente.

1.3.3 Principales productos de exportación de la industria de la confección

Las exportaciones guatemaltecas se basan en productos elaborados en tejidos de algodón más que en otras fibras. El tipo de tela usado puede considerarse un indicativo del grado de sofisticación de las exportaciones. Las telas más baratas por unidad son las elaboradas con algodón, seguidas por la fibra sintética.

Los principales productos de exportación se encuentran clasificados de la siguiente manera.

Dentro de la industria de la confección se encuentran los siguientes productos.

- Pantalones y pantalonetas para hombre-niño, dama-niña de algodón
- Pantalones y pantalonetas para hombre-niño, dama-niña de fibra sintética
- Faldas de algodón y fibra sintética
- Sacos para dama y niñas de fibra sintética
- Ropa de bebé de algodón
- Pijamas y prendas de dormir de algodón y fibra sintética
- Camisa de tejido plano hombre-niño de algodón y fibra sintética
- Playera de punto hombre-niña, dama-niña de algodón

En el área textil se encuentran los siguientes productos:

- Hilo de algodón
- Hilo de algodón teñido
- Tejidos planos (*oxford*, lona, *twill*, popelinas, teñidos, mantelerías, otros)
- Fibras sintéticas (polyester, *twills*, popelina, otras)
- Polyester-algodón
- Knit 100% algodón (open-end, ring spun, fleece, otros)
- *Terry* 100% algodón

1.4 Marco legal en la industria de la confección, establecido por el gobierno de Guatemala

La importancia del comercio y la expansión de los mercados en lo referente a la industria textil y de la confección, es reconocida por el gobierno de Guatemala, ya que los beneficios alcanzados en las negociaciones industriales van mas allá del aporte económico al país, obteniendo un valor agregado inimaginable, ya que no se pueden

contabilizar monetariamente los beneficios que ha traído consigo el desarrollo industrial en este sector.

Algunos factores relevantes y notorios que esta industria ha generado, son el reconocimiento de la industria guatemalteca a nivel mundial, a través de las prendas confeccionadas en nuestro país con el *slogan*, “Made in Guatemala”. Se eleva el nivel competitivo en toda la región latinoamericana, con la confección de prendas de alta calidad, atracción, generación y expansión de los mercados internacionales, gracias a la calificación de la mano de obra, que es reconocida como una fortaleza en la industria guatemalteca, y el desarrollo e incremento tecnológico que garantiza el crecimiento y sostenimiento de esta industria en nuestro país.

1.4.1 Leyes que rigen la industria textil

Ante la preocupación del gobierno por promover el desarrollo en este sector, la legislación guatemalteca ha promulgado la ley de Fomento y Desarrollo de la actividad exportadora y de la Maquila (Decreto 29-89), cuyo objetivo es incentivar, promover y desarrollar en el territorio nacional la producción de mercancías con destino a países fuera del área centroamericana, según reza el decreto 29-89, que textualmente dice:

“Decreto No. 29-89 del Congreso de la República de Guatemala⁴

CONSIDERANDO:

Que la Constitución Política de la República de Guatemala establece entre otras, como obligaciones fundamentales del estado la promoción del desarrollo ordenado y eficiente del comercio exterior del país, así como crear las condiciones adecuadas para promover la inversión de capitales nacionales y extranjeros.

CONSIDERANDO:

Que el estado también debe orientar la economía nacional para lograr la utilización adecuada de los recursos naturales y el potencial humano para incrementar la riqueza, tratar de lograr el pleno empleo y la equitativa distribución del ingreso nacional.

CONSIDERANDO:

Que para cumplir con los objetivos enunciados anteriormente es procedente emitir una ley de fomento a las exportaciones y a la maquila, que permita a nuestro país colocarse en un nivel adecuado de competitividad frente al resto de nacionales:

POR TANTO,

En el ejercicio que le confiere el Artículo 171 a) y conforme a lo establecido en los Artículos 118 y 119 de la Constitución de Guatemala,

DECRETA:

LEY DE FOMENTO Y DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD EXPORTADORA
Y DE MAQUILA

Esta ley tiene como objetivo velar por el desarrollo de la industria textil a nivel nacional, brindándole ciertos incentivos promoviendo así la inversión en este sector, con el único fin de incrementar las exportaciones nacionales a países dentro y fuera de la región Centroamericana.

Para los efectos de la aplicación de esta ley, las mercancías pueden ser objeto de los siguientes Regímenes de Perfeccionamiento:

Régimen de Admisión Temporal: permite recibir dentro del territorio aduanero nacional, en suspensión de derechos arancelarios, impuestos a la importación e Impuesto

al Valor Agregado, mercancías destinadas a ser exportadas o reexportadas en el período de un año después de haber sufrido una transformación o ensamble.

Régimen de Devolución de Derechos: permite, una vez efectuada la exportación o reexportación, obtener el reembolso de los derechos arancelarios impuestos a la importación e Impuesto sobre el Valor Agregado pagados en depósito que hubiere grabado mercancías internadas, productos contenidos en ellas o consumidos durante su proceso.

Régimen de Reposición con Franquicia Arancelaria: permite importar con exoneración de derechos arancelarios e impuestos a la importación, el valor equivalente por los derechos arancelarios e impuestos a la importación pagados por el exportador indirecto. Esta franquicia será utilizada para la reposición de materias primas, productos semielaborados, productos intermedios, materiales, envases, empaques, etiquetas que están directamente relacionados con su proceso de producción.

Régimen de Exportación de Componente Agregado Nacional Total: es aplicable a las empresas cuando dentro de su proceso productivo utiliza en su totalidad mercancías nacionales o nacionalizadas, para la fabricación o ensamble de productos de exportación.”

El decreto 29-89, se encuentra en una fase de reforma por parte del Congreso de la Republica, ya que estas reformas contemplan cambios importantes entre los que destacan el hecho de que las empresas centroamericanas ubicadas en zonas francas puedan comerciar materias primas, hacer alianzas entre ellas y exportar en conjunto a otros países, se tendrá acceso para comercializar textiles en el mercado internacional sin ninguna restricción, aspectos que no contemplaba la antigua ley, contrarrestando con ello la liberación de cuotas a los países asiáticos a partir del año 2005.

2. ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA DE LA CONFECCIÓN

2.1 Categorías de producción

Guatemala constituye, junto con Honduras, uno de los países de la región donde más empresas trabajan con el *Full Package* o Paquete Completo. Estos procesos, con mayor valor agregado, son sinónimos de un alto número de encadenamientos en la industria, lo cual se refleja en un fuerte sector de accesorios.

Como en los demás países de la región, el abastecimiento de materias primas es débil, ya que el país no produce algodón ni tintes, no obstante, el país cuenta con una industria textil bastante desarrollada, incluyendo a 35 empresas, de las cuales 20 reportan que producen tejido plano y 24 tejido de punto. Hay un desarrollo modesto de fibra sintética e hilanderías, y de productos petroquímicos.

La industria textil y de la confección guatemalteca, como ya se indicó con anterioridad, es la industria mas fuerte en la región centroamericana, lo que ha permitido crear nuevos tipos de negociaciones, mantenerse en el mercado internacional, mantener un nivel competitivo y sobre todo, la mejora continua de la calidad en las distintas categorías que se confeccionan.

2.1.1 Categorías más importantes

Las preferencias comerciales han sido muy importantes para el dinamismo exportador del sector textil guatemalteco hacia los Estados Unidos. Estas preferencias representaron el 80% del volumen exportado por Centroamérica hacia ese país en el año 2003. Haciendo notoria la concentración de la producción en las

principales categorías de exportación. Por ejemplo, las camisas para mujer y niña en algodón y fibra sintética cuyas categorías se describen como 339 & 639, los pantalones y *shorts* para mujer y niña en algodón y fibra sintética (348/648), representan el 49% de las exportaciones. Asimismo, las camisas y los pantalones y *shorts* para hombre y niño en algodón (338/347) cubren el 24% del valor exportado.

A nivel mundial, Guatemala es el segundo proveedor en la categoría 642, la que se describe como enaguas de fibra sintética, siendo China el primer proveedor. En general, la industria guatemalteca está entre los diez primeros proveedores hacia EEUU en sus principales productos de exportación, con excepción de la categoría 635 (abrigos, *blazer* de fibra sintética de mujer y niña), tal como se representa en la tabla III.

**Tabla III. Principales categorías de exportación textil hacia EE.UU.
en millones de US dólares**

Categoría	Descripción	Valor	% del valor exportado	Ranking
339/639	Camisas para mujer y niña	551.44	33.24	2/10
338	Camisas de algodón para hombre y niño	207.23	12.49	6
347	Pantalones y <i>shorts</i> para hombre y niño	185.77	11.20	4
348/648	Pantalones y <i>shorts</i> para mujer y niña	261.91	15.79	9/5
642	Enaguas de fibra sintética	36.64	2.21	2
635	Abrigos, <i>blazer</i> de fibra sintética para mujer y niña	35.97	2.17	13

Fuente: U.S. Department of Commerce International Trade Administration, Office of Textiles and Apparel, **OTEXA**, <http://www.otexa.ita.doc.gov>, agosto 2004.

2.1.2 Tipos de contrato

Los diferentes tipos de contratos que se pueden celebrar entre el cliente y proveedor en la industria textil y de la confección se rigen, básicamente, en las reglas de origen de los insumos y materias primas que el cliente provee o utiliza en la elaboración de su producto final. Esto es, por lo general, un acuerdo de protección de los insumos y/o materias primas de origen estadounidense, ya que al adquirirlas de algún otro proveedor extranjero, la industria textil estadounidense se vería amenazada, afectada e incluso desplazada por los países productores, ya que el precio es mucho menor.

Un ejemplo claro de ello es que ciertas maquilas de origen asiático, prefieren importar hilo de Pakistán, que comprar hilo de USA, aunque en las reglas origen o tipos de contrato el impuesto arancelario del hilo es nulo si es de origen estadounidense, debido a que el mismo hilo retornara en la prenda confeccionada.

Aun así, las empresas de origen asiático que maquilan en nuestro país prefieren efectuar el pago de los respectivos impuestos arancelarios de importación del hilo de origen pakistaní, ya que es aun más barato que el de los USA, todo ello cuando las reglas de origen lo permite.

El tipo de programa 807, es un programa especial de acceso al mercado de los EE.UU. que no tenía relación con la Integración de la Cuenca del Caribe (ICC o CBI), y que dio oportunidad exclusivamente para el desarrollo de la industria de la maquila. Sus dos componentes son el programa 807 regular y el 807A: en el primero se permite la reentrada a los EE.UU. de toda prenda de vestir confeccionada en la región a partir de tela de los EE.UU. o de otros países, pero que haya sido cortada en ese país, exportada a los países de la Cuenca del Caribe para su ensamble, y reingresada a los EE.UU. requiriéndose únicamente el pago de impuestos sobre el valor agregado al regresar a este último.

Por su parte, el programa 807A se aplica exclusivamente a tela de los EE.UU. cortada en los EE.UU. y enviada para ensamble a los países de la Cuenca del Caribe, requiriéndose sólo el pago de impuestos sobre el valor agregado al ingresar de nuevo a los EE.UU.

La nueva ICC (Integración de la Cuenca del Caribe) da tratamiento de libre comercio (libre de aranceles y cuotas) a los productos de la confección siempre que la hilaza con la que se forma la tela y la tela misma sea de los EE.UU. razón por la que se dice que es un programa “807A+”. Pero además, el nuevo programa da una ventaja que no tenían los anteriores programas: *el acabado de la prenda*.

El acabado puede incluir la colocación de accesorios –*trimmings*- (bordados, broches, botones, encajes, ganchos, bolsas), producidos en la región o fuera de la región, así como procesos tales como el teñido y acabado de telas, lavado en piedra (*stone wash*), y otros procesos de lavado.

La tabla IV muestra las diferencias entre los diferentes tipos de programas.

Tabla IV. Comparación de los programas de producción

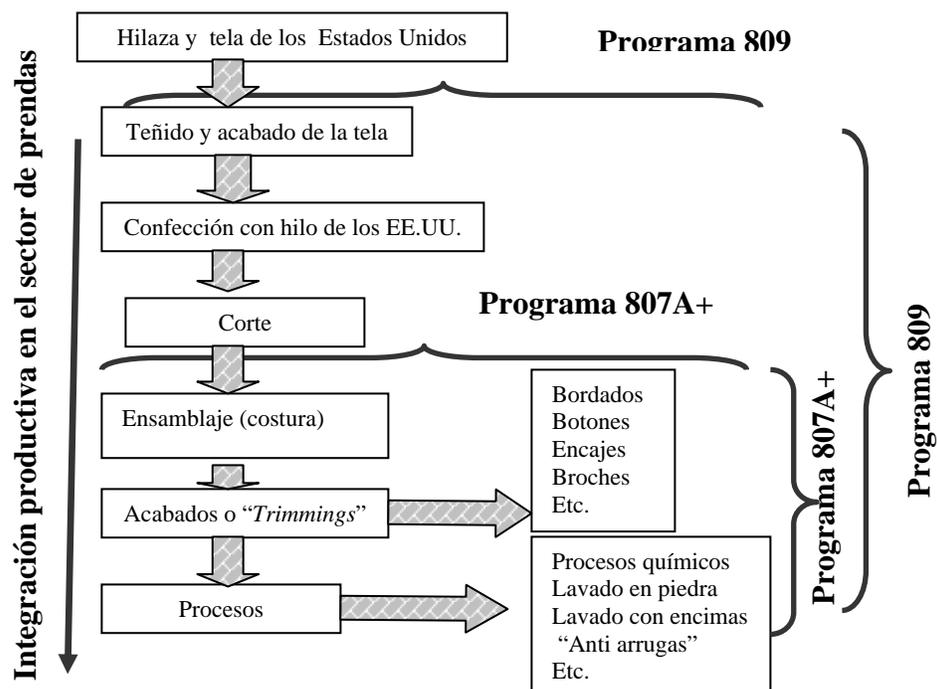
Programa / Nivel de acceso	Ensamble	Corte	Tela	Hilaza	Hilo de coser	Arancel
806 Límite específico	CA	Otro	Otro	Otro	Otro	100% sobre el precio
807	CA	EEUU	Otro	Otro	Otro	100% sobre el valor agregado
807^a Nivel de acceso garantizado	CA	EEUU	EEUU	Otro	Otro	100% sobre el valor agregado
807A +	CA	EEUU	EEUU	EEUU	CA	0%
809	CA	CA	EEUU	EEUU	EEUU	0%
Tela regional	CA	CA	CA	EEUU	CA	0%

Fuente: Luis Figueroa, Luis Obando, Luis Morales y Roy Zúñiga, **Textiles en Centroamérica, INCAE-CLADS**, página 7.

Lo que bajo 807A era sólo un ensamblaje que pagaba impuestos sobre valor agregado, ahora bajo 807A+ puede ser un ensamblaje con mayor valor agregado porque se puede someter a distintos procesos de acabado y, además, al que se le puede poner hasta un 25% del valor de la prenda en acabados cuyo origen puede ser local o extranjero. El programa 809 es el que tiene mayor potencial económico, en términos de valor agregado local, de integración vertical, de rentabilidad, de volumen de comercio y de generación de divisas.

Específicamente, el programa 809 otorga libre comercio (sin aranceles ni cuotas) para toda tela cruda (“grises”) hecha con hilaza de los EE.UU. que está sujeta en la región a procesos de teñido, diseño, cortado, ensamblado y acabado. Así, mientras que el programa 807A+ es de ensamble y costura hacia adelante, el 809 es a partir del corte mismo de la tela o en su versión más amplia del acabado y teñido de la misma. A continuación, en la figura 5 se detalla las diferencias entre los diferentes programas.

Figura 5. El proceso de integración vertical en la industria de la confección



Fuente: José Manuel Salazar René León, **La nueva iniciativa de la cuenca del caribe: impactos y oportunidades**, página 5.

En términos generales, Guatemala presenta el *cluster* más desarrollado de la región, con 231 empresas de confección, de las cuales 152 están involucradas con programas de corte, ensamble y tela regional (tipo 806), 109 realizan CMT (*Cut Make and Trimming*), 95 de ellas mantienen operaciones tipo 809, 59 de ellas se dedican al paquete completo, y sólo 45 operan bajo programas de maquila como el 807 y el 807A+.

2.1.3 Definición del Paquete Completo

El “*Full Package*” o “paquete completo”, es el tipo de contrato en el que un fabricante local recibe del comprador especificaciones detalladas para las prendas de vestir y el proveedor es responsable de adquirir los insumos, realizar, coordinar y elaborar todas las etapas del proceso productivo: compra de textiles, corte, ensamble de prendas, lavado, acabados, empaque, etc.

El *Full Package* es una modalidad de producción que ha venido ganando terreno dentro de Centroamérica. Para el 2003, el 26% de las empresas de confección de la región afirman participar en alguna medida dentro de este esquema más integral de producción. El *Full Package* representa mayores encadenamientos locales, mayor valor agregado y posiblemente mayores márgenes de rentabilidad, pero también mayores exigencias y riesgos. Esto es consecuencia de una mayor complejidad técnica y administrativa de la operación, mayor inversión en bienes de capital, mayores necesidades de financiamiento de capital de trabajo y personal debidamente capacitado o con especialización en el área textil confección.

El paquete completo proporciona a los clientes soluciones integrales que incluyen el desarrollo conjunto de productos innovadores, con moda o desempeño técnico superior, a lo largo de la cadena; velocidad, flexibilidad, exactitud y seguridad de suministro; proceso vertical virtual para eliminar redundancias; uso de tecnologías de información que soporte un proceso uniforme de pronóstico de la demanda, resurtido de inventarios, logística y comunicaciones; embarques directos a tiendas y al consumidor final, entre otros.

2.2 Definiciones de productividad, producción, eficiencia, eficacia

2.2.1 Productividad

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

La palabra productividad se ha vuelto muy popular en la actualidad, ya que se considera, que el mejoramiento de la productividad es el motor que esta detrás del progreso económico y de las utilidades de la corporación. La productividad también es esencial para incrementar los salarios y el ingreso personal. Un país que no mejora su productividad pronto reducirá su estándar de vida.

De esta forma, es posible hablar de la productividad de capital, de mano de obra, de materia prima, etc.

En términos cuantitativos, la producción es la cantidad de productos que se produjeron, mientras que la productividad es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos empleados}}$$

Productividad, en términos de empleados, es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo, cuando optimiza los recursos (insumos) para lograr los objetivos planteados en un periodo de tiempo dado.

La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores, que también deben ser considerados factores que influyen, por ejemplo, la curva característica de

aprendizaje, aditamentos especiales a las máquinas para hacerlas más eficientes, formación técnica adecuada del personal operativo, etc.

2.2.2 Producción

La función de producción, en su perspectiva más contemporánea, se constituye en un eslabón clave de la organización para responder de manera efectiva y distintiva, al cúmulo creciente de necesidades, deseos y expectativas de los clientes, para lo cual es necesario diseñar, formular y poner en práctica estrategias de producción adecuadas y pertinentes. Así, producción puede desempeñar diferentes roles estratégicos en la empresa, desde una total neutralidad interna hasta constituirse en su principal fuente generadora de ventajas competitivas distintivas, dependiendo de cómo sea percibida esta función por la alta gerencia.

El desarrollo ineludible y necesario de estrategias de producción se ha convertido en un verdadero dilema para las empresas manufactureras contemporáneas, sobre todo, por la imperiosa necesidad de contemplar en estas un conjunto de elementos que tradicionalmente han pasado inadvertidos para su función productiva. Aspectos como las prioridades y objetivos competitivos, las decisiones y políticas estratégicas, la focalización de las operaciones, la evaluación de enfoques de mejora, así como el establecimiento de medidas híbridas de desempeño, están haciéndose cada vez más cotidianos para el área de producción.

2.2.3 Eficiencia y eficacia

Eficiencia, es la "relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados."⁵

Por ejemplo: si la producción de un operador fue de 120 piezas/hr mientras que la tasa estándar es de 180 piezas/hr., se dice que la eficiencia del operador fue de:

$$\text{Eficiencia} = 120 / 180 = 0.6667 = 66.67 \%$$

Eficacia, según la definición 3.2.14 de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), es la “extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.”⁶

Efectividad: es el grado en el que se logran los objetivos, o bien es la suma de la eficiencia y la eficacia.

En otras palabras, la forma en que se obtienen un conjunto de resultados refleja la efectividad, mientras que la forma en que se utilizan los recursos para lograrlos se refiere a la eficiencia.

La productividad es una combinación de ambas, ya que la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con la utilización de recursos.

Otra forma de medir la productividad es:

$$\text{Productividad} = (\text{efectividad}) / (\text{eficiencia}) = (\text{salida}) / (\text{entradas})$$

Entradas: mano de obra, materia prima, maquinaria, energía, capital.

Salidas: productos.

2.3 Programas de producción

El proceso de producción en la industria de la confección es bastante flexible en cuanto a la distribución de maquinaria y en cuanto a los procesos operativos, por lo que se pueden programar de diferente manera de acuerdo a las expectativas o requerimientos propios del productor.

2.3.1 Módulo lineal o de empuje

Este módulo o modelo de producción tiene características propias y es el más utilizado en la industria de la confección, ya que permite que el módulo sea bastante flexible en cuanto a producción. El proceso de confección es tan sencillo que una

operación conlleva a la siguiente, y el lote de inicial de prendas a confeccionar es empujado operación por operación hasta alcanzar el producto final.

Consiste básicamente en que todos los operarios que participan en el proceso produzcan varios subensambles, lo que permite que los operadores adquieran mayor destreza, ya que realizan la misma operación la cantidad de veces requerida, según sean las metas de producción establecidas.

El sistema lineal tiene las siguientes características:

- Es de mucha ayuda en la producción de grandes lotes previamente planificados.
- Las operaciones individuales y las estaciones de trabajo ocupadas, hacen el sistema más eficiente en cuanto al manejo de materia prima.
- Se confecciona con mayor cantidad de defectos, antes que estos sean detectados.
- Se incrementa el tiempo por unidad confeccionada a medida que crece el inventario en proceso, ya que hay acumulación al final de la producción diaria.
- Requiere de mayor control por parte del supervisor para balancear líneas, atender problemas, entre otros.
- El trabajo en proceso es alto, por los cuellos de botella y desbalances de línea.
- La curva de aprendizaje es lenta ya que al cambiar de estilo a confeccionar, cambiar de tipo de tela, o tipo de prenda, la eficiencia es mínima, por la curva de aprendizaje.
- El mantenimiento correctivo en las líneas de producción aumenta el cuello de botella, disminuyendo la producción.

2.3.2 Modelo de requerimientos o *Kanban*

El sistema *Kanban* o por requerimientos consiste básicamente en que se introduce una tarjeta de requisición dentro del sistema lineal o de empuje. La función de esta tarjeta es solicitar a la operación anterior un inventario mínimo para trabajar de una manera visual, y su objeto de la tarjeta es anotar la cantidad de piezas producidas para continuar con el siguiente proceso de confección.

El sistema Kanban es controlado por la última operación. Cuando esta operación empuja la siguiente, se produce una reacción en cadena y mueve de forma que las tarjetas se encuentren llenas de producto. Durante este tipo de proceso no se ve de forma directa el empuje de la última operación.

Las características de este sistema son:

- Reduce el trabajo en proceso, mediante la ayuda visual de las órdenes de producción.
- Se enfoca en el uso correcto de los materiales.
- Es más fácil detectar un error para corregirlo en el menor tiempo.

2.3.3 Modelo de equipo modular

La idea básica del sistema modular es mantener un flujo continuo de productos para adaptarse flexiblemente a los cambios de la demanda. Las líneas modulares son un método racional de producción, que elimina por completo los elementos innecesarios a fin de reducir los costos. Dicho de otra manera, su función principal radica en la obtención del tipo requerido de prendas o unidades en el tiempo y en la cantidad que así mismo se requiera, consiguiendo eliminar las existencias innecesarias de productos en proceso y de producto terminado.

El sistema de equipo modular tiene como característica que es auto balanceable, lo cual crea la flexibilidad de su proceso de manufactura, resaltando las responsabilidades

de los trabajadores. A comparación del sistema lineal o *Kanban*, los trabajadores han sido capacitados con el método cruzado para desarrollar múltiples tareas.

Alguno de los beneficios de este tipo de sistema, viene de la decisión de los operadores, ya que ellos son los administradores del módulo y pueden interactuar en todo el proceso. Si alguna operación requiere ayuda por acumulación de producto en el proceso, pueden balancear la producción atendiendo las operaciones críticas o cuellos de botella resolviendo el problema de producción.

2.4 Importancia del control de calidad

El control de calidad en su sentido funcional se puede definir como el conjunto de las actividades que se deben realizar para alcanzar los objetivos de calidad de una empresa. Esta definición se puede ampliar, diciendo que el control de calidad comprende la totalidad de las actividades que debe desarrollar la empresa, a los efectos de alcanzar sus objetivos de calidad.

La expresión control de calidad puede ser usada con relación a un departamento de una organización, con la expresión Departamento de Control de Calidad, o simplemente como control de calidad. Las funciones del departamento así denominado varían ampliamente de una empresa a otra y de una organización a otra.

Actualmente, las empresas grandes aplican el concepto de control total de calidad, que se define como un conjunto de esfuerzos efectivos de los diferentes grupos de una organización para la integración del desarrollo, del mantenimiento y de la superación de la calidad de un producto, con la finalidad de prestar mejores productos y/o servicios, a satisfacción del consumidor y al nivel más económico. Esto se puede lograr únicamente con controles estadísticos aplicados al producto o servicio.

Se define el control estadístico de calidad como la aplicación de los principios y técnicas estadísticas en todas las etapas de la producción, dirigidos hacia la fabricación económica de un producto que es de máxima utilización y que tiene un mercado.

ISO, el Organismo Internacional de Estándares, dentro de los procedimientos que se establecen propiamente para el control de calidad, determina lo siguiente⁷.

“Toda organización debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto. La planificación de la realización del producto debe ser coherente con los requisitos de los otros procesos del sistema de gestión de la calidad.

Durante la planificación de la realización del producto, la organización debe determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente:

- Los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto.
- La necesidad de establecer procesos, documentos y de proporcionar recursos específicos para el producto.
- Las actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección ensayos y pruebas específicas para el producto así como los criterios para la aceptación del mismo.
- Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos.
- El resultado de esta planificación debe presentarse de forma adecuada para la metodología de operación de la organización.”

Con lo anteriormente establecido por las normas ISO, no se garantiza un producto o servicio de buena calidad, pero sí garantiza que llevando adecuadamente los procedimientos se obtengan los resultados esperados, en cuanto a calidad se refiere.

2.4.1 Estándares de calidad en la industria de la confección

Dentro de las técnicas estadísticas utilizadas para mantener los estándares de calidad y propiamente el control de calidad se tienen, “los planes de muestreo de

aceptación”, a través de los cuales se puede diagnosticar el nivel de calidad de la producción para mantenerla y poder mejorarla, para asegurarnos que en promedio no pasará más allá de un porcentaje especificado de artículos defectuosos.

Así también, se tiene los gráficos de control a través de los cuales podemos controlar los procesos de fabricación de tal forma que los ajustes necesarios se puedan hacer inmediatamente a fin de que las piezas defectuosas no se produzcan en cantidades apreciables.

Los planes de muestreo que se tienen dentro de las empresas de manufactura se encuentran los siguientes:

2.4.1.1 Muestreo de aceptación

Esta técnica consiste en extraer una muestra representativa al azar de tamaño “**n**” de un lote total “**N**” y luego, tomar decisiones en base a los resultados de la muestra inspeccionada. Su recomienda su uso en las siguientes ocasiones:

- El costo de inspección es alto y cuando las pérdidas de pasar artículos defectuosos no son grandes.
- La fatiga mental o física es factor importante en la inspección y afecta la efectividad.
- La inspección requiere de la destrucción del producto.
- Por manejo se pueden producir defectos en el producto.

Por consiguiente, el empleo de planes de muestreo estadístico es de importancia para disminuir los costos de inspección, de acuerdo con las normas o especificaciones de calidad existentes y el grado de calidad del proceso. Sin embargo, a veces, el utilizar una inspección 100 % será la más conveniente dependiendo más que todo de los costos que puedan incurrirse en la producción.

Existen diferentes planes de muestreo, entre los más importantes están:

2.4.1.1.1 Plan de muestreo simple

Es el procedimiento de recepción que consiste en inspeccionar una sola muestra de lote que se recibe y sobre la base del resultado obtenido se procede a su aceptación o rechazo.

2.4.1.1.2 Plan de muestreo doble

Es el procedimiento de recepción que consiste en inspeccionar una muestra del lote que se recibe y, sobre la base del resultado obtenido, procede a su aceptación, a su rechazo o a la extracción de una segunda muestra y en este último caso, de acuerdo con los resultados obtenidos en el total de los inspeccionados, procede a su aceptación o rechazo.

2.4.1.1.3 Plan de muestreo múltiple

Este plan es similar al de muestreo doble, solamente que para tomar decisiones de aceptar o rechazar el lote puede necesitarse de la inspección de varias muestras. Los resultados de la inspección se anotan y analizan después de cada muestra y deben tomarse varias decisiones, como aceptar el lote, continuar la inspección tomando una nueva muestra o bien rechazar el lote.

2.4.1.2 Procedimientos de inspección

Uno de los procedimientos para la inspección de la calidad en una línea de producción es el que se detalla a continuación.

1. Chequear la especificación que sea el estilo correcto de acuerdo al que se está trabajando en línea, que sea la operación correcta, tenga las medidas correctas, que la información que contenga sea clara.

2. Chequear que el tablero tenga la codificación correcta, como el nombre del operario, nombre de la operación, estilo correcto, que la codificación de los defectos sea la correcta. Chequear que el tablero esté en buenas condiciones y que se encuentre en el lugar adecuado.

2.4.1.2.1 Procedimiento para inspección en línea

1. Se inspeccionan 7 piezas al azar de un bulto.
2. Después de inspeccionadas, las piezas deben ser colocadas en el bulto en secuencia correcta. Las piezas deben inspeccionarse de acuerdo a los estándares de la especificación.
3. Cada cuadro en el tablero representa siete piezas revisadas de un bulto en particular. Si no se encuentran defectos en las siete piezas revisadas, el bulto pasará a la siguiente operación. El cuadro en el tablero de calidad se marcará verde.
4. Si se encuentra uno o más defectos en las siete piezas revisadas, entonces el bulto se rechaza. El cuadro en el tablero se marca rojo y se anotarán los defectos que se encontraron en el cuadro y en el cuadro de análisis abajo.
5. El inspector debe marcar los defectos encontrados con una flecha roja, colocarla en el punto donde se encuentra el defecto y amarrar el bulto con una pita roja para identificar que fue rechazado. El inspector informa al supervisor que el bulto fue rechazado y la razón.
6. Después de que el inspector ha informado al supervisor del rechazo, se mueve a la siguiente operación y continúa su inspección.
7. El inspector no deberá involucrarse en tratar de resolver el problema de calidad. esto es responsabilidad del supervisor de la línea.

8. El supervisor de línea deberá regresar el bulto rechazado al operario para que éste lo revise al 100%. El operario deberá reparar todos los defectos encontrados después de revisar el 100% del bulto.
9. El supervisor y el operario deberán encontrar la forma de prevenir aún más cualquier defecto del mismo tipo en la operación para evitar rechazos.
10. Después de que el bulto ha sido reparado, el supervisor deberá pedir al inspector que lo revise nuevamente. Si el bulto es aceptado en la siguiente inspección, el inspector quitará la pita roja del bulto y marcará verde en el tablero, el bulto podrá avanzar a la siguiente operación.
11. Nótese que sólo el inspector puede poner y quitar la pita roja del bulto rechazado. Si el inspector encuentra más defectos las reparaciones no fueron bien hechas, él rechazará el bulto de nuevo y marcará rojo en el siguiente cuadro en el tablero.
12. Después del rechazo del bulto, de su reparación y aceptación, el inspector en línea deberá revisar los siguientes 3 bultos para asegurarse que el problema fue resuelto.
13. El primer rojo en el tablero se le informa al supervisor de línea, el segundo rojo en el tablero se le informará al gerente de calidad, el tercer rojo en el tablero se le informará al gerente de producción y, por último, el cuarto rojo en el tablero se le informa al gerente general.

2.4.1.2.1 Inspección del producto terminado

Finalmente, las prendas terminadas son enviadas a la bodega de producto terminado, en donde se realiza la auditoría final por parte del cliente. La inspección de los productos terminados es la última fase para la entrega de la producción para su exportación. Este proceso de control lo puede efectuar el auditor externo mediante varios procedimientos de muestreo, los más utilizados son los siguientes:

- *Military Standard 105D.*
- Tablas de *Dodge-Roming.*
- Planes de secuencia regular.
- Planes de muestreo continuo.
- Muestreo cadena y salte un lote.

Cualquier método de muestreo de aceptación que adopte el cliente, tendrá como premisa el control de la presencia de defectos en el producto final. Por ejemplo, un plan de muestreo consiste en seleccionar aleatoriamente una parte representativa del lote, inspeccionarla y decidir si cumple con las especificaciones de calidad. Para llegar a esto se deben de consultar tablas y fijar los niveles de calidad que son aceptables (NCA o AQL, por sus siglas en inglés), siendo NCA o AQL, el porcentaje defectuoso de un lote que tiene una probabilidad cercana al 95 % de ser aprobado.

La auditoría final de calidad contempla los siguientes aspectos.

- Control de calidad del empaque externo (revisión de cajas, etiquetas externas, codificación y colores utilizados, tallas, etc.).
- Control del empaque interno (etiquetado y codificado, planchado, doblado y embolsado).
- Control de materia prima y accesorios (textura y tonalidad de la tela, dimensiones y tonalidades del hilo, accesorios según las especificaciones).
- Control de patrones o cortes (tallas o medidas, color de las prendas).
- Calidad de costuras (sobrecosturas malas, partes mal cocidas, saltos de puntadas, costuras con arrugas, costuras parejas, hilos sobrantes, y otros).

3. PRINCIPALES MÁQUINAS, DESCRIPCIÓN DE PARTES VITALES Y SU MANTENIMIENTO

3.1 Descripción de las máquinas de confección

Debido a que la actividad principal de las empresas es la confección de prendas de vestir, el equipo principal consiste de máquinas industriales de confección utilizadas en los diferentes procesos que conlleva realizar una prenda de vestir, y para dicho propósito existen diversas máquinas de confección, siendo el origen la máquina de coser doméstica, la cual fue la base y diseño para el avance tecnológico de las diversas máquinas de confección industrial.

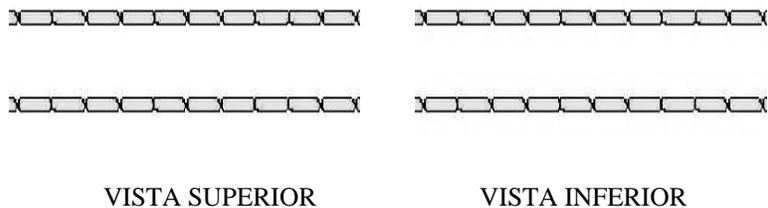
3.1.1 Máquinas planas

Las máquinas planas son las más utilizadas en el proceso de confección. Éstas son las equivalentes a la máquina de coser utilizadas por las amas de casa, en las sastrerías comunes o bien en los talleres de confección artesanales. El tipo de puntada de esta máquina es básicamente recta y puede variar en la cantidad de puntadas por unidad de longitud, lo que se denomina, puntadas por pulgada. Estas máquinas difieren de la máquina de coser tradicional, básicamente en que por ser de uso industrial tienen una velocidad de costura bastante elevada, llegando a realizar de 3,500 hasta 5,000 puntadas por minuto, por lo que fue necesario implementarles un sistema de lubricación automático para mantener una constante lubricación en las piezas principales.

El tipo de puntada que realiza es del tipo 300, denominado también de doble pespunte o puntada de seguridad.

Dentro de esta categoría se encuentran las máquinas planas de dos agujas que pueden formar puntadas de seguridad, al igual que la máquina plana sencilla, con la diferencia de que son dos agujas y se pueden formar puntadas de tipo cadeneta. En algunas máquinas que usan *loopers* en lugar de garfios o bobina. En la figura 6 se representa la puntada formada por las máquinas planas de dos agujas o doble pespunte.

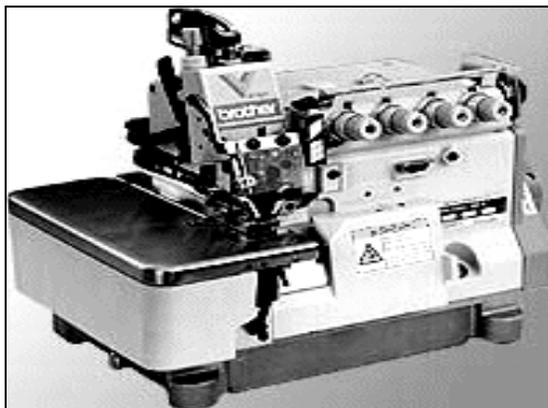
Figura 6. Puntada de máquina plana de dos agujas



Fuente: American & Efird Inc, **ISO Stitch Terminology**, página 1.

3.1.2 Máquinas *overlock*

Figura 7 **Máquina *overlock***



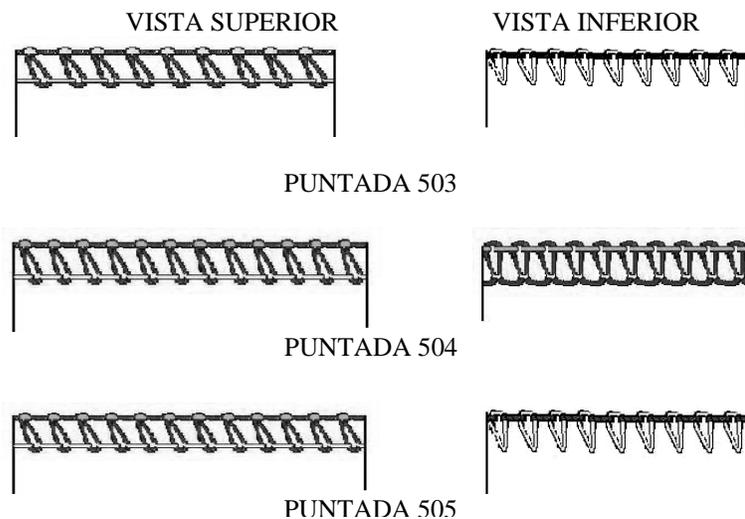
Fuente: WWW.brotherie.es

Las máquinas *overlock* o máquina orilladora (ver figura 7), realizan un tipo de puntada que se obtiene en la orilla de las prendas, la puntada es cruzada y básicamente sirve para unir fuertemente las partes de una prenda de vestir, por ejemplo la entropierna de un pantalón o los costados de una camisa, la costura de los *jeans* en la parte interna con puntada de seguridad, etc.

Al coser, la máquina *overlock* también corta el exceso de tela (o sobrante) produciendo una costura uniforme. Entre las operaciones que se pueden realizar con este tipo de máquina están: sobrehilar (o limpiar) una pieza, esto consiste en utilizar la máquina *overlock* para eliminar el exceso de tela debido a una operación anterior y dejar la pieza con un acabado más profesional.

Existen varios tipos de puntadas que se pueden obtener de las máquinas *overlock*, dependiendo de la capacidad de la máquina y las necesidades en el proceso de confección. El tipo de puntada 503 se forma únicamente con dos 2 hilos, y a las máquinas *overlock* que realizan las puntadas 504 & 505, se les denomina máquinas *overlock* de tres hilos, ya que la puntada que forman es con tres hilos, y son las puntadas más comunes en las prendas de vestir, las cuales se muestran en la figura 8.

Figura 8. Puntadas 503, 504 & 505

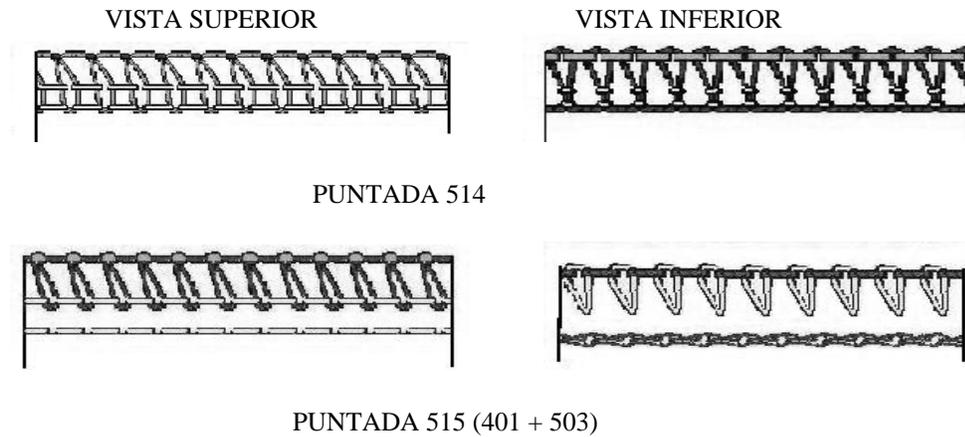


Fuente: American & Efird Inc, **ISO Stitch Terminology**, página 2.

La máquina *overlock* de cuatro hilos puede formar varios tipos de puntadas que pueden ser los formados por dos hilos, tres hilos y cuatro hilos. Los tipos comunes de

puntadas que se pueden formar son las 514 y 515, las cuales se detallan a continuación, en la figura 9.

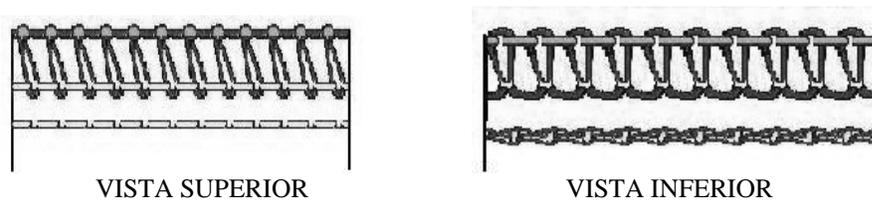
Figura 9. Puntadas 514 & 515



Fuente: American & Efird Inc, **ISO Stitch Terminology**, página 3.

Por último se encuentra la puntada formada por la máquina *overlock* de cinco hilos, la cual forma una puntada denominada 516, que a su vez puede ser formada por las puntadas 401 más la puntada 504, y es un tipo de operación que además de la puntada de amarre agrega dos hilos para una puntada de seguridad, tal como se muestra en la figura 10.

Figura 10. Puntada 516 (401 + 504)

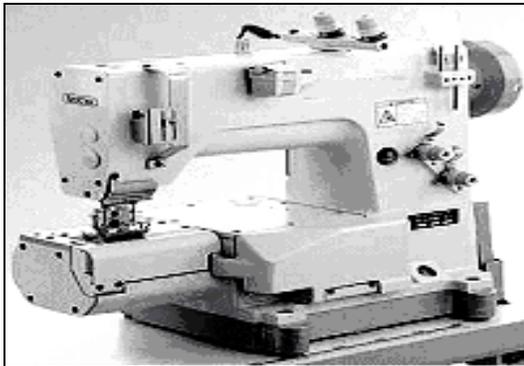


Fuente: American & Efird Inc, **ISO Stitch Terminology**, página 3.

3.1.3 Máquinas especiales

3.1.3.1 Máquinas collareteras

Figura 11. Máquina collaretera



Fuente: WWW.brotherie.es

Este tipo de máquinas es semejante, físicamente, a las máquinas planas, difieren básicamente en el tipo de puntada que realizan. Se denomina al tipo de puntada de collarete, en la parte superior como si fuera una puntada efectuada por una máquina de doble aguja, mientras que en la parte inferior realiza una puntada tipo collarete. Así mismo, puede efectuar una puntada de recubrimiento quedando similar la puntada superior como la inferior. La máquina collaretera que se presenta en la figura 11, se utiliza principalmente en operaciones de camisas, en sudaderos o como costura de adorno en prendas para mujer. Los tipos de puntadas que se pueden obtener con este tipo de máquina son las del tipo 600.

3.1.3.2 Máquinas multiaguja

Figura 12. Máquina multiaguja



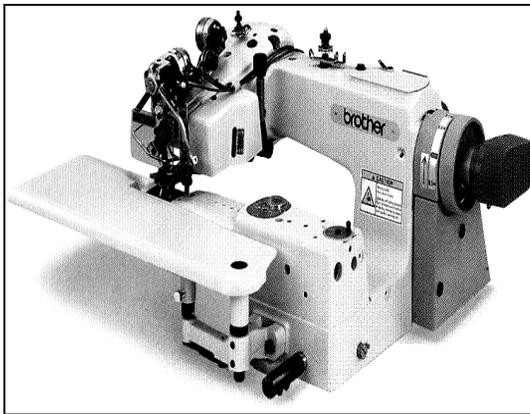
Fuente: WWW.brotherie.es

Las máquinas multiaguja como su nombre lo indica, utilizan varias agujas para realizar puntadas múltiples. Su principal función es la de coser elástico en las prendas que así lo requieran, por ejemplo, pantalonetas o *shorts* con elásticos, chumpas y algunos tipos de pantalón de niño.

Se pueden coser las pretinas de los *jeans* y pantalones de vestir, ya que se puede graduar la distancia entre las puntadas, dependiendo de las especificaciones de la prenda de vestir. Este tipo de máquina es muy versátil, permitiendo realizar puntadas con una, con 22 o más agujas.

3.1.3.3 Máquina de ruedo invisible

Figura 13. Máquina de ruedo invisible



Fuente: WWW.brotherie.es

Esta máquina es utilizada principalmente en operaciones de ruedos, ya sea en ruedos de pantalones de hombre, en ruedos de pantalones, faldas y vestidos de mujer. Se denominan máquinas de ruedo invisible, ya que por la parte superior sólo quedan pequeños puntos de las puntadas haciéndolas casi invisibles y sólo en la parte interior de la prenda se pueden observar.

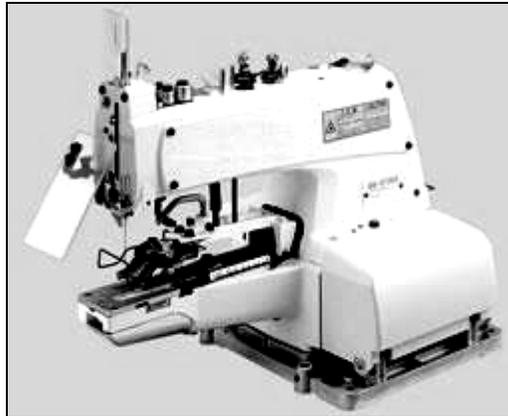
Este tipo de máquina, mostrada en la figura 13, se conoce como *Blindstitch* por su significado en inglés, y el tipo de puntada que se puede obtener es realizado con un solo hilo que forman la puntada tipo 103.

3.1.3.4 Máquina de ojal y máquina de botón

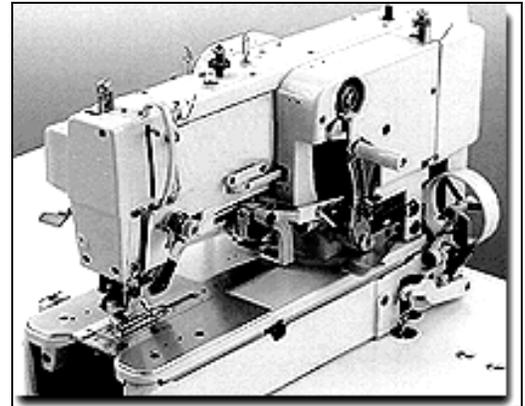
La máquina de ojal sirve para realizar los ojales para insertar los botones en las prendas. La puntada consiste en una especie de atraque circular, para luego hacer un corte en el centro, donde irá colocado el botón. La máquina de botón realiza una operación mas sencilla, ya que fija los botones a las prendas por medio

de la costura, tanto el ojal o el botón pueden ser realizados con la puntada 101 o bien se pueden realizar con puntadas tipo 304.

Figura 14. Máquina de botón y máquina de ojal



Máquina de pegar botones



Máquina de hacer ojales

Fuente: WWW.juki.com

3.1.3.5 Máquina de atraque

Figura 15. Máquina de atraque



El atraque es una puntada de seguridad, utilizada para terminar y asegurar costuras previas. La figura 15 presenta la máquina de atraque o atracadora, la cual es diferente al realizado por las máquinas planas, ya que éste es mucho más sencillo y solamente consiste en una rápida costura de reversa. La puntada de la máquina de atraque se utiliza, por ejemplo, al coser los pasadores de cincho de un pantalón.

Fuente: WWW.brotherie.es

3.1.3.6 Máquina de corte

Figura 16. Máquina de corte



Fuente: [WWW..brotherie.es](http://WWW.brotherie.es)

Este tipo de máquina mostrada en la figura 16, es utilizada para efectuar el corte de múltiples telas según especificaciones de los clientes.

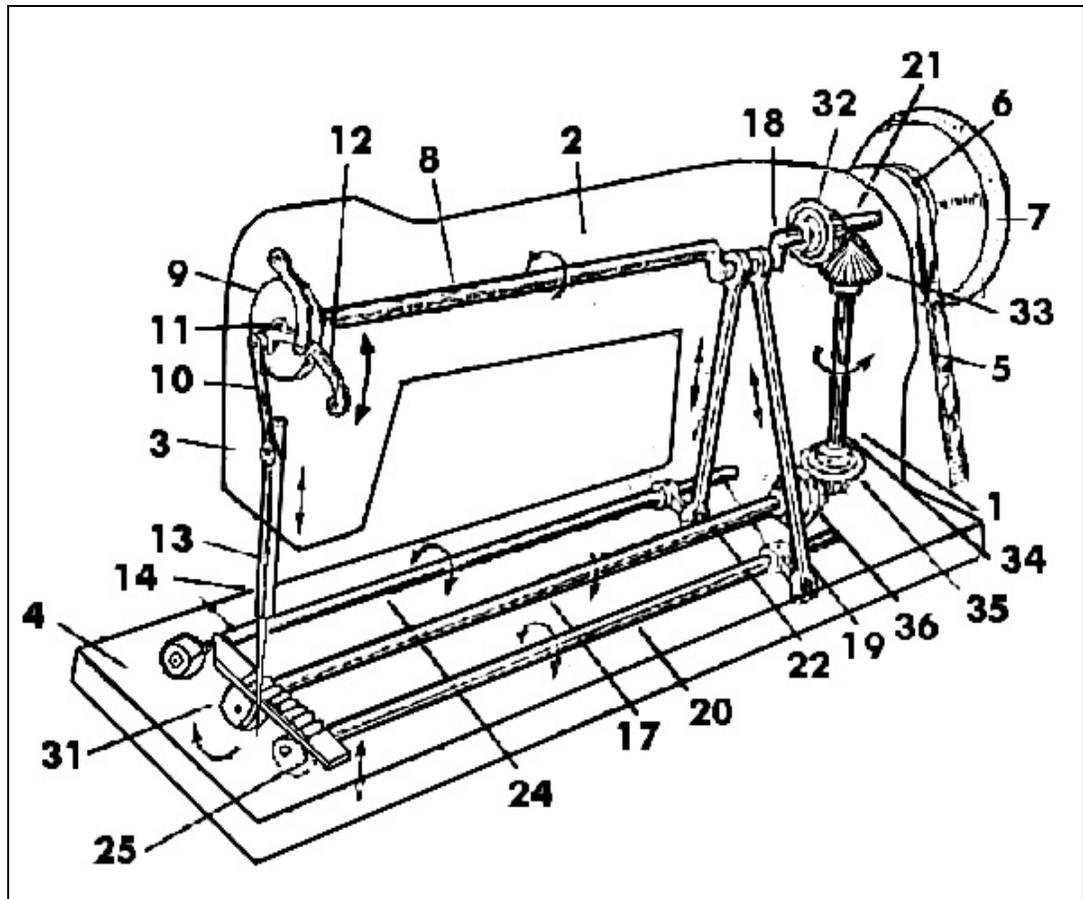
Se realizan primero los patrones con ayuda de programas de cómputo, para luego colocarlos sobre varios lienzos de tela previamente medidos y tendidos uniformemente, seguidamente, el operador corta cada pieza, y finalmente se realiza el azorado, que no es más que etiquetar cada una de las piezas previamente cortadas.

Con esta máquina se agiliza el corte de grandes volúmenes de materia prima, optimizando el tiempo para entrega a las líneas de producción.

3.2 Partes básicas de la máquina plana

La función genérica de la máquina de coser consiste en entrelazar el hilo con uno o varios tejidos, para unirlos entre sí, adornarlos, recubrirlos o para que no se deshilen. Después del telar, la máquina de coser es la segunda máquina que mayor impulso le ha dado a la industria del tejido y de la vestimenta en general. A continuación se presenta la figura 17, indicando las partes principales de la máquina de coser.

Figura 17. Partes principales de la máquina plana de confección



Descripción de las partes:

1. Brazo vertical	2. Brazo horizontal	3. Cabeza	4. Plato o cama
5. Correa	6. Polea	7. Volante	8. Árbol superior
9. Excéntrico	10. Biela	11. Biela segunda	12. Tirahilos
13. Barra de agujas	14. Polea	17. Árbol inferior	18. Cigüeñal
19. Biela	20. Eje de dientes (movimiento vertical)	21. Extremo del cigüeñal	22. Biela
23. Eje de dientes	24. Soporte de dientes		
31. Garfio	32-33. Piñones	34. Eje vertical	35-36 Piñones.

Fuente: Eduardo Gallardo, **El taller de confección**, sección 19, página 2.

Al penetrar en la industria textil la informática y las técnicas digitales, la ingeniería del cosido ha evolucionado en otro sentido: la máquina desarrolla una variedad de funciones, variando sus programas propios, haciéndose más útil y más productiva, aun así, ha mantenido la estructura básica de las primeras máquinas de confección, y las principales partes aun mantienen la forma, funcionamiento y aplicación.

El complejo mecanismo, en el que se integra la máquina de coser se divide en dos partes fundamentales: **la bancada y el tablero**; que son los órganos sustentadores de la máquina. En la bancada están instalados los pedales con los que controla la puesta en marcha y paro del mecanismo motriz y la velocidad de éste. El tablero puede sustentarse bien sobre patas, a modo de mesa, o sobre la columna que arranca sobre la bancada, y que permite regular la altura de mesa. En el tablero se aloja la caja de accesorios y sustenta el cuerpo de la máquina o cabezal, el cual se dividen en dos grupos: **transmisores y operadores**.

El grupo transmisor, está compuesto por: poleas, árbol superior situado en el brazo, barras o árboles inferiores situados bajo la placa base.

El grupo operador, está compuesto por: la aguja, los guías de hilos, el garfio o rotativo, la cápsula del hilo o canilla, mecanismo de arrastre de los dientes, mecanismo de la barra de aguja, el tirahilos, los discos tensores de los hilos, la barra del prensatelas y el prensatelas.

Considerado aparte el grupo motriz (motor eléctrico, pedal o manivela y la correa transmisora de esta fuerza motriz) y atendiendo a la morfología de la máquina, ésta se divide en cuatro partes: **brazo vertical, brazo horizontal y cabeza de la máquina**.

3.3 Descripción de los *loopers*, garfios, *spreder*s

Al momento de efectuar la programación de las máquinas a utilizar en una línea de producción, hay que tomar en cuenta el tipo de puntada a realizar en cada operación, por lo que es conveniente conocer que dispositivos que participan en la formación de las diferentes puntadas.

3.4.3 Garfios

Se conoce como garfio al dispositivo utilizado por las máquinas planas que realizan el tipo de puntada 300, como se presenta en la figura 18. Se le conoce también como cangrejo, gancho, cápsula de canilla, y rotativos, siendo su función principal la de efectuar la puntada en las máquinas planas.

Figura 18. Tipos de garfios o rotativos



Garfio o rotativo para máquina plana de dos agujas



Sentido de rotación

Garfio o rotativo de máquina plana de una aguja

Fuente: <http://www.jltolin.com>, El sitio de la confección.
American & Efird Inc, **Thread Constructions, Section II.**

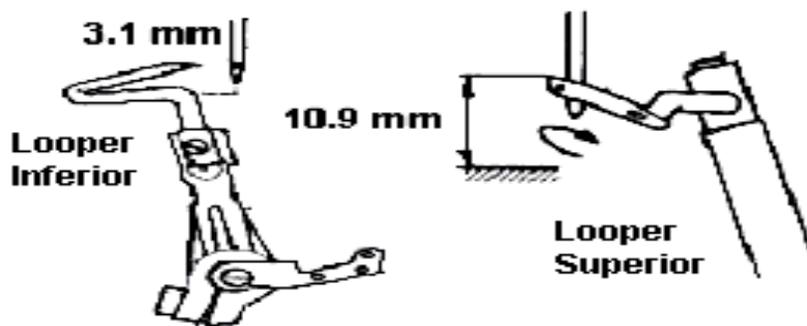
3.4.4 *Loopers*

Se describe el *looper* como el dispositivo que se entrelaza con el hilo de la aguja para la formación de la puntada. Se utiliza en las máquinas *overlock*,

máquinas collareteras, máquinas planas de dos agujas puntada de cadeneta, máquinas cerradoras, entre otras.

Es un instrumento en forma de gancho, como se muestra en la figura 19, que realiza un movimiento oscilante alrededor de la aguja. Se describe así, ya que al iniciar el movimiento, el *looper* comienza el recorrido en la parte frontal de la aguja, permitiéndole recoger el hilo ya que el *looper* es el que forma el bucle o lazada, y así, al terminar el recorrido, ha dejado que se forme la puntada al interactuar la tela, hilo, aguja y el *looper*.

Figura 19. Tipos de *looper*



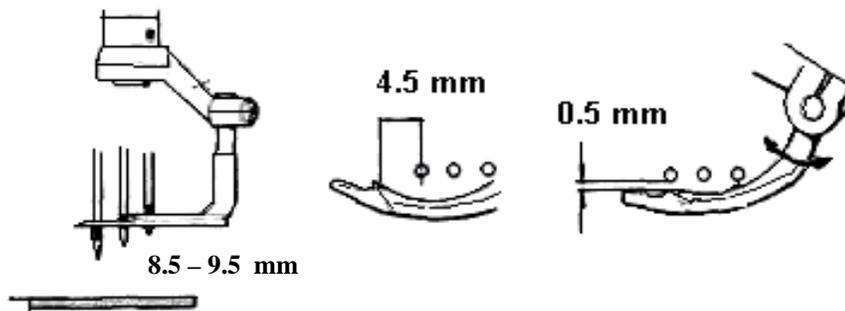
Fuente: JUKI, **Manual de instrucciones**, página 7.

3.4.5 *Spreder*

Los *spreder* son dispositivos que se utilizan para acomodar la trayectoria del hilo de las agujas en la formación del bucle o lazo.

En las máquinas collareteras se utilizan para formar la puntada de recubrimiento o puntada de tipo 600, ya que en la parte superior recoge el hilo de las tres agujas formando un triángulo y se entrelaza con el hilo del *spreder* formando la puntada de recubrimiento. A continuación se presenta la figura 20, donde se detalla la calibración del *spreder* para la máquina collaretera.

Figura 20. *Spreder* de la máquina collaretera



Fuente: Yamato Sewing Machine MFG. CO., LTD, **VG2700 Adjustment of Sewing Machine**, página 21.

Se utilizan, por lo general, en la formación de puntadas que requieren un solo hilo, como las máquinas de cadeneta de un solo hilo, máquinas de rueda invisible, y máquinas de botón, las cuales utilizan un *spreder* rotatorio o un spreder oscilante.

3.5 Importancia del mantenimiento preventivo

Toda planta textil que utilice cualquier tipo de maquinaria dentro y fuera de sus procesos de elaboración de sus productos, depende de la continuidad y confiabilidad del servicio que estos prestan. Un proceso manufacturero parado, debido a las fallas en los equipos, representa un costo de oportunidad muy alto, que incide directamente en el valor agregado de los productos que se procesan. Esto conlleva a un alza en el precio final del producto terminado, con lo que la competitividad en el mercado se ve afectada directamente. Es por eso que llevar a cabo el mantenimiento preventivo en cualquier tipo de maquinaria es de suma importancia, pues reduce costos y garantiza el funcionamiento de las máquinas por periodos de tiempo aceptables.

3.5.1 Periodicidad del mantenimiento preventivo

Debido a la necesidad de ser más competitivos y reducir los costos por tiempos muertos, todas las plantas industriales buscan mejorar el mantenimiento de sus equipos y maquinaria, por lo que se ha convertido en una necesidad de crear un sistema o control de mantenimientos preventivos que garanticen el funcionamiento de las máquinas durante el proceso productivo.

En el caso de la industria de la confección, el hecho de efectuar un mantenimiento correctivo durante el proceso de producción implica pérdidas incalculables, ya que el tiempo es el factor principal para llevar a cabo el cumplimiento de los planes de producción. Aun así, para llevar a cabo la planificación del mantenimiento preventivo de las máquinas en una planta de confección, es necesario tener en cuenta las especificaciones de las máquinas, ya que éstas varían según el tipo de máquina, el modelo, el tiempo de vida útil, la marca, constancia del mantenimiento, y otros factores. Es recomendable realizar el mantenimiento preventivo según la tabla V.

Tabla V. Planificación del mantenimiento preventivo

Tipo de máquina	Revisión externa	Revisión interna	Servicio parcial	Servicio total
Plana	Diario	Diario	Trimestral	Semestral
<i>Overlock</i>	Diario	Semanal	Semestral	Semestral
Collaretera	Diario	Semanal	Semestral	Semestral
Atraque Botón Ojal	Diario	Semanal	Semestral	Semestral

La revisión externa implica observar lo siguiente:

- Estado de la aguja, estado de los porta conos, revisar limpieza (en el mueble, cabezote, plancha), revisar el correcto funcionamiento.

La revisión interna consiste en:

- Revisión de aceite, limpieza interna, revisar el estado de *loopers*, *spreaders*, garfios, guardagujas, revisar el estado de los tensores de hilos.

El servicio parcial en las máquinas consiste en lo siguiente:

- Revisión del funcionamiento de la bomba de lubricación, revisión del motor, estado del mueble, pedales, mecanismo del prensatela, revisión del estado de los *loopers*, garfios, barras de aguja, limpieza interna y externa.

El servicio total consiste en:

- Limpieza de los sistemas de lubricación (filtros, mechas, bombas), cambio de aceite y revisión de fugas por lubricación, revisión del estado de las bielas, revisión del mecanismo de la barra de aguja, revisión del arrastre de dientes, revisión del ajuste y afilado de cuchillas de corte, cambio de agujas, revisión y pulido de garfios, *loopers* y *spreaders*.

3.5.2 Importancia del control estadístico de los mantenimientos

Los ingenieros de planta buscan la manera de justificar los gastos. La gerencia administrativa desea fervientemente reducir costos. Sin embargo, hasta hoy, muy pocas plantas han establecido un programa de mantenimiento preventivo que contribuya realmente de forma directa a las utilidades de la empresa. En estas condiciones, y en la mayoría de empresas, prestan poca importancia al mantenimiento preventivo ya que únicamente se enfocan a realizar un mantenimiento correctivo, por lo que se aumentan los costos de operación, costos de mantenimientos, costos de accesorios o repuestos, etc.

Es necesario evaluar la necesidad de forma cuantitativa y cualitativamente la utilización de controles estadísticos que permitan proporcionar datos concretos para la toma correcta de decisiones. Se debe acentuar que, el factor costo es el más importante

para determinar si es o no necesario un programa de mantenimiento preventivo. Los costos que se deben evaluar para detectar una necesidad evidente de cambiar la forma de trabajo de mantenimiento, son: los costos de mantenimiento actuales, costos de oportunidad perdidos por fallas en el equipo, costos de oportunidad por perder en la producción debido a la falta de confiabilidad del servicio del equipo, los costos actuales de repuestos en inventario y los costos de reparación de los equipos.

3.6 Causas, efectos y solución de problemas comunes

En estos tiempos tan altamente competitivos, en donde la productividad y la eficiencia juegan un papel prioritario, el hecho de encontrarse con problemas que dificultan esta eficiencia puede transformarse en serias desventajas ante la competencia. A continuación, se detallan algunas sugerencias y soluciones prácticas.

3.6.1 En las máquinas planas

Las fallas, defectos, o problemas en los diferentes tipos de máquinas pueden ser muy variados, dependiendo desde el tipo de material, tipo de aguja, tipo de hilo utilizado, proceso manual de operación del operario, etc.

Como la máquina plana es la base de la mayoría de las máquinas de confección industrial, se pueden tener en cuenta las siguientes recomendaciones tanto para la máquina plana como para los demás tipos de máquinas, haciendo la aclaración que dependerá de los diferentes procesos de operación, utilización y manejo de los materiales empleados en el proceso productivo.

Cuando se efectúan costuras en tipos de telas planas y telas de punto, en éste tipo de géneros, las uniones de las fibras pueden ser dañadas o destruidas por la aguja u otros elementos de la máquina de coser. Se pueden distinguir tres tipos de daños: mecánico, térmico y térmico/mecánico.

Daño mecánico: este tipo de falla o daño es producido por agujas despuntadas, pie de prensatelas, dientes de arrastre, tensor del tirahilo, platillos de tensión, plancha de aguja en mal estado, guía-hilos en mal estado o gastados, y toda falla que sea de procedencia mecánica.

Daño térmico: es producido en las proximidades de las temperaturas críticas de la aguja, producidas en aquellas telas 100% de fibras sintéticas o materiales con mucho apresto, donde se adhieren partículas fundidas de tela en la aguja.

Daño térmico/mecánico: es producido por la combinación de los dos anteriores daños. Se sugiere tomar las recomendaciones mostradas en la tabla VI, para los diferentes tipos de daños.

Tabla VI. Tipos de daños

Daño mecánico	Daño térmico
Utilizar aguja lo más fina posible	Utilizar aguja lo más fina posible
Cambio de aguja con mayor frecuencia	Refrigeración de la aguja por líquidos
Controlar continuamente el estado de: el orificio de la plancha de aguja, el prensatelas que esté en buen estado, resortes de tensores del hilo. Dientes de arrastre en buen estado, garfio o rotativo colocado en tiempo. etc.	Refrigeración del hilo con silicón. Refrigeración de la aguja por aire.

Fuente: American & Efird Inc, **Boletín Técnico**, páginas 1-8.

3.6.2 En las máquinas *overlock*

Como en toda máquina utilizada en la industria de la confección, se presentan en determinadas ocasiones fallas que son frecuentes, los distribuidores de las máquinas proporcionan un manual de operación y mantenimiento, en el cual tienen contemplada una lista de fallas, la localización y diferentes alternativas de solución de éstas.

A continuación se presenta la tabla VII, que contiene un listado de fallas o averías que se producen con mayor frecuencia en las máquinas *overlock*.

Tabla VII. Localización de averías en la máquina *overlock*.

PROBLEMA	POSIBLE SOLUCIÓN
1. Se rompe una aguja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar una aguja adecuada al material. 2. Verificar la instalación adecuada de la aguja. 3. Verificar la posición de instalación de la aguja, el <i>looper</i> superior se encuentra en posición diferente.
2. Se saltan las puntadas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar la posición del <i>looper</i> inferior y el <i>looper</i> superior. 2. Punta del <i>looper</i> esta dañada o gastada 3. Verificar la tensión del hilo. 4. Verificar el enhebrado. 5. Verificar si la tensión del hilo inferior en el <i>looper</i> de doble cadeneta es poca.
3. Aparecen arrugas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar una aguja e hilo adecuados al material. 2. Verificar la tensión del hilo. 3. Verificar si el prensatelas hace demasiada presión. 4. Verificar la altura del alimentador. 5. Verificar la cantidad de alimentación diferencial.
4. Las costuras no son parejas	<ol style="list-style-type: none"> 3. Tensión del hilo desapareja: verificar y limpiar el recorrido del hilo. 4. Verificar la tensión del hilo inferior. 5. Punta de la aguja dañada: cambiar la aguja por una nueva. 6. Verificar si el prensatelas hace poca presión. 7. Verificar la altura del alimentador.
5. El hilo se rompe	<ol style="list-style-type: none"> 14. .. Verificar la instalación de la aguja. 15. .. Verificar el enhebrado. 16. .. Verificar si la tensión del hilo es demasiada. 17. .. Verificar por daños en el ojo-guía, la placa de aguja, la aguja y la protección de la aguja: arreglar con papel de lija o puliendo.
6. Las cuchillas no cortan correctamente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar la superposición de la cuchilla superior e inferior. 2. Verificar la instalación de la cuchilla superior e inferior. 3. Verificar el desgaste de la cuchilla superior e inferior.
7. No se puede coser doble cadeneta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el enhebrado. 2. Verificar la tensión del hilo de aguja y del ojo-guía. 3. Verificar la altura del alimentador principal. 4. Verificar la posición del prensatelas.

Fuente: Brother Industries, LTD. Nagoya, Japan, **Manual de Instrucciones EF-N11, N21 MA4-N31**, página 33.

4. CLASIFICACIÓN DE PUNTADAS, AGUJAS Y COSTURAS

4.1 Descripción de los diferentes tipos de puntadas

Básicamente, en la planificación de la confección de una prenda de vestir y en la preparación de una línea de producción, lo más importante es saber que tipos de puntadas y costuras se requieren para confeccionar una prenda de vestir, ya que con ello se prepara el *layout* de máquinas y se hace la preparación de los aditamentos especiales como los fólder o guías que permitirán al operador hacer eficientemente procesos complicados minimizando el tiempo de operación.

4.1.1 Clasificación de los tipos de puntadas

Con el objeto de estandarizar la formación de las puntadas y los tipos de costuras, el gobierno de los Estados Unidos desarrolló una guía que define un estándar para la formación de cada uno de los tipos de puntadas en las máquinas de coser y el tipo de costuras. Esta clasificación se denomina United States Federal Stitch and Seam Specifications (Federal Standard 751^a), el cual fue adoptado por la industria manufacturera a partir de 1965, revisado en 1983, y recientemente reemplazado por la norma ASTM D 6193 Standards Related to Stitches and Seams.

El uso de esta norma, en cuanto a puntadas y costuras, facilita la comunicación de especificaciones del producto y de procedimientos concretos, con el propósito de asegurar la calidad de la prenda final. Esta clasificación permite y facilita la comprensión del tipo de operaciones que conlleva la confección de una prenda, y se establece un código que define la construcción del producto de acuerdo a los requerimientos del cliente.

Según el estándar americano, las diferentes puntadas que se pueden producir en el proceso de elaboración de una prenda de vestir son las siguientes:

Tabla VIII. Diferentes tipos de puntadas

DESCRIPCIÓN DE LA PUNTADA	CLASE	TIPOS DE PUNTADAS	FORMACIÓN DE LA PUNTADA
Puntadas de cadeneta simple de un solo hilo <i>(Single thread chain stitch)</i>	100	101, 102, 103, 104, 105, 107, 108.	Se forma con un solo hilo, un <i>spreader</i> o <i>looper</i> entrelazan el hilo de la aguja formando una puntada tipo cadeneta.
Puntadas hechas a mano <i>(handstitch)</i>	200	201, 202, 204, 205, 206, 209, 211, 213, 214, 215, 217, 219, 220	En esta clasificación se encuentran las puntadas hechas a mano y tejidos hechos a mano.
Puntada recta <i>(Lockstitch)</i>	300	301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 351	La formación de este tipo de puntada se realiza con una aguja y una bobina, llamado también gancho, portabobina, o garfio.
Puntadas de cadeneta múltiple <i>(Multi-tread chainstitch)</i>	400	401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417	Se clasifican en este tipo, las puntadas que se pueden formar con una aguja o agujas y un hilo en el <i>looper</i> o <i>loopers</i> .
Puntadas de sobrehilar <i>(Overedge and safetystitch)</i>	500	501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 521, 522	Este tipo de puntada se forma con agujas e hilo en los <i>loopers</i> .
Puntadas de recubrimiento <i>(Coverstitch)</i>	600	601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609	Se forman con dos o mas agujas, uno o mas <i>loopers</i> y un <i>spreader</i> con hilo en la parte superior.

4.1.1.1 Puntadas y tipos de puntadas

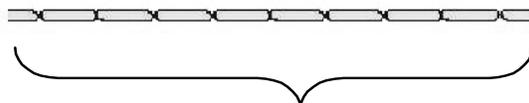
Una puntada podemos definirla de la siguiente manera: es la configuración del resultado del entrelazamiento del hilo de coser en una unidad específica de repetición o patrón, o dicho de otra manera, es una configuración de hilos entrelazados que permite obtener una serie uniforme de repetición específica.

4.1.1.2 Propiedades de las puntadas

Las propiedades de las puntadas están dadas básicamente por el tamaño que éstas adoptan como resultado del entrelazamiento y repetición continua de los hilos que intervienen en su formación, por consiguiente, estas propiedades están ligadas al tipo de máquina o de del tipo de puntada a formar.

El largo de la puntada está dado por el número de puntadas que se pueden efectuar a lo largo de una pulgada lineal, o bien simplemente se dice puntadas por pulgada (ver figura 21), cuya nomenclatura es PPP (puntadas por pulgada), o SPI (Stitching per inch).

Figura 21. PPP Puntadas por pulgada

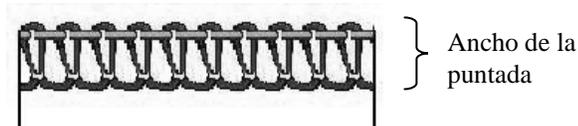


Puntadas por pulgada (**PPP**), o Stitching per inch (**SPI**)

Fuente: American & Efird Inc, **ISO Stitch Terminology**, página 1.

El ancho de las puntadas se mide dependiendo del tipo de formación que éstas tengan, por ejemplo, la medición del ancho que se puede obtener de una puntada tipo 500 (*overlock*) o de tipo 600 (collaretera), que por su formación poseen un ancho de puntada, tal como se muestra en la figura 22.

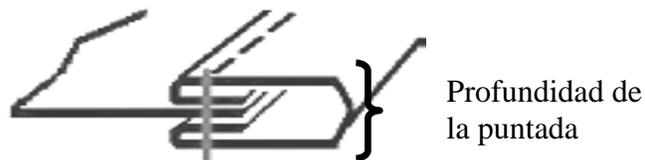
Figura 22. Ancho de la puntada



Fuente: American & Efird Inc, **ISO Stitch Terminology**, página 2.

La profundidad de la puntada se determina por el grosor entre las telas a unir y que una máquina de coser puede elaborar según sus especificaciones (ver figura 23).

Figura 23. Profundidad de la puntada



Fuente: American & Efird Inc, **Seam type matrix**, página 2.

4.2 Formación de las diferentes puntadas

En la elaboración de una prenda de vestir intervienen varios factores, que van desde el tipo de material (tela) a confeccionar, tipo o clase de hilo, calidad y tipo de agujas a utilizar, accesorios como guías o fólder para efectuar los diferentes tipos de costuras y los diferentes tipos de puntada que llevara la prenda a confeccionar.

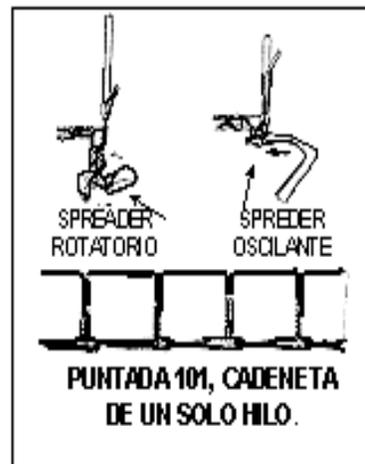
La clasificación de las puntadas se basa en la estructura de la puntada misma y en el método de entrelazamiento que se usa en su construcción. Las propiedades de las puntadas, tales como su tamaño, balance y consistencia, determinan la calidad del desempeño de la puntada y el uso que se recomiende hacer de ella.

Las máquinas de coser industriales son clasificadas de acuerdo a su uso, el cual refleja el tipo de puntada que producen. Sin embargo, se puede hacer una síntesis del proceso general que una máquina de coser realiza para formar una puntada:

4.2.1 Formación de las puntadas tipo 101

Denominadas puntadas de cadeneta, ya que son formadas por un solo hilo, son formadas por un *spreader* rotatorio o por un *looper* oscilante que entrelaza el hilo de la aguja, formando las puntadas en forma de cadeneta, de donde se obtiene el nombre de la máquina. La figura 24 muestra los dos tipos de *spreader*.

Figura 24. Puntada 101



Fuente: American & Efird Inc,
Thead Constructions, Section II.

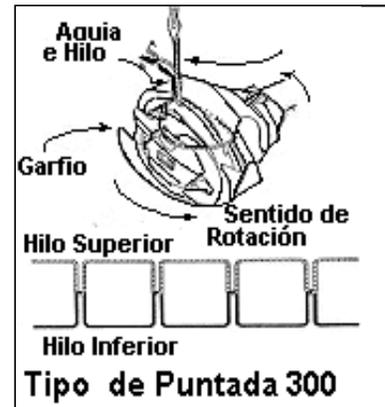
4.2.2 Formación de las puntadas tipo 200

Son aquellas puntadas elaboradas manualmente, incluyendo las puntadas de tejidos manuales.

4.2.3 Formación de las puntadas tipo 300

Este tipo de puntada es realizado por las máquinas denominadas de doble pespunte. Se forma con el entrelazamiento del hilo de aguja con el hilo que suministra la bobina, formando la puntada recta de seguridad (*lockstitch*). Las máquinas que producen este tipo de puntadas son las máquinas planas de una aguja, dos agujas, máquinas de zigzag, la figura 25 detalla la formación de la puntada 300.

Figura 25. Puntada 300

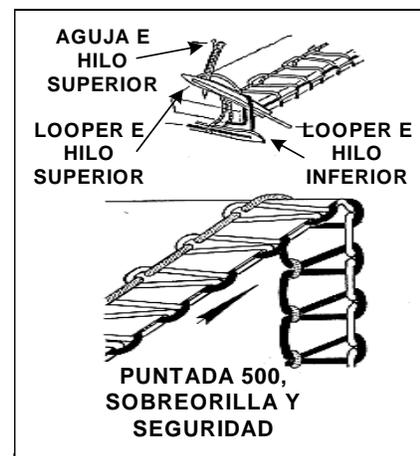


Fuente: American & Efird Inc, **Thread Constructions**, Section II.

4.2.4 Formación de las puntadas tipo 500

Este tipo de puntada es realizado por dos *loopers* que recogen el hilo de la aguja o de las agujas, formando las puntadas que pueden tener tres hilos o hasta cinco hilos. Se denominan de sobrehilado o sobreorillado, ya que una cuchilla corta el excedente de tela previo a formar las puntadas. Este tipo de puntadas se obtiene de las máquinas *overlock*, como lo muestra la figura 26.

Figura 26. Puntada 500



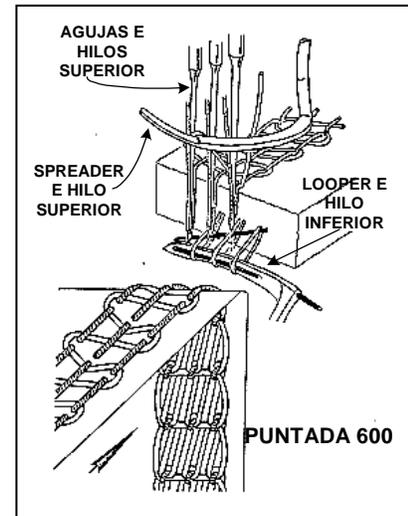
Fuente: American & Efird Inc, **Thread Constructions**, Section II.

4.2.5 Formación de las puntadas tipo 600

Las puntadas de recubrimiento son formadas a partir de un *looper* Inferior que oscila en forma de ovoide alrededor de las agujas y un *spreader* superior con hilo que forma una puntada recubierta, tal como lo muestra la figura 27.

Las máquinas que pueden formar este tipo de puntadas son conocidas como collareteras, máquinas sambo, o de recubrimiento.

Figura 27. Puntada 600



Fuente: American & Efird Inc, **Thread Constructions, Section II.**

4.3 Descripción de los tipos de costura

Según el estándar americano de puntadas y costuras, se define la costura de la siguiente manera:

Una costura consiste de una serie de puntadas usadas para unir dos o más capas de materiales conjuntamente, o dicho de otra manera, la costura se puede definir como la línea en donde uno o más textiles son unidos a través de puntadas realizadas sobre ellas.

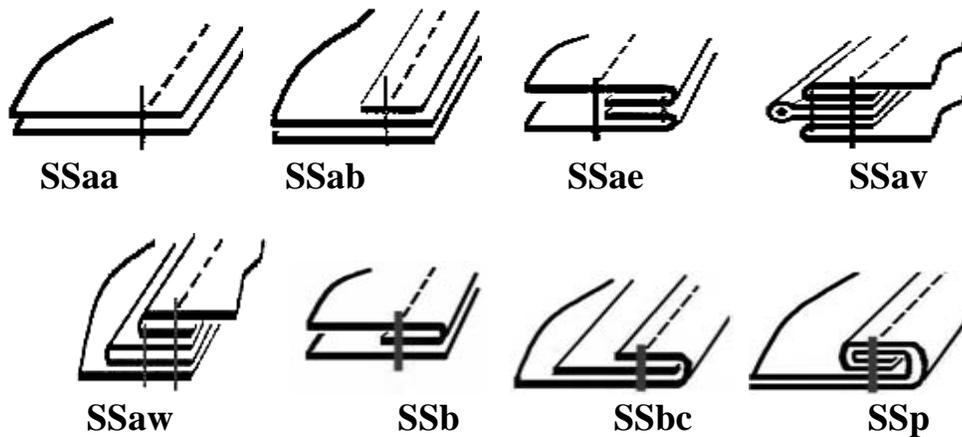
Los diferentes tipos de costuras se encuentran clasificados de acuerdo al estándar americano siguiente:

4.3.1 Clasificación de los tipos de costura

4.3.1.1 Costura superpuesta SS (*Superimposed Seam*)

Este tipo de costura se forma por 2 ó más capas de tela usualmente emparejadas en el costado y una pieza superpuesta sobre la segunda. De este tipo de costuras se encuentran clasificadas 57 diferentes formas. La figura 28 muestra algunas de las costuras clasificadas como superpuestas.

Figura 28. Costuras superpuestas SS (*Superimposed Seam*)

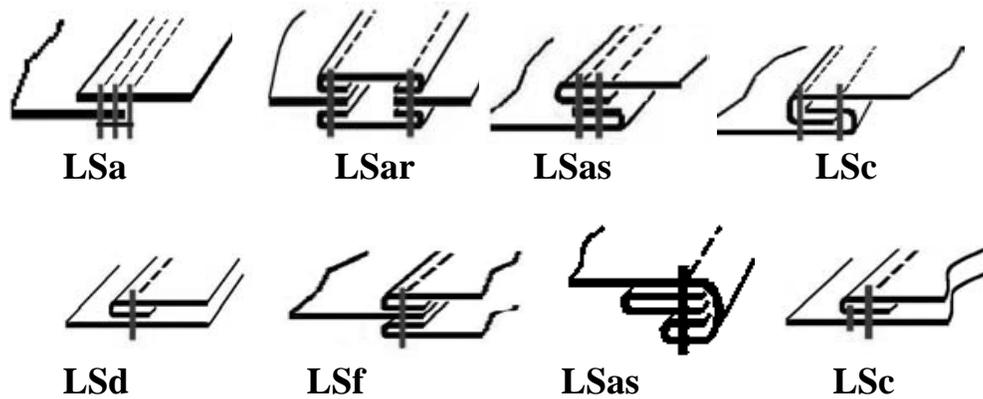


Fuente: American & Efird Inc, *Seam type matrix*, páginas 7, 8,9.

4.3.1.2 Costura traslapada LS (*Lapped Seam*)

Se forma por 2 ó más capas de tela que se traslapan con la puntada. Se encuentran clasificados 101 diferentes tipos de formas de traslape, de los cuales se identifican algunos de ellos en la figura 29.

Figura 29. Costura traslapada LS (*Lapped Seam*)

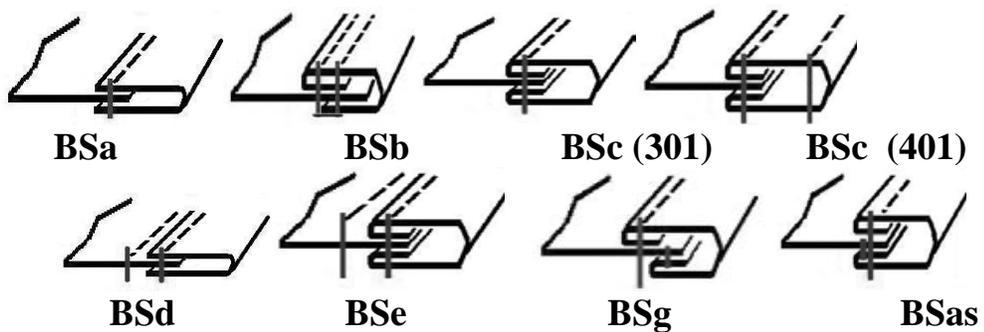


Fuente: American & Efird Inc, *Seam type matrix*, páginas 5, 6.

4.3.1.3 Costura de bias BS (*Bound Seam*)

La característica de este tipo de costura reside en que se forma por coser una pieza de tela de bias a la orilla de una o más capas de tela. Dentro de la clasificación de las costuras se encuentran clasificadas 18 diferentes tipos, de los cuales se presentan algunos tipos en la figura 30.

Figura 30. Costuras de bias BS (*Bound Seam*)

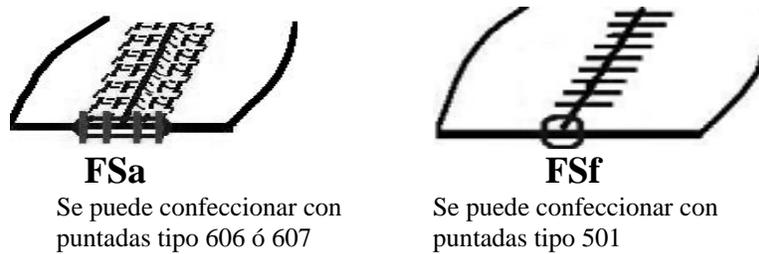


Fuente: American & Efird Inc, *Seam type matrix*, página 2.

4.3.1.4 Costura plana (*Flat Seam*)

Hay clasificadas 6 diferentes tipos de costuras que se forman cosiendo dos piezas de tela sin traslaparlas. La figura 31 muestra dos tipos de estas costuras.

Figura 31. Costuras de planas FS (*Flatseaming*)



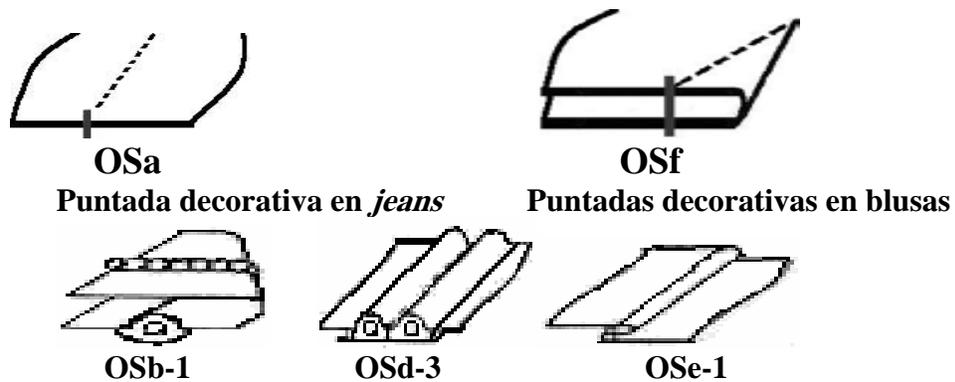
Fuente: American & Efird Inc, *Seam type matrix*, página 5.

4.3.1.5 Costura ornamental OS (*Ornamental Stitching*)

La costura tipo ornamental se utiliza para la decoración de prendas, tales como las bolsas traseras de los *jeans*, costuras decorativas en prendas femeninas, etc.

La figura 32 muestra 5 tipos diferentes de costuras ornamentales.

Figura 32. Puntadas decorativas OS (*Ornamental Stitching*)

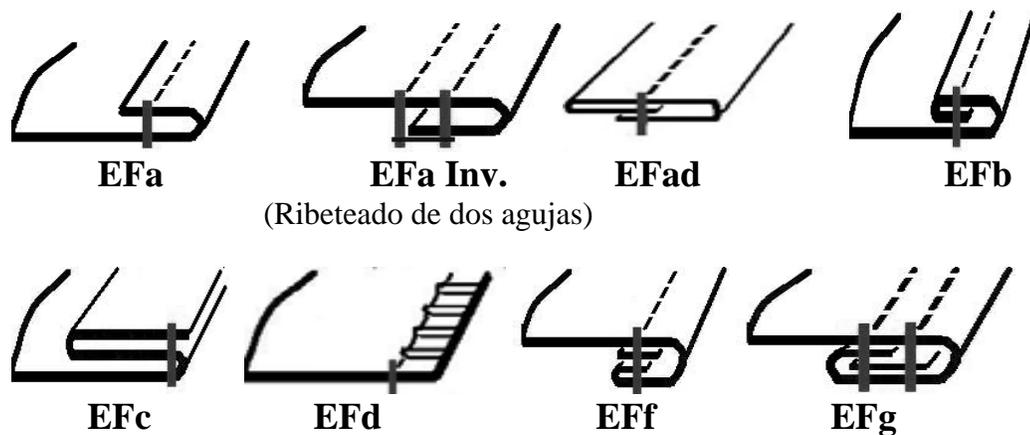


Fuente: American & Efird Inc, *Seam type matrix*, página 7.

4.3.1.6 Costura de terminado de orilla EF (*Edge Finishing*)

Generalmente es utilizada para darle un acabado a una capa de tela en la orilla de la costura, doblando el borde de ésta, tal como se muestra en la figura 33.

Figura 33. Costuras terminado de orilla EF (*Edge Finishing*)



Fuente: American & Efird Inc, *Seam type matrix*, páginas 3,4.

4.4 Descripción de accesorios para la formación de diferentes tipos de costura

Las aplicaciones que tienen ciertos accesorios en la industria de la confección han sido de gran beneficio, ya que con ellos se ha logrado hacer sumamente eficientes, rápidas y precisas las operaciones. Los accesorios más utilizados se citan a continuación.

4.4.3 Guías

Son piezas ajustables a las máquinas de confección, y pueden ser de cualquier material, por ejemplo: barras imantadas, cinta de *maskintape*, alambres en forma de resorte, o de algún otro material.

Estas guías son las encargadas de darle una distancia uniforme a la costura en la preparación de la prenda de vestir. Su función es de darle una medida requerida como un tope entre la prenda y la costura, lo que permite al operario darle una medida uniforme a todas las piezas haciendo más eficiente el proceso de producción.

4.4.1.1 Guías sencillas con *maskintape*

Estas consisten en pedazos de maskintape que se coloca en las máquinas con las medidas necesarias para facilitar el trabajo de ciertas operaciones repetitivas que deben tener una medida específica, tal como pegar cuello, pegar botones, hacer ojales, hacerle ruedo a playeras, etc.

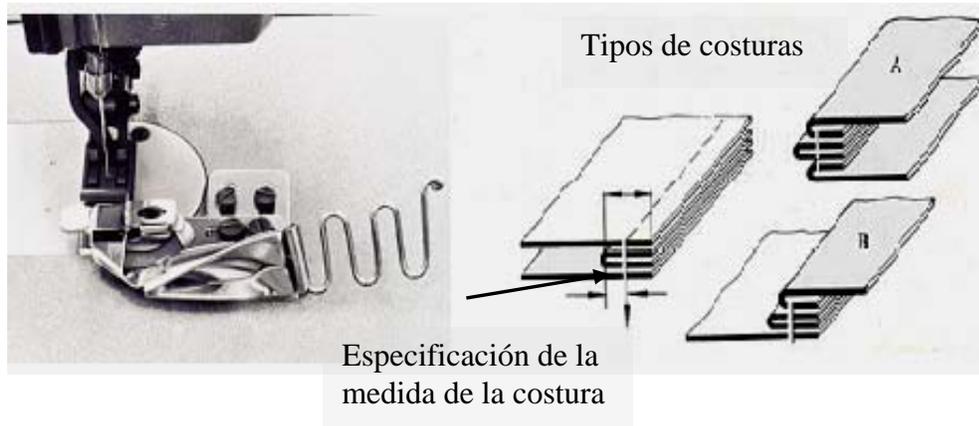
4.4.1.2 Barras de imán

Es una barra hecha con imán para poder ajustarse a la mesa o plataforma de la máquina y así lograr de una mejor manera el acoplamiento entre las medidas a realizar en las piezas de las prendas a confeccionar.

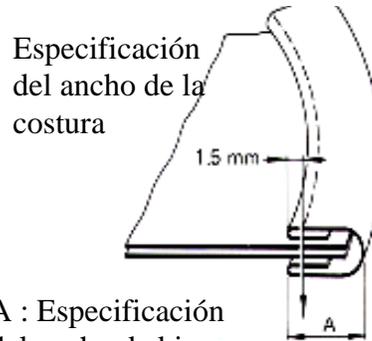
4.4.2 Folders

Son accesorios en forma de placas rígidas cortadas según un patrón de la forma de costura requerida, entre las cuales se desliza la tela para darle la forma apropiada para luego efectuar la operación de cosido. Estos tipos de accesorios han sido de bastante beneficio, pues se minimiza el tiempo de operación, se produce una gran cantidad de prendas de muy buena calidad y facilita la confección de las diferentes costuras que una prenda requiere. La figura 34 muestra algunos tipos de folders.

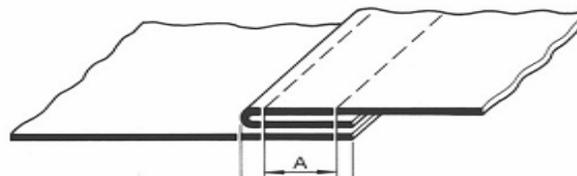
Figura 34. Diferentes tipos de fóliders



Tipo de fólider para formar una costura con cuatro vueltas.



Fólider



Fuente: <http://www.jltolin.com>, **El sitio de la confección**. Consulta en línea, agosto de 2004.

4.5 Descripción de los hilos

Se denomina hilo al conjunto de fibras textiles, continuas o discontinuas, que se tuercen juntas alcanzando una gran longitud y que es directamente empleado para la fabricación de tejidos y para el cosido de éstos. Si son fibras de filamento continuo, se les denomina hilo continuo, y si se trata de fibras discontinuas formarán el llamado hilado.

- Descripción del hilo según el tipo de fibra

Algunas fibras son más fuertes que otras y tienen mejor resistencia en las lazadas, contribuyendo a una mayor resistencia de la costura. Por ejemplo, los hilos 100% hilados de poliéster le darán una mayor resistencia a la costura que hilos 100% de algodón de la misma dimensión.

Las fibras sintéticas tales como poliéster y nailon son mucho más resistentes a la abrasión y a la degradación de los químicos (tales como el blanqueador) que las fibras celulósicas. Por otro lado las fibras celulósicas tienen una mayor resistencia al calor.

- Construcción del hilo (hilados (*spun*), núcleo (*core*), texturizados, multifilamento, etc.)

Los hilos con núcleo, hechos con núcleo de filamentos continuos de poliéster, proveen generalmente mayor resistencia de la costura que los hilos hilados (*spun*) y los texturizados. Los hilos contruidos de filamentos continuos son generalmente más resistentes a la abrasión que los hilos hilados (*spun*) y los texturizados de la misma dimensión.

Algunas construcciones de hilo son menos propensas a que se corten entre sí cuando se entrelazan en la costura. Los hilos con construcciones de enredado por aire (*Air Entangled*), texturizados y los monocordel tienen las mejores características de resistencia en la lazada.

- Terminado del hilo (suave, mercerizado, glaseado, ligado, etc.)

Los hilos ligados o glaseados tienen generalmente mayor resistencia a la abrasión que los hilos con terminado suave. Los hilos mercerizados son más fuertes que los suaves de algodón de las mismas dimensiones.

4.5.1 Importancia de la utilización de los hilos

La correcta elección del hilo es un factor de suma importancia para que los resultados en la confección de prendas de vestir sean los esperados. A continuación, se detallan los números de hilo más utilizados y su aplicación en los distintos tipos de telas.

- **Número 160, 100% poliéster**

Es un hilo muy delgado, especial para la confección de prendas de lencería en sedas y similares, fabricadas con telas muy delgadas (sedas, gasas). En la actualidad es muy utilizado en la confección de acolchados por su resistencia y rendimiento.

- **Número 120, 100% poliéster**

Este número es el apropiado para la confección de camisas, blusas, ropa interior y otros, hechos con telas livianas (popelinas, batista).

- **Número 80, 100% poliéster**

Este número se debe usar para la confección de prendas hechas con telas medianas (casimires, gabardinas), tales como: pantalones, delantales.

- **Número 50, 100% poliéster**

Es el adecuado para la confección de *jeans*, casacas, mochilas, carpas, etc., hechas con telas semipesadas (lona o mezclilla, lanas de tapicería).

- **Número 30 y 20, 100% poliéster**

Para telas pesadas (lonas gruesas, cueros sintéticos, cueros). Adecuado para la confección de carpas para camiones, carpas, guantes de seguridad. Actualmente y por la tendencia de la moda, se utiliza para realzar ciertas costuras en los *jeans*.

- **Número 120 trilobal, 100% poliéster**

Este hilo de poliéster ha sido especialmente elaborado para la industria del bordado, posee una alta resistencia a la tracción y un excelente nivel de solidez de color.

- **Poliéster texturizado (150/2)**

Si bien éste no es un hilo para coser, es usualmente utilizado en los ganchos o *loopers* de las máquinas *overlock*, por su alto rendimiento. Es un hilo 100% poliéster texturizado, de multifilamento continuo, con muy poca torsión, lo que en ocasiones puede dificultar su uso durante el proceso de costura.

- **Hilos 100% algodón**

Por una parte, son usados en la confección de prendas que han sido confeccionadas con telas 100% algodón (aunque no es indispensable), y por la otra, la mayor utilización es estos días es para coser aquellas prendas que son confeccionadas con telas 100 % algodón no teñidas (en crudo), y que una vez terminadas son enviadas a tintorerías industriales, que las tiñen de acuerdo a la demanda. Con esto, los fabricantes de ropa pueden mejorar su productividad y evitar remanentes de hilos de colores al final de la temporada.

- **Número 36, 100% algodón**

Este grosor se puede utilizar en la fabricación de prendas hechas con telas medianas, como la gamuza, mezclilla de no más de 8 onzas, entre otras.

- **Número 24, 100% algodón**

Es el que mayormente usan los fabricantes de *jeans*, ya que su grosor es el indicado en la confección de estas prendas, se puede combinar usando en la bobina un hilo número 36.

4.5.2 Clasificación de los hilos

Aunque también se pueden clasificar por su composición, para diferenciar los sistemas de fabricación resulta más práctico hacerlo atendiendo a su estructura. Según este criterio, existen básicamente tres grandes grupos.

4.5.2.1 Fibra corta o cortada

Se fabrican por el sistema clásico de hilatura también llamado algodonerero a partir de fibras cortas. Las fibras adquieren la cohesión necesaria para formar el hilo de coser al estar suficientemente retorcidas. Si bien las fibras sintéticas siempre se producen originalmente como un filamento continuo, éstas se cortan a la longitud deseada para procesarlas de la misma forma que si se tratasen de las clásicas fibras de algodón. Para garantizar más su resistencia y cohesión, se suelen retorcer a 2 ó 3 cabos. Es característico el aspecto vellosa del hilo, por lo que muchas veces son referidos como algodones aun siendo de composición sintética.

4.5.2.2 Filamentos continuos

Son hilos sintéticos (poliamida, poliéster) o artificiales (rayón), obtenidos principalmente en procesos industriales, ya que el único filamento continuo natural, la seda, apenas se usa como hilo de aguja.

Su característica principal es que todos los filamentos que forman el hilo son de la misma longitud que el mismo hilo, por lo que tienen mayor tenacidad que los de fibra corta. Su característica más visible es una total ausencia de vellosidad, lo que suele darles un aspecto bastante brillante.

4.5.2.3 Hilos recubiertos o *Core-Spun*

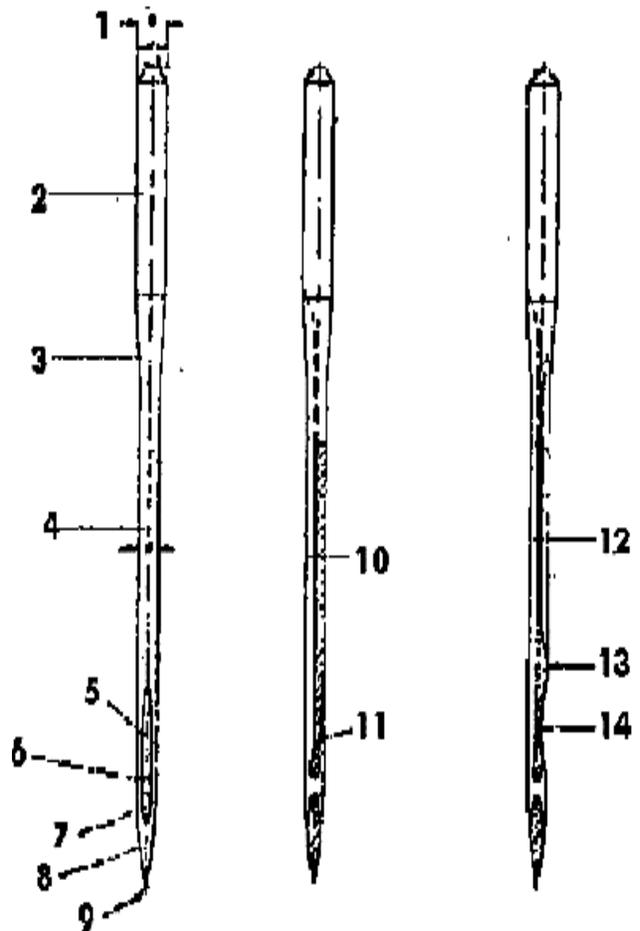
Son un híbrido de los dos tipos antes descritos, ya que contienen ambos tipos de fibra descritos. Por un lado, un alma de filamento continuo que les da una gran resistencia y por otro un recubrimiento de fibras cortas que les confiere una mayor capacidad de lubricación y refrigeración. Por todo ello, son hilos capaces de ofrecer máximas prestaciones de productividad en el cosido.

4.6 Descripción de las agujas

La aguja es el elemento base de la máquina de coser, pero es, a la vez, una pieza especialmente delicada. Sometida al duro trabajo de perforar el tejido y llevar el hilo a cada puntada, ha de hacerlo además con total precisión. Con el aumento progresivo de la velocidad, cada nueva generación de máquinas necesita de la aguja una mayor calidad, en resistencia y en perfeccionamiento de la puntada. Una aguja normal de máquina de coser industrial se divide en las siguientes partes: Talón, cono, tronco, ranuras, entrante, ojo y punta, cuyas partes se describen en la figura 35.

Figura 35. Partes de la aguja

1. - Base del talón.
2. - Talón.
3. - Cono.
4. - Tronco de la aguja.
5. - Ranura corta del ojo.
6. - Ojo de la aguja.
7. - Ranura larga del ojo.
8. - Punta de la aguja.
9. - Granulación.
10. - Ranura larga.
11. - Ranura corta.
12. - Segunda ranura larga.
13. - Puente.
14. - Rebaje.



Fuente: Eduardo Gallardo, **El taller de confección**, sección 19 página 2.

4.6.3 Clasificación y utilización de agujas

La clasificación y utilización de las agujas se realiza según el tipo de prenda a confeccionar, el tipo de material, el tipo de operación a realizar y el tipo de máquina a utilizar. Luego de las anteriores especificaciones, se debe utilizar una nomenclatura de aguja según los diferentes sistemas de numeración, los cuales se detallan en la tabla IX.

Tabla IX. Diferentes sistemas de numeración de agujas

Nm	<i>SINGER</i>	<i>UNION</i>	<i>MAUSSER</i>	<i>WILCOX</i>	<i>LEWIS</i>
		<i>SPECIAL</i>		<i>& GIBBS</i>	
40	3				
44	4	18	07-abr		5/0
50	5	20	6/0	4/0	
55	6	22	5/0	3/0	
60	7 y 8			2/0	2
65	9	25	4/0	0	
70	10	27	3/0	1	2.5
75	11	029/030			
80	12	32	2/0	2	3
85	13	033-034			
90	14	36	0	3	3.5
95	15	037-038			
100	16	40	1	4	4
105	17	42			
110	18	44	2	5	4.5
120	19	47		6	5
125	20	49	3		
130	21			7	
140	22	54	4	8	
160	23			10	
180	24				

Fuente: American & Efid Inc, **Numbering System**, Section IV.

Nm, es el número de aguja expresada en centésimas de milímetros.

La tabla IX corresponde a la equivalencia entre los diferentes sistemas de agujas, según el cual cada marca se hace corresponder con las demás por cada número de aguja. En esta tabla vemos, por ejemplo, que el **Nm 70** corresponde a la aguja que *Singer* denomina **10**, a la **027** de la *Unión Especial*, la **3/0** de *Mausser*, la **1** de *Willcox & Gibbs*, la **2,5** de *Lewis*.

4.6.4 Relación entre agujas, hilos y materia prima a confeccionar

La confección de prendas de vestir es un proceso complejo en el cual intervienen cuatro elementos básicos, cuya relación debe ser la adecuada, ya que de no ser así los resultados no serán los esperados y dificultará este delicado proceso. A continuación se presentan diferentes tablas (tabla X y XI) relacionando hilos, agujas, telas y tipos de prenda a confeccionar.

Tabla X. Conversión de hilos y el respectivo número de aguja

TAMAÑOS DE HILO POR SISTEMA			AGUJAS	
INGLÉS	TEX	MÉTRICO	SINGER	MÉTRICO
50/2	21	90/2	11-14	75-90
40/2	27	70/2	14-18	90-100
50/3	35	90/3	14-18	90-100
30/2	40	50/2	16-19	100-120
40/3	42	70/3	16-19	100-120
21/2	45	40/2	18-21	110-130
30/3	60	50/3	18-21	110-130
21/3	80	40/3	19-22	120-140
16/3	103	30/3	19-22	120-140
16/4	135	30/4	21-23	130-160

Fuente: Distribuidores de Hilos Campana para Guatemala, boletín Informativo de Hilos Papua, página 4.

Tabla XI. Relación del hilo, tela, aguja y prenda a confeccionar

TELA	HILO	AGUJA	PRENDA
MUY LIVIANAS Gasas - Sedas	160	65-70	Ropa fina, blusas de alta costura, lencería
LIVIANAS Trevira - Batista - Popelina	120	78-80-90	Camisas, blusas, delantales, sábanas
MEDIANAS Gabardinas - Casimires	80	90-100-110	Vestones, blazer, pantalones
SEMI PESADAS Mezclilla, cotelón, loneta	50	110-120-125	<i>Jeans</i> , ropa de trabajo
PESADAS Mezclilla, lonas	30-20	130	Carpas para camiones, toldos, guantes industriales

Fuente: Distribuidora de Hilos, Saieg Y Compañía Limitada, Santiago de Chile.

5. TEXTILES, TEJIDOS Y SU IMPORTANCIA

5.1 Textiles y tejidos

La industria textil primaria está constituida por sectores diferentes aunque interrelacionados, que producen la materia prima para abastecer a la industria de la confección, que van desde fibras clasificadas hasta productos para el hogar.

Las telas son mallas, géneros de puntos anudados o trenzados de fibras naturales, fibras artificiales, o ambas, que se utilizan para cubrir las necesidades del vestuario, de vivienda e industria.

Se llama tejido al cuerpo obtenido en forma de lámina mediante el cruzamiento y enlace de dos series de hilos textiles, una longitudinal y otra transversal. Hay tejidos que se han hecho con un solo hilo, que se enlaza consigo mismo, como en el caso de los géneros de punto por trama.

El término fibras textiles se refiere a las fibras que se pueden hilar o utilizar para fabricar telas mediante operaciones como tejido, trenzado o fieltado. El tejido, una de las primeras actividades artesanales, ya se practicaba en el neolítico, como lo demuestran los fragmentos de fibras de lino hallados en los restos de poblados de Suiza. En el antiguo Egipto, los primeros textiles se tejían con lino; en India, Perú y Camboya, con algodón, en Europa meridional con lana, y en China con seda.

5.2 Clasificación de las fibras

Las fibras son aquellos filamentos de origen animal, vegetal, mineral o artificial que después de hilados o torcidos se emplea para la fabricación de telas y en otros usos diversos.

En la industria textil se entiende como fibra a la sustancia natural, artificial o sintética de longitud relativamente grande, elástica, resistente y susceptible a ser hilada.

La clasificación de las fibras textiles se hace dividiéndolas en dos grupos: las fibras naturales y las fibras artificiales, tal como se presenta en la tabla No. XII.

Tabla XII. Clasificación de las fibras

FIBRAS NATURALES	ANIMALES	de glándulas sedosas	Seda
			Seda salvaje
		de folículos pilosos	Pelo de alpaca, de angora, de buey, de caballo, conejo, castor, camello, cabra, guanaco, llama, y otros.
	VEGETALES	de la semilla	Algodón
		del tallo	Lino, cáñamo, yute, ramio
		de la hoja	abacá, sisal
		del fruto	Coco
		otras	Banana, henequén, formio, magüey,
	MINERALES	asbestos	
FIBRAS ARTIFICIALES	MANUFACTURA FÍSICA	de papel	Conocidas como fibras artificiales ó como fibras sintéticas
		de metal	
		del vidrio	
		de otras materias	
	MANUFACTURA QUÍMICA	de polímeros naturales	
		de polímeros sintéticos	

Fuente: Eduardo Gallardo, **Las fibras textiles**, sección 3, página 2.

5.2.1 Fibras naturales

En cuanto a las fibras naturales, cabe hacer una subdivisión según el reino natural del que proceden: animal, vegetal o mineral. Este grupo de fibras está constituido por todas aquellas que como tales se encuentran en estado natural, y que no exigen más que una ligera adecuación para ser hiladas y utilizadas como materia textil, y pueden ser extraídas de la naturaleza mediante procedimientos físicos o mecánicos.

5.2.1.1 Fibras animales

A estas pertenecen la lana y la seda natural que se emplean en la fabricación de tejidos con los que se hacen prendas de abrigo y adorno. Los tejidos elaborados de fibras animales son muy apreciados, lo que representa un costo elevado de una prenda de vestir ya confeccionada. Dentro de la clasificación de fibras de origen animal, se encuentran las que provienen de la oveja, cabra de angora, alpaca, camello, llama, guanaco y vicuña.

Asimismo, está clasificada en esta categoría la seda natural, la cual es producida por el gusano de seda.

5.2.1.2 Fibras vegetales

Estas fibras provienen de los vegetales y a su vez se subdividen según su colocación dentro de la planta, las cuales son:

- **Fibras de semilla:** son las fibras que están situadas junto a las semillas y se obtienen desprendiéndolas de éstas. Entre ellas se encuentra el algodón, donde la planta produce un fruto que contiene una serie de semillas, pegados a éstas se encuentran los pelos o fibras de semilla.

- Fibras del tallo: se encuentran en tallos o entre el tallo y la corteza. Se requiere un procedimiento especial para obtenerlas. Entre este tipo de fibras se encuentran el lino, yute y ramio. Existe todavía una serie de grupos reducidos que se parecen al cáñamo; estas son las fibras indias de cordelero o fibras sunn.
- Fibras de hoja: se encuentra en las largas hojas de una serie de plantas y pueden aislarse quitando la pulpa de las hojas. La más difundida de las fibras de hoja (fibras duras) es la fibra de sisal, manila (abacá).
- Fibras de fruto: de estas fibras, únicamente la fibra de coco, que se obtiene del revestimiento de este fruto, la cual ha logrado buena aceptación e importancia.

5.2.1.3 Fibras minerales

Entre las fibras minerales, las de vidrio son las más importantes. Dadas sus propiedades de incombustibilidad, son preferidas para ciertos usos en el ramo militar. Se usa para tejer telas de fieltro y como material aislante de la electricidad.

5.2.2 Fibras sintéticas

Las fibras sintéticas son conocidas también como fibras artificiales, y son aquellas que no existen en la naturaleza sino que han sido fabricadas mediante un artificio industrial. Las fibras sintéticas han logrado sustituir con ventaja a las fibras naturales como la seda, lana y el algodón en la industria textil. La utilización de fibras artificiales condujo a numerosos cambios en la economía textil, debido a que los métodos de producción y características físicas de estas fibras podían adaptarse para cumplir requisitos específicos.

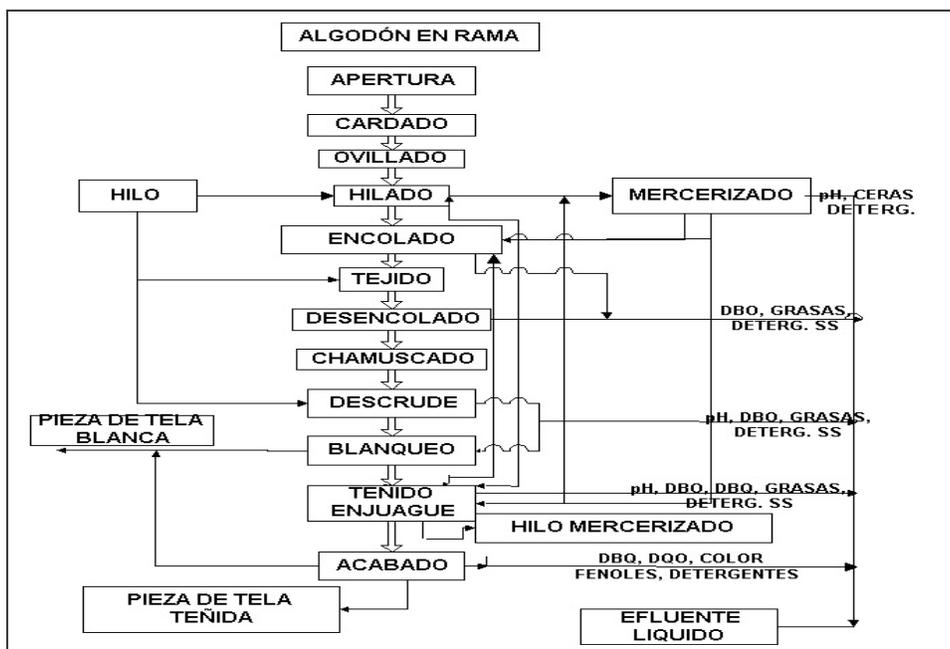
Los países altamente industrializados, que antes estaban obligados a importar algodón y lana como materias primas para los textiles, pasaron a fabricar sus propias

fibras a partir de recursos disponibles como el carbón, el petróleo o la celulosa. El desarrollo de las fibras sintéticas llevó a la producción de nuevos tipos de tejidos, duraderos de fácil lavado y planchado.

5.3 Proceso de la fibra

Luego de determinar la procedencia de las fibras, se procede al proceso de transformación, el cual dependerá del tipo de material deseado como producto final, llegando a ser esto un proceso tan complejo. A continuación se hace una representación grafica de la secuencia necesaria para transformación de las fibras de algodón.

Figura 36. Transformación de la fibra de algodón



Fuente: CEPIS Publicaciones, Informe técnico sobre minimización de residuos en la industria textil, página Web <http://www.cepis.ops-oms.org/index.html>

Como se puede apreciar en la figura 36, para obtener la pieza de tela teñida, es necesario pasar por varios subprocesos, los que por sí solos también generan materia prima que se puede utilizar en otros procesos.

5.3.1 Carda y peinado

La carda tiene por objeto separar las fibras individuales para formarlas en posición casi paralela, eliminar motas e impurezas y producir por último una capa de fibras perfectamente uniforme.

El peinado es continuación del procedimiento de carda, su objeto es la producción de una hilaza igual, compacta, fina y suave por eliminación de las fibras más cortas. Las mezclas de varias balas son enviadas a un rompedor de balas y a varias sucesivas máquinas denominadas abridor vertical, batidor Buckley y abridor horizontal, las cuales abren más el algodón y separan la mayor parte de la tierra. El cardado completa la separación del algodón hasta las fibras individuales y así produce una limpieza adicional.

Con respecto a la lana, la lubricación y la unión de ésta con otras fibras conserva el vigor y la longitud de la hebra, ayuda a reducir el desperdicio en el cardado e hilado de la lana, y permite estiraje y retorcido más uniforme en la hilaza.

Las fibras sintéticas y semisintéticas, aunque producidas como filamento continuo, son asimismo cortadas en trozos de longitud perfectamente uniforme parecida a la de las fibras naturales. Las fibras sintéticas cortadas hasta de 5 centímetros de longitud son fácilmente manejadas en carda para algodón, pero la carda regular para lana debe emplearse para las fibras cortadas más largas. Las mezclas de fibras, como las de rayón y lana, requieren empleo de la carda para lana.

5.4.4 Hilado y torcido

El objetivo del hilado y de los procesos que lo preceden es transformar las fibras individuales en un hilo continuo cohesionado y manejable. Los procesos aplicados a las fibras varían según el tipo empleado. El algodón, la lana, el lino, el yute y otras fibras naturales se hilan cada una de forma diferente. Algunas fibras procedentes de

las fibras varían según el tipo empleado. El algodón, la lana, el lino, el yute y otras fibras naturales se hilan cada una de forma diferente. Algunas fibras procedentes de cortezas pueden hilarse de dos formas distintas, que dan lugar a hilos con propiedades diferentes.

En las fibras naturales, el proceso implica básicamente la apertura, mezcla, cardado (en algunos casos también peinados), estirado y torcido para producir el material de los telares. El hilado reduce la mecha (cardada o peinada) al grado de finura conveniente, dándole la tensión y la torsión necesarias para una resistencia y finura específicas. El hilo se enrolla bajo diferentes formas, carretes o bobinas cilíndricos o cónicos que pueden ser teñidos o bien enviados al sector de tejeduría.

Por otra parte, se da el nombre de torcido a la preparación del filamento continuo crudo, como la seda y las fibras sintéticas, para su uso en manufactura de tejidos. Se entiende por hilaza cruda un filamento continuo o un haz de filamentos paralelos preparado por el primer productor en forma de un hilado continuo de diámetro conocido. Por lo general, la hilaza sintética se entrega en conos por el fabricante.

La formación de madejas se emplea en la preparación de filamentos de baja torsión y en hilazas poco torcidas para el teñido y el aprestado en madeja. La hilaza torcida se emplea también para telas y para géneros de punto.

El procedimiento de estirado y torcido de las fibras juntas para producir el hilo o hilaza con fibras naturales es una operación mecánica, distinta del procedimiento químico de hilado del rayón y de otras fibras sintéticas y del hilado de la seda por el gusano.

Se emplean dos métodos para introducir la torsión en la hilaza de filamento sintético, las cuales son: de alimentación inferior y de alimentación superior. Se usan las denominaciones de torsión en Z y torsión en S para indicar la dirección de la torsión y la inclinación de las fibras.

5.4 Tejidos y tejedura de punto

El proceso de hacer telas formando gasas de hilo y enlazando esas gasas a otras nuevamente formadas con el mismo hilo, produce la estructura que se denomina de punto o de calceta. La fabricación de géneros de punto con máquina requiere multitud de agujas, porta agujas y de elementos portadores de la hilaza en orden de entrelazado, el modo en que se forman las gasas o mallas y los tipos de agujas e hilaza usados determinan el tipo de tejido resultante. Se distinguen dos tipos básicos de tejidos de punto: tejidos por urdimbre y tejidos por trama. El tricot, el milanos y el raschel son variedades de tejido de punto por urdimbre.

La variedad de los tejidos es muy amplia, pero todos ellos han sido clasificados en base a nombres genéricos como: lisos, sarga, *twill*, satín, etc.

5.4.1 Tejido liso

Es aquel que en los hilos de la urdimbre y la trama son iguales en número y tensiones. Es muy fuerte y se emplea en seda, lino, algodones y tafetanes.

5.4.2 Tejido cruzado

El tejido cruzado se caracteriza por las líneas diagonales muy marcadas producidas por el entrelazado de dos hilos de la urdimbre con un hilo de la trama en filas alternas. Este efecto puede observarse en tejidos como el *twill*, la gabardina, el cutí, la mezclilla, el denia. El tejido cruzado proporciona a la tela una gran resistencia, útil para prendas de trabajo.

5.4.3 Otros tipos de tejido

Existe una amplia gama de tejidos de los cuales se detallan algunos a continuación.

Espiga: es una variación del *twill*, por lo que la inclinación de la diagonal cambia a intervalos irregulares.

Satín o raso de algodón: son las telas bordadas que se fabrican en tejidos de un dibujo sobre otro, generalmente uno opaco y otro brillante, esto se logra en las diferentes disposiciones de la trama y la urdimbre.

Acordonado: la trama es más gruesa que la urdimbre determinándose un efecto acordonado a través de las telas.

Terciopelo: se obtiene al añadir una segunda urdimbre que produce un pelo suave, el pelo se deja largo sin cortar ó es cortado.

5.5 Teñido y Estampado

Teñido: el tinte es el proceso químico ejecutado por inmersión en un baño con tinte en combinación con varios elementos especialmente adaptados a diferentes agentes colorantes (teniendo en cuenta la clase de material que está siendo teñido). La preparación de la tela con una mordaza de alguna clase, es de una importancia decisiva a la hora de elegir la fibra en cuestión para la absorción del tinte.

En algunas ocasiones, sin embargo, en el tratamiento puede ser necesario atender a la necesidad del sombreado del color y la fabricación de un color rápido, esto es, resistente a la influencia de la luz y del lavado. Como regla general, las fibras animales (lana y seda) pueden absorber un tinte más fácil y rápidamente mientras que las fibras vegetales no son muy sensibles al proceso de tinter.

Estos procesos de tinción pueden ser aplicados a las piezas o propiamente al hilo. Básicamente, los procesos o procedimientos de tintura, en términos generales, se dan dos formas de teñir una fibra:

1. Por afinidad entre colorante y fibra
2. Por impregnación de la fibra

En el primer método, son las fuerzas de afinidad entre colorante y fibra lo que hace que el colorante pase del baño a la fibra hasta saturarla y quedar fijada en él.

La relación de peso entre peso de fibra y peso de solución de colorante es bastante elevada, de 1/5 a 1/60.

En el caso del procedimiento de impregnación por fibra, el método de tintura es el llamado por impregnación de la fibra en colorante. Pero el material textil que se impregna de la solución donde está el colorante, lo hace sin que en ese momento quede todavía fijado en él, es después, en el proceso de fijado, cuando la tintura es definitiva. Utilizando el procedimiento de impregnación la relación de baño es mucho más baja, entre 1,2 y 0,6 litros de solución por kilogramo de fibra.

Para proporcionar un mejor color se tiñe el hilo previamente, este método asegura una mejor y más completa absorción del color.

Estampado: en contraposición al teñido, en el estampado se usan soluciones o dispersiones espesadas, de esta manera se evita que la partícula de colorante migre, reteniéndose el color en la superficie del estampado. De acuerdo con el diseño se usan pastas de almidón, dextrina o goma. Se realiza principalmente por dos procedimientos:

Estampado por rodillos: método de trabajo continuo que mediante rodillos gravados en hueco transmite por contacto la pasta de estampado al tejido de acuerdo al diseño.

Estampado a la lionesa o en la malla: difiere del método por rodillos en que la pasta de impresión se transfiere al textil a través de las aberturas en mallas especialmente diseñadas. El proceso puede ser manual, semiautomático o

completamente automático. El estampado puede ser en cuadros planos o rotativos, mientras que el manual y el semiautomático se procesan en cuadros planos únicamente. Después de estampar y secar, el género debe someterse a un proceso de fijación de colorante. El método clásico de fijación es el vaporizado y su duración depende de la clase de colorante y del tipo de fibra.

5.6 Telas no tejidas

Las telas no tejidas son productos inventados después de la segunda Guerra Mundial, constituidos por resinas y látex sintéticos y derivados sintéticos de la celulosa. La estructura textil de una tela no tejida se logra uniendo o entrelazando las fibras con métodos mecánicos, químicos o térmicos, utilizando disolventes o combinando los métodos anteriores.

Los principales sistemas son la unión con resina y la unión de fibras termoplásticas. En el primero de ellos, la resina se pulveriza o se aplica en forma de espuma directamente sobre el retículo de fibras que va saliendo de la máquina formadora; a continuación, el retículo se seca, se polimeriza mediante calor y en algunos casos se plancha. En la adhesión termoplástica se mezcla con la fibra de base una fibra termoplástica con menor punto de fusión, formando un retículo, el cual se prensa entre rodillos calientes que adhieren las fibras termoplásticas a las fibras de base. El principal método mecánico para producir textiles no tejidos es el uso de una troqueladora de agujas diseñada básicamente para producir mantas; esta máquina utiliza pequeñas agujas con ganchos para entrelazar las fibras.

5.6.1 Aplicaciones de las telas no tejidas

Son innumerables las aplicaciones de las telas no tejidas, pues son utilizadas en las diferentes industrias, ya que se fabrican aprovechando las propiedades de ciertas fibras, se emplean para forrar cañerías que conducen gases o líquidos calientes, para evitar incendios.

Además de prendas de vestir y objetos domésticos, este tipo de textiles se usan en productos industriales como filtros para acondicionadores de aire, balsas salvavidas, cintas transportadoras, carpas, neumáticos de automóvil, piscinas, cascos de seguridad y otros. En muchas aplicaciones los textiles con recubrimientos protectores de plástico proporcionan mayor flexibilidad, menor peso y mejores resultados que los metales.

5.7 Aspectos del proceso de lavado

Después del fijado se realiza el proceso de lavado, donde se aclara bien el tejido con agua hasta que no queden restos del fijador y no se desprenda. La fibra del tejido no puede absorber una cantidad ilimitada de color y por lo tanto suelta el color que le sobra y que no esté fijado.

Los tratamientos posteriores a la tintura tienen como finalidad conseguir las características de color y solidez deseadas. Comenzando siempre por eliminar el colorante que no se ha fijado.

5.7.1 Lavado

La formación de hilazas y tejidos requieren algunos tratamientos químicos, por ejemplo, en los lubricantes y los aprestos formadores de película empleados en las operaciones mecánicas, pero aún más importante es la necesidad de eliminar toda materia extraña del tejido o de las telas crudas con el fin de obtener un teñido uniforme y de gran brillantez. Como tratamientos previos al teñido se emplean el desengrasado, el lavado, carbonización, mercerización y blanqueo. El número y orden de estas operaciones depende de la clase de fibra y de otros factores.

Así, la lana cruda se lava en estado suelto, a diferencia del algodón y otras fibras. El algodón suele mercerizarse, pero no otras fibras. El blanqueo es raramente necesario en las fibras e hilazas sintéticas, pues ya sufrieron esta acción en las operaciones originales de manufactura.

5.7.2 Batanado o enfurtido

El proceso de batanado realizado sobre el tejido no es más que modificar ciertas propiedades esenciales del tejido, como cuerpo, elasticidad y apariencia, utilizando jabones y detergentes en una solución de lejía a 30 o 40 grados centígrados, encogiéndolo entre rodillos y generando pocos residuos sólidos. A esta altura del proceso, la lana contiene gran cantidad de productos químicos que se separan en una serie de lavados y procesos de escurrimiento.

5.8 Aspectos del proceso del blanqueado

Blanquear significa destruir los colorantes naturales que existen en las fibras naturales. Blanqueo es el proceso de eliminación del color natural de fibras textiles, hilos y tejidos. Muchos pigmentos y tintes se convierten en sustancias sin apenas color o incoloras al aplicarles un agente oxidante, por eso, suelen emplearse como blanqueadores compuestos de cloro (Cl) o peróxido de hidrógeno (H_2O_2). El calor, la radiación ultravioleta, las sustancias alcalinas u otros agentes que produzcan cambios químicos también pueden actuar como blanqueadores.

Muchos pigmentos y sustancias coloreadas pueden decolorarse con agentes reductores como dióxido de azufre. La decoloración mediante éstos también se denomina lavado, en especial cuando se usa para eliminar colorantes de los textiles. Los agentes oxidantes suelen producir un blanco más permanente que los reductores.

5.8.1 Algodón

El proceso de blanqueo para las fibras de algodón, consisten en remover la materia coloreada. El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es en la actualidad el blanqueador más utilizado para los tejidos de algodón.

El material textil de algodón se trata con una solución diluida de los agentes blanqueadores, los cuales pueden ser agua oxigenada o hipoclorito de sodio (NaOCl) y tensoactivos. Después del blanqueo, la tela se enjuaga en agua y luego se trata con sustancias reductoras que eliminan el exceso del agente oxidante, para obtener un blanco puro y permanente y para facilitar el teñido uniforme, los productos de algodón se blanquean con soluciones químicas a temperatura ordinaria.

5.8.2 Lino

El blanqueo para los materiales textiles de lino es semejante a la del algodón, pero de proceso mucho más largo y extenso por la mayor susceptibilidad química del lino. Se emplean soluciones diluidas de hipoclorito sódico a la temperatura ordinaria o de peróxido a $70 - 80^\circ \text{C}$. El blanqueo en pieza es más riguroso que en hilaza, pero mucho menos fuerte que el de los materiales de algodón. El proceso de purificación abarca de 10 a 20 operaciones, esto es: de cocción, lavado, enjuague, tratamientos químicos y soluciones ácidas.

5.8.3 Seda y lana

Los principales agentes de blanqueo para las fibras de seda y lana propiamente, son el óxido de azufre (SO_2) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2). No se emplean los compuestos que liberan cloro, como los hipocloritos, porque producen un tacto áspero y color amarillo, que se acentúa en el subsiguiente lavado.

Cuando se realiza el proceso de blanqueo con óxido de azufre (SO), las madejas o piezas, si están secas, se mojan en una solución jabonosa débil, se tratan luego con agua y se suspenden en bastidores debajo de los cuales se quema azufre, que genera gas sulfuroso. El blanqueo con soluciones de ácido sulfuroso (H_2SO_3) o de bisulfito sódico (NaHSO_3) acidificado se aplica a veces a la lana, pero no a la seda, y el efecto no es más permanente. El hidrosulfito sódico, ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), es un agente reductor más potente que el óxido de azufre y da mejores resultados con la seda que con la lana.

CONCLUSIONES

1. La importancia del desarrollo de la industria textil y de la confección a nivel nacional como a nivel centroamericano, es sumamente evidente. Este desarrollo ha cobrado un nivel muy significativo en nuestro país ya que se ha constituido como el segundo rubro de aporte económico. Dentro del aporte de este sector industrial se pueden mencionar, entre otros, la generación de empleo a más de 100,000 personas, la imagen a nivel internacional como una industria altamente competitiva, mejoras en la calidad de vida y gran aceptación del género femenino en esta industria, y sobre todo, que le proporciona un amplio campo y desarrollo profesional tanto al estudiante como al profesional de las carreras de la facultad de Ingeniería.
2. Dentro de los productos principales de exportación, se puede concluir que Guatemala desde los inicios de la industria textil-confección ha incrementado sus exportaciones a razón de un 6% anual, se ha posicionado como el proveedor número 12 en el *ranking* a nivel mundial del mercado estadounidense, gracias a que se cuenta dentro de las diferentes categorías de producción, un dinamismo en este sector industrial, desarrollo tecnológico y una fuerte competencia a nivel centroamericano, siendo los principales productos de exportación los siguientes: hilos de algodón, tejidos planos, enaguas (fustán) de fibra sintética, pantalones y *shorts* tanto de hombre y niño como de mujer y niña en fibras de algodón y fibras sintéticas.

3. La industria textil y de la confección se encuentra amparada bajo el decreto 29-89, que es la ley de fomento y desarrollo de la actividad exportadora y de la maquila, gracias al apoyo que el gobierno ha brindado a este sector industrial, promueve incentivos con el único fin de promover la inversión e incrementar las exportaciones de la industria de la maquila.

4. La temática del presente trabajo reúne los requisitos necesarios para fomentar el desarrollo del sector de la industria textil-confección a todo estudiante de la facultad de Ingeniería que desee desarrollarse dentro de este sector industrial.

5. Referente a la clasificación de los diferentes tipos de puntadas, se puede concluir que estas son la base de la planificación, ya que permite elaborar los programas de tipos de máquinas a utilizar en una línea de producción, la cantidad de operarios, eficiencias de operación. Por lo que es de suma importancia el conocer los diferentes tipos de puntadas y tipos de costuras.

6. La base fundamental de la mecánica de las máquinas de confección industrial, se centra en la máquina plana de coser doméstica, con la diferencia que ésta es de uso doméstico o artesanal. La máquina industrial posee un mecanismo similar con la diferencia que usa un motor eléctrico industrial para elevar la rapidez, y por consiguiente la eficiencia en las operaciones. El mecanismo de las máquinas planas de confección dieron origen a nuevas máquinas, las que aun mantienen la misma estructura física y mecánica, siendo estas: el cabezote, la estructura o mueble, los

ejes de transmisión internos y el motor eléctrico. Teniendo en cuenta las principales partes de una máquina de confección industrial, se puede planificar un mantenimiento adecuado a las mismas.

7. Existe una amplia gama de materiales empleados en la industria textil y de la confección, pero en sí los textiles son creados a partir de las fibras de origen natural y las que se producen de forma artificial o sintética.

RECOMENDACIONES

1. El ingeniero mecánico-industrial juega un papel sumamente importante en la industria de textiles y de la confección, ya que forma parte integral del desarrollo económico, industrial y cultural. Es recomendable, por lo tanto, conocer el desarrollo que este sector ha alcanzado, los cambios que se están generando con la liberación de cuotas a los países asiáticos, las consecuencias, las exigencias, y necesidades, pero sobre todo el aporte que como profesional se puede brindar al sector textil-confección.
2. Es recomendable para todo estudiante de la facultad de Ingeniería o profesional involucrado en este sector industrial, fortalecer los diferentes procesos de control aplicables a esta industria, ya que con la liberación de cuotas de prendas de vestir a los países asiáticos, habrá una mayor competencia en toda la región centroamericana.
3. Promover el desarrollo de la industria textil y de la confección en la facultad de Ingeniería a través de nuevos cursos y en las diferentes áreas específicas de este tipo de industria, debido a que este sector industrial cuenta con un amplio campo de aplicación para las diferentes carreras de ingeniería.

4. Implementar en los cursos profesionales las visitas técnicas a este sector industrial, para evidenciar la necesidad de profesionales, promoviendo con ello el interés del estudiante y el amplio campo de aplicación de la misma.

5. Fortalecer el programa de la industria textil y de la confección, a través de la relación con personas o instituciones que por su naturaleza están ligadas a esta industria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.
Comisión del Vestuario y Textiles (VESTEX), <http://www.vestex.com.gt>, consulta en línea agosto de 2004.
2.
Vernick Gudiel, “**Repunta la maquila**”, Prensa libre, Negocios: Nacional, 5 de junio de 2004, página 20.
3.
Banco de Guatemala, Departamento de Estadísticas Económicas, **Exportaciones realizadas por país comprador**, páginas 224-227.
4.
Fuente: Textile & Apparel Summit Speed to Market, **Perfil de la industria guatemalteca**, <http://www.fullpackage.org/servicedet.asp?id=292#>, agosto 2004, **Constitución Política de la República de Guatemala**, artículo 171 inciso a), Decreto 29-89.
5.
Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR, UNE-EN ISO 9000:2000, **Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario/3, Términos y definiciones/ 3.2 Términos relativos a la gestión.**
6.
Ibidem.
7.
Ibidem.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alejos García, Miriam. **Control de calidad en el laboratorio físico de recepción de materia prima en una industria textil.** Tesis Ingeniero Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1977, páginas 5-7.
2. American & Efirid Inc, **Thread Constructions Section II**, <http://www.amerifierd.com>, Consulta en línea, agosto de 2004.
3. ASTM D 4595, **Test Method for Tensile Properties of Geotextiles by the Wide Width Strip Method**, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 4.08, American Society of Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1992, páginas 880-890.
4. ASTM D 4632, **Test Method for Breaking Load and Elongation of Geotextiles (Grab Method)**, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 4.08, American Society of Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1992, páginas 939-942.
5. Comisión del Vestuario y Textiles (VESTEX), <http://www.vestex.com.gt>, consulta en línea, agosto de 2004.
6. **El sitio de la confección.** <http://www.jltolin.com>, consulta en línea, agosto de 2004.
7. Estrada, Luis Óscar (2000), **¿Cuál es el beneficio real de la Ley H.R. 434?**, Revista de Comercio Exterior EXPORT, año 13, volumen 103, Guatemala.

8. Gallardo, Eduardo, **Textile service**, <http://www.gallardo.20m.com>, consulta en línea, agosto de 2004.
9. Gitli, Eduardo y Arce, Randall (2000), **¿Qué significa la ampliación de beneficios para los países de la Cuenca del Caribe?**, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
10. Hernández, Pablo Fernando. **Determinación de las técnicas aplicables en una industria de confección para llevar un control de calidad**. Tesis Ingeniero Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1984, páginas 41-42.
11. Myer Kutz. **Enciclopedia de la mecánica, ingeniería y técnica**, Grupo Editorial Océano, España, 1990.
12. Porrit y Utton. **Mantenimiento y reconstrucción de maquinaria**, Editorial Hispano Europea, S.A., México, 1984.
13. Sistema Electrónico de Comercio Exterior, El Salvador Centroamérica Comercio e Inversión. <http://www.elsalvadortrade.com.sv> Consulta: agosto de 2004.
14. Torres-Rivas, E. **Interpretación del desarrollo social centroamericano**, San José, Costa Rica: EDUCA, 1993.