

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

**“EVOLUCIÓN DE LOS TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA
GENERACIÓN O ACTIVOS”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA TEXTIL**

EVELYN ARACELY CHAMBA TITUAÑA

DIRECTOR: MSC. EDWIN ROSERO

Ibarra, Marzo 2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100368227-3	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	CHAMBA TITUAÑA EVELYN ARACELY	
DIRECCIÓN:		Ibarra- Caranqui- Ejido de Caranqui	
EMAIL:		evelyn.chamba1993@gmail.com	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0981359742

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVOLUCIÓN DE LOS TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN O ACTIVOS
AUTOR (ES):	Evelyn Aracely Chamba Tituaña
FECHA:	13 / 02 / 2017
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Textil
ASESOR / DIRECTOR:	Msc. Edwin Rosero

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Evelyn Aracely Chamba Tituaña, con cédula de identidad Nro. 100368227-3, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, marzo de 2017

LA AUTORA:

Evelyn Aracely Chamba Tituaña

C.C: 100368227-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Evelyn Aracely Chamba Tituaña, con cédula de identidad Nro. 100368227-3, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“EVOLUCIÓN DE LOS TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN O ACTIVOS”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA TEXTIL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 01 marzo de 2017

LA AUTORA:

Evelyn Aracely Chamba Tituaña

C.C: 100368227-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Evelyn Aracely Chamba Tituaña, con cédula de identidad Nro. 100368227-3, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema “EVOLUCIÓN DE LOS TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN O ACTIVOS”, corresponde a mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Además a través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Ibarra, 01 marzo de 2017

LA AUTORA:

Evelyn Aracely Chamba Tituaña

C.C: 100368227-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En mi calidad de Director de Trabajo de Grado presentado por la egresada EVELYN ARACELY CHAMBA TITUAÑA, para obtener el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es “EVOLUCIÓN DE LOS TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN O ACTIVOS”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Ibarra, 01 marzo de 2017

MSC. EDWIN ROSERO

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Este trabajo mis padres Fabián Chamba y Rocío Tituaña por su gran apoyo, comprensión y la inspiración que me han dado para llegar a conseguir la titulación de Ingeniería enseñándome a luchar por mis propósitos con respeto y de manera justa.

A mi hermanos Franklin, Valeria y Maritza quienes con su ejemplo de perseverancia han sabido guiarme por un buen camino y luchar por mis sueños.

De igual manera dedico este trabajo a mis amigos, compañeros y a todas las personas que formaron parte de mi vida universitaria.

Evelyn Chamba

AGRADECIMIENTO

Doy gracias principalmente a Dios ya que mediante su bendición y su guía ha sabido encaminarme hacia mis propósitos.

A mis padres pues ellos me apoyaron tanto económicamente como moralmente y me enseñaron a luchar y a no rendirme en la lucha de mis sueños, sabiendo siempre que decir o que hacer en el momento preciso, dándome ánimos en mis resbalones y felicitándome cuando lo merecía.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, a los docentes de la Carrera de Ingeniería Textil, y en especial al Ing. Edwin Rosero por su gran apoyo, comprensión, paciencia, guía y consejos acerca de este trabajo de titulación.

Evelyn Chamba

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	i
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iii
DECLARACIÓN.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv

PARTE TEÓRICA

1. CAPÍTULO I: INDUSTRIA TEXTIL	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. MATERIALES TEXTILES	2
1.2.1. Fibras textiles.....	2
1.2.1.1. Concepto.....	2
1.2.1.2. Clasificación de fibras textiles	2
1.3. PROCESOS TEXTILES	5
1.3.1. Hilatura	5
1.3.1.1. Hilatura Algodonera	7
1.3.1.2. Hilatura Lanera	13
1.3.1.3. Hilatura de Fibras duras.....	20
1.3.2. Tejeduría	20

1.3.2.1.	Tejido de Calada	21
1.3.2.2.	Tejido de punto	24
1.3.3.	Tintorería	27
1.3.3.1.	Tratamientos previos	27
1.3.3.2.	Métodos de transferencia del colorante	28
1.3.4.	Ennoblecimiento textil o acabados textiles.....	29
1.3.5.	Procesos posteriores	30
1.3.5.1.	Confecciones.....	30
2.	CAPÍTULO II: TEXTILES INTELIGENTES	33
2.1.	INTRODUCCIÓN.....	33
2.2.	DEFINICIÓN DE TEXTILES INTELIGENTES.....	35
2.3.	IMPORTANCIA DE TEXTILES INTELIGENTES.....	36
2.4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS TEXTILES INTELIGENTES	36
2.5.	TECNOLOGÍAS USADAS EN TEXTILES INTELIGENTES	37
2.6.	CLASIFICACIÓN DE TEXTILES INTELIGENTES.....	38
2.7.	ELABORACIÓN DE TEXTILES INTELIGENTES.....	39
2.8.	VENTAJAS GENERALES SOBRE LOS TEXTILES ORDINARIOS	41
3.	CAPÍTULO III.- TEXTILES INTELIGENTES DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACIÓN	43
3.1.	TEXTILES INTELIGENTES DE PRIMERA GENERACIÓN	43
3.1.1.	Introducción.....	43
3.1.2.	Definición	43
3.1.3.	Aplicaciones de los textiles inteligentes de primera generación.....	43
3.1.3.1.	Textiles con protección UV.....	44
3.1.3.2.	Hilados y tejidos de material compuesto de múltiples capas	46
3.1.3.3.	Ropa tratada con plasma	49
3.1.3.4.	Recubrimiento de cerámica en textil.....	52
3.2.	TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN	53
3.2.1.	Introducción.....	53
3.2.2.	Definición	54
3.2.3.	Importancia.....	54
3.2.4.	Aplicaciones de los textiles inteligentes de segunda generación.....	55
3.2.4.1.	Textiles Crómicos	55

3.2.4.2	Fibra óptica y los textiles inteligentes activos.....	56
3.2.4.3	Polímeros conductores	56
3.2.4.4	Textiles con memoria de forma.....	57
3.2.4.5	Microcápsulas.....	58
3.2.4.6	Micro y nano textiles.....	58

PARTE PRÁCTICA

4.	CAPÍTULO IV.- ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DE LOS TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN	61
4.1	PRINCIPIOS	61
4.2	MATERIALES Y APLICACIONES EN TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN.....	62
4.2.1	Materiales Crómicos	62
4.2.1.1	Principios y Materiales.....	62
4.2.1.2	Aplicaciones Textiles	63
4.2.2	Materiales Luminiscentes	66
4.2.2.1	Principios y Materiales.....	66
4.2.2.2	Aplicaciones Textiles	67
4.2.2.3	Fibra Óptica.....	69
4.2.2.4	Principios y Materiales.....	69
4.2.3	Polímeros Inteligentes	70
4.2.3.1	Principios y Materiales.....	70
4.2.3.2	Aplicaciones Textiles	70
4.2.4	Materiales con Memoria de forma	72
4.2.4.1	Principios y Materiales.....	72
4.2.4.2	Aplicaciones Textiles	74
4.2.5	Microcápsulas	75
4.2.5.1	Principios y Materiales.....	75
4.2.5.2	Aplicaciones Textiles	76
4.2.6	Nanomateriales	79
4.2.6.1	Principios y Materiales.....	79
4.2.6.2	Aplicaciones Textiles	80
4.3	EVOLUCIÓN DE TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN O ACTIVOS.....	83

4.3.1 Evolución de acuerdo a su Aplicación	83
4.3.1.1 Materiales Crómicos	83
4.3.1.2 Materiales con memoria de forma.....	86
4.3.1.3 Material de cambio de fase.....	87
4.3.1.4 Material impermeable respirables	89
4.3.1.5 Polímeros Conductores	90
4.3.2 Ejemplos de textiles de segunda generación	91
5. CONCLUSIONES.....	96
6. RECOMENDACIONES.....	98
7. BIBLIOGRAFÍA.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Principio de Cardado.....	10
TABLA 2: Principio de Transporte de fibras en carda.....	11
TABLA 3: Paso en la apertura y limpieza de lana	17
TABLA 4: Tipos de ligamentos de tejido de punto.....	25
TABLA 5: Gases plasmógenos y monómeros funcionales susceptibles de ser empleados en procesos de plasma polimerización.....	51
TABLA 6: Clasificación polímeros inteligentes	57
TABLA 7: Aleaciones de metales que sirven como materiales de memoria de forma.....	73
TABLA 8: Acabados con microencapsulado posibles de realizar en las diferentes prendas y tipo de fibra	76
TABLA 9: Procesos de incorporación de microcápsulas en textil.....	77
TABLA 10: Evolución de la aplicación de materiales crómicos en textiles inteligentes de segunda generación	83
TABLA 11: Evolución de la aplicación de materiales con memoria de forma en textiles inteligentes de segunda generación	86
TABLA 12: Evolución de la aplicación de materiales de cambio de fase en textiles inteligentes de segunda generación	87

TABLA 13: Evolución de la aplicación de materiales impermeables respirables de forma en textiles inteligentes de segunda generación	89
TABLA 14: Evolución de la aplicación de polímeros conductores en textiles inteligentes de segunda generación	90
TABLA 15: Ejemplos de textiles de segunda generación	91

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Descripción gráfica del punto cardante	17
FIGURA 2: Estructura de una carda de cardado lanera	18
FIGURA 3: Carda de peinado lanera	19
FIGURA 4: Elementos de un telar	23
FIGURA 5: Proceso de confección.....	31
FIGURA 6: Reflexión, absorción, transmisión de radiación ultravioleta al incidir sobre un tejido.....	45
FIGURA 7: PiqueX-Dry Absorbente UV Protección.....	46
FIGURA 8: Membrana Traspirable e Impermeable	47
FIGURA 9: Fibras de lana tratadas con plasma de vapor de agua.....	51
FIGURA 10: Tela con recubrimiento de cerámica	52
FIGURA 11: Diferentes estímulos externos y su reacción crómica	56
FIGURA 12: Membrana del material por debajo de la temperatura de activación	57
FIGURA 13: Membrana del material por encima de la temperatura de activación.....	57
FIGURA 14: Forma y estructura de una microcápsula textil	58
FIGURA 15: Vista nanométrica de fibras de nylon recubiertas de oro	59
FIGURA 16: Prendas fotocromáticas	64
FIGURA 17: Marca de la mano en contacto con el textil termocromático	65
FIGURA 18: Cambio de color del textil por cambio de temperatura corporal.....	66
FIGURA 19: Materiales solvatocromáticos.....	66

FIGURA 20: Textil fotoluminiscente	68
FIGURA 21: Textiles optiluminiscentes.....	68
FIGURA 22: Cortina Electroluminiscente.....	69
FIGURA 23: Las estructuras de los polímeros intrínsecamente conductores.....	71
FIGURA 24: Esquema de un tejido con memoria de forma, cuya estructura se abre con el calor y se cierra con el frío	74

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: Procesos Textiles	5
ILUSTRACIÓN 2: Operaciones generales del Proceso de Hilado	6
ILUSTRACIÓN 3: Procesos de la Hilatura Algodonera	8
ILUSTRACIÓN 4: Procesos de la Hilatura Lanera	16
ILUSTRACIÓN 5: Tipos de ligamentos en tejidos de calada	22
ILUSTRACIÓN 6: Clasificación de las máquinas de tejido de punto según sus características.	26
ILUSTRACIÓN 7: Operaciones para un proceso de tintura.....	29
ILUSTRACIÓN 8: Campos de aplicación de los textiles Técnicos.....	48

RESUMEN

El avance de la tecnología a nivel de todas las competencias humanas ha forjado que las ciencias hagan uso de la misma para realizar mejoras, esto también ocurre en el área textil. La inclusión tecnológica textil no se refiere únicamente a maquinaria con mejores eficiencias y facilidades de manejo, sino también se refleja en su producción, ingeniando productos terminados con mayores ventajas y facilidades para sus usuarios conocidos como textiles inteligentes o “Smart textiles”.

El presente documento tiene como objeto recopilar la mayor información posible referente a los textiles inteligentes de segunda generación o activos, indagando libros, revistas, “papers”, artículos científicos, entre otros; obtenidos de bases de datos confiables, con la finalidad de poder presentar una evolución de estos textiles desde su nacimiento hasta la actualidad.

Este trabajo de grado consta de los siguientes capítulos:

En el capítulo I se hará una breve recopilación de información acerca de los conceptos básicos y fundamentales dentro de la producción textil sus inicios, procesos y sus aplicaciones sirviendo como referente para los siguientes capítulos.

En el capítulo II, se presenta la llegada de los textiles inteligentes, definición, importancia, características, tecnologías, formas de elaboración y su clasificación, realizando mayor énfasis en los contenidos de textiles inteligentes de segunda generación ya que será el contenido de principal análisis de este proyecto.

En el capítulo III, se desglosa acerca de la primera y segunda clasificación de los textiles inteligentes, es decir; los textiles inteligentes de primera y segunda generación, su importancia, los materiales y cada una de sus aplicaciones.

En el capítulo V se presenta el objetivo principal del proyecto que consiste en un análisis exhaustivo de la información obtenida de los textiles inteligentes de segunda generación, su nacimiento, los materiales usados y sus usos, determinando la evolución de cada una de sus aplicaciones y tecnologías usadas.

SUMMARY

The advancement of technology at the level of all human skills has forged the sciences to make use of it, this also happens in the textile area. Textile technological inclusion does not only refer to machinery with better efficiencies and management facilities, but also reflects its production, engineering finished products with greater advantages and facilities for the users known as smart textiles.

The purpose of this document is to gather as much information as possible regarding second generation smart textiles or active, by researching books, journals, papers, scientific articles, among others; Obtained from reliable databases, in order to be able to present an evolution of these textiles from birth to the present.

This degree work consists of the following chapters:

Chapter I will make a brief compilation of information about the basic concepts and fundamental within the textile production its beginnings, processes and their applications serving as a reference for the following chapters. Chapter II presents the arrival of intelligent textiles, definition, importance, characteristics, technologies, forms of elaboration and their classification, with greater emphasis on all the contents of the second-generation intelligent textiles as it will be the content of the main analysis of this project. Chapter III, it is broken down about the first and second classification of the intelligent textiles, that is to say; the first and second generation intelligent textiles, their importance, the materials and each of their applications. Chapter V presents the main objective of the project, which consists of a comprehensive analysis of the information obtained from second generation intelligent textiles, their birth, materials used and their uses, determining the evolution of each of their applications and technologies used.

PARTE TEÓRICA

CAPÍTULO I

1 INDUSTRIA TEXTIL

1.1 INTRODUCCIÓN

Abraham Maslow postuló que el ser humano presenta cinco niveles de necesidades, desde las más básicas hasta las más elevadas (Lockúan, 2013a). Desde el inicio de los tiempos una de las necesidades más importantes del humano después de la necesidad de comer, fue la de cubrirse su cuerpo de las intemperies del tiempo ya sea viento, lluvias o frío. Es de aquí que nace la industria textil, y con el paso del tiempo se ha ido desarrollando de la mano de la evolución del mismo hombre.

En la actualidad la actividad textil constituye una importante fuente generadora de empleo, demanda mano de obra no calificada y es además una industria integrada que requiere insumos de otros sectores como el agrícola, ganadero, industria de plásticos, industria química, etc (Carrillo, 2010). En conclusión, la industria textil está relacionada con otras industrias las cuales se necesitan mutuamente para tener una buena producción.

Mejorar la competitividad es el principal desafío de la industria, hacerlo permitirá ingresar y posicionarse en mercados foráneos, incentivar la producción y por lo tanto generar importantes plazas de empleo. De acuerdo a la Clasificación Internacional Uniforme la fabricación de productos textiles y prendas de vestir forma parte de la industria manufacturera. Según las previsiones del Banco Central del Ecuador (BCE), en 2009 este sector aportó con cerca de dos puntos porcentuales al Producto Interno Bruto (PIB), contribución que se ha mantenido similar desde la década anterior (Carrillo, 2010). En sí, la industria textil en general es una gran contribuyente en la economía de nuestro país.

1.2 MATERIALES TEXTILES

1.2.1 FIBRAS TEXTILES

1.2.1.1 CONCEPTO

Una fibra textil es un sólido con una pequeña sección transversal y una elevada relación longitud-sección (Lockuán, 2013a). Las fibras textiles deben tener características especiales las cuáles nos permitan someter a la misma a procesos como hilatura, tejeduría y posteriores, con el fin de conseguir un sustrato textil.

Lockuán afirma que “para que una fibra sea considerada como textil debe cumplir requisitos de **flexibilidad, elasticidad y resistencia**, sea cualquiera su origen” (2013a). Estas características de las fibras textiles variarán de acuerdo al tipo de la misma, pues hay fibras que tiene más alto grado de estas peculiaridades que otras y esto nos ayudará a determinar la aplicación de la fibra en su producto terminado (hilo, tela, no tejido, etc).

La longitud de la fibra influye en la resistencia a la tracción del hilo fabricado con la misma, debido a que las fibras más largas presentan mayor superficie de contacto unas con otras, resultando en un incremento de la tenacidad. La resistencia de un hilo es directamente proporcional a la fuerza necesaria para deslizar a las fibras. Por fin, concluimos: La resistencia de un hilo es directamente proporcional a la longitud de las fibras que lo componen (Lockuán, 2013a).

1.2.1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS TEXTILES

Es necesario saber y conocer sobre la clasificación o división de las fibras pues así se podrá saber el origen y aplicaciones de las mismas. Se puede considerar como la base fundamental para el estudio de los textiles en general.

Las fibras textiles se pueden clasificar: por su longitud y por su procedencia.

a) De acuerdo a su longitud

Se clasifica en dos grupos importantes que son:

Filamento. Son un tipo de fibra que tiene una longitud infinita. Todas las fibras manufacturadas se producen en filamento y que pueden hacerse a cualquier longitud; La seda es el único filamento procedente de origen natural (Houck, 2009).

Fibra discontinua. Las fibras cortadas son fibras naturales o longitudes cortadas de filamento, típicamente de 3,75 a 20 mm de longitud (Houck, 2009).

b) De acuerdo a su procedencia

Las fibras textiles se dividen de acuerdo a su procedencia en dos: Naturales y Manufacturadas (Lockuán, 2013a).

a. Fibras naturales

Se encuentran en la naturaleza y son extraídas mediante procesos físicos o mecánicos (Lockuán, 2013a), es decir que se puede obtener de forma manual o con la ayuda de maquinaria automática o semi automática.

Estas fibras se subdividen en tres grupos: vegetales, animales y minerales.

Vegetales. Están compuestas en su mayoría de celulosa, las fibras de este tipo provienen de plantas, ya sea de la semilla, tallo, hojas, e incluso de la raíz (Lockuán, 2013a). La fibra más conocida y usada de este grupo es el algodón, otras fibras vegetales producidas en menores proporciones es el lino, yute, cáñamo, abacá, cabuya, etc.

Animales. Están compuestas en su mayoría de proteína, las fibras de este tipo provienen de animales (Lockuán, 2013a). La más producida es la lana de oveja, también

tenemos lo que es pelo de alpaca, mohair, vicuna, guanaco, mohair, conejo, etc. A este grupo pertenece el gusano de seda también.

Minerales. Estas son provenientes de minas, como ejemplos tenemos el oro y asbesto (Lockuán, 2013a).

b. Fibras manufacturadas

Cómo su nombre lo dice estas son fibras manufacturadas es decir elaborada por el hombre. Estas se subdividen en dos grupos que son las fibras sintéticas y artificiales o regeneradas.

Sintéticas. Son fibras derivadas de **polímeros sintéticos** (Lockuán, 2013a). Estas son fibras modificadas física y químicamente por el hombre como son poliéster, poliamidas, acrílicos, elastano.

Artificiales. Son fibras derivadas de polímeros naturales ya sea de compuestos orgánicos o inorgánicos.

Artificiales orgánicas. Estas son fibras regeneradas derivadas ya sea de celulosa (obtenida de leñosos como eucalipto, laurel, etc.), o de origen proteínico (derivado de vegetales o animales), (Lockuán, 2013a).Cómo ejemplo de estas fibras está las fibras de rayón viscosa, modal.

Artificiales Inorgánicas. Estas son fibras obtenidas de polímeros inorgánicos como el carbono, vidrio y metal (Lockuán, 2013a). Un ejemplo de este grupo es el rayón acetato.

1.3 PROCESOS TEXTILES

Así como existen diversos tipos de fibras, deben haber procesos diferentes tanto como para obtenerlas como para transformarlas en un género textil, sin embargo podemos destacar los procesos más importante que independientemente el tipo de textil a procesar son básicos para obtener un género textil.



Ilustración 1: Procesos Textiles

Elaborado por: Evelyn Chamba

1.3.1 HILATURA

Desde el punto de vista tecnológico, la hilatura tiene por objeto la formación de un hilo de sección lo más circular posible, formado por una masa compacta de fibras de longitud limitada, colocadas más o menos paralelamente entre si y ligadas por medio de la torsión. (Lockuán, 2013b). En conclusión, la Hilatura se encarga de la realización de hilos los cuáles obtengan las características necesarias para poder realizar procesos posteriores tales como el tisaje, o retorcido del hilo.

La Hilatura desde sus inicios fue realizada manualmente por obreros los cuales hilaban las fibras provocando una torsión para luego pasar esto en husos, sin embargo, este procedimiento requería de mucho esfuerzo y tiempo, ya que la producción era demasiado lenta, los hilos no eran lo suficientemente regulares y no se podía llegar a realizar hilos muy delgados. Debido a esta problemática, con el paso del tiempo el hombre ha creado herramientas de apoyo que sustituya ciertas actividades manuales las cuáles ayudarían a que este proceso se simplifique y obtener mejores producciones (Lockuán, 2013b). La industrialización de ciertas manufactureras, incluida la textil aparecen nuevas metodologías con el fin de obtener mayor regularidad y títulos mucho más finos de hilos para conseguir tejidos mucho más suaves y delgados.

Se deben practicar un cierto número de operaciones que varían según la fibra que se trate y el producto a obtener, sin embargo, podemos simplificar en estas operaciones generales. (Lockuán, 2013b).

Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene por objeto la eliminación de las sustancias ajenas a las fibras.
Individualización	<ul style="list-style-type: none"> • La disgregación e individualización consiste en la separación de emchones entre si hasta conseguir la total independencia de una de las fibras.
Paralelización	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste en preparar ls fibras individualizadas para facilitar pa operación siguiente.
Estirado	<ul style="list-style-type: none"> • Deslizamiento entre sí de las fibras hasta conseguir el adelgazamiento que se pretenda
Cohesión	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene por misión el ligar entre si las fibras, sobre un eje teórico central

Ilustración 2: Operaciones Generales del proceso de Hilado

Fuente: Lockuán, 2013b.

Elaborado por: Evelyn Chamba

Los procesos industriales de hilatura difieren mucho según el tipo de fibras y la característica que se quiere dar al hilo. Para ello se emplea procesos de hilatura para: **Algodón, Lana y fibras duras** (lino, cáñamo, yute, etc.), (Esparza, 2009).

1.3.1.1 HILATURA ALGODONERA

Esta hilatura se la usa para procesar a la fibra de algodón y sus similares en longitud que es un promedio de 25mm, pues en las máquinas correspondientes a este proceso no es posible la hilatura de fibras más largas debido a que se puede producir rupturas de las mismas, generando “pilling” en el hilo y quitando la resistencia del mismo, así como tampoco fibras muy cortas porque no se podrían procesar y se eliminarían en desperdicios. El algodón la fibra principal a trabajarse en este proceso ya sea que se la proceda sola o también con mezclas con fibras sintéticas que hayan sido cortadas a longitudes similares al algodón.

En esta hilatura podemos destacar tres procesos: Hilatura open end, Hilatura cardada e Hilatura peinada, (Lockuán, 2013b). Cada hilatura obtendrá un hilo de diferentes calidades y para diferentes aplicaciones, así pues en una hilatura a rotor el hilo obtenido tendrá menor tiempo de producción, menor calidad y por ende menor precio pudiéndose usarlo en la elaboración de toallas, en cambio, un hilo obtenido de una hilatura peinada necesitará mayor tiempo de producción debido a su extenso proceso el cual tendrá mejor textura y por ende mejor calidad y precio pudiéndolo usar en la elaboración de prendas como camisas o blusas.

A continuación se representa una comparación entre los tres procesos de Hilatura algodонера, y detallando en cada paso las maquinarias a usarse en ellos.

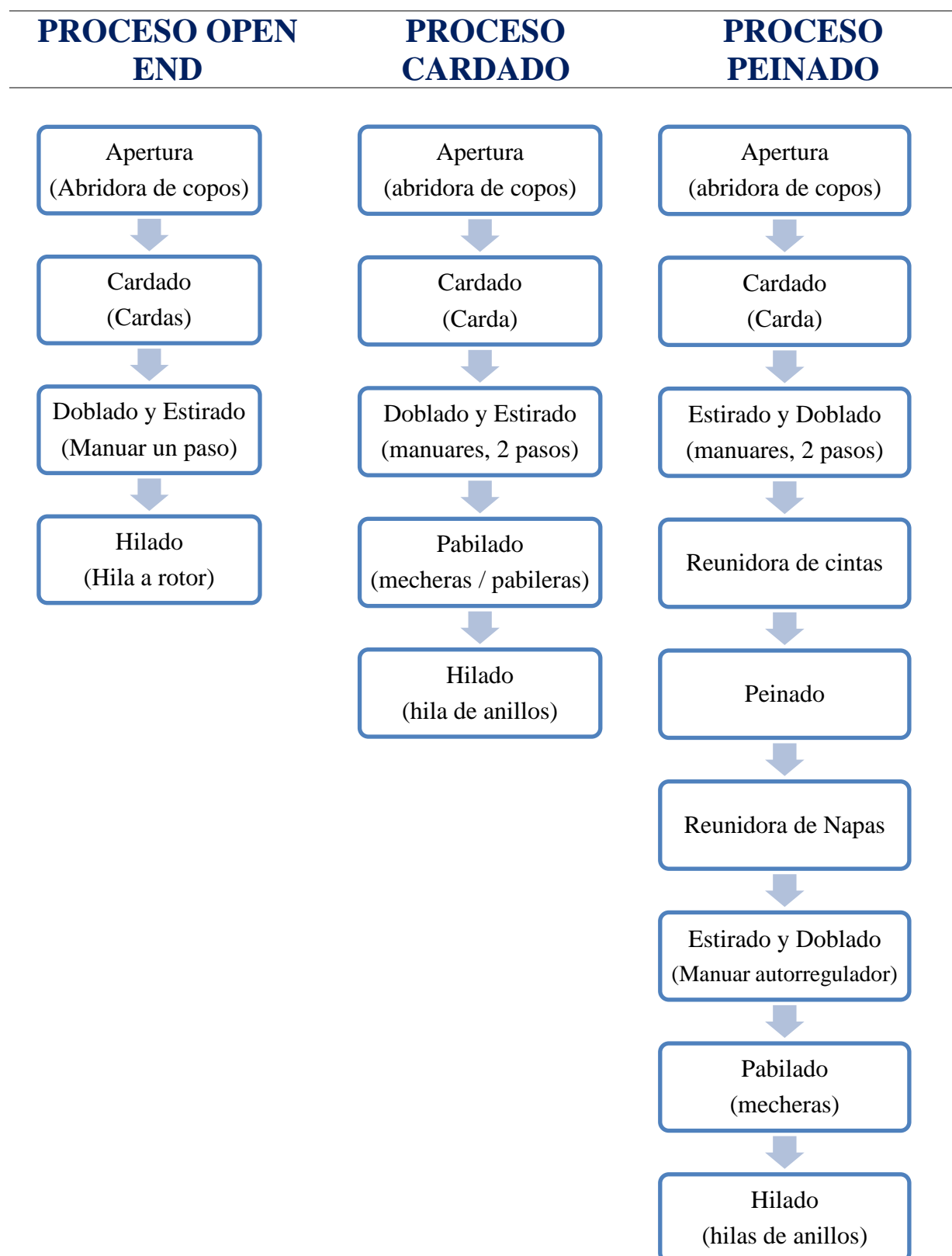


Ilustración 3: Procesos de la Hilatura Algodonera

Fuente: Lockuán, 2013b

Elaborado por: Evelyn Chamba

A continuación, se hablará de las operaciones de estos procesos en general.

Mesclado. El mesclado viene a ser una operación la cual consiste en realizar las mezclas íntimas ya sea de una misma fibra, pero de diferentes procedencias, o mezclas de diferentes fibras. Esta mezcla cabe recalcar que se la puede realizar en dos etapas de la hilatura, ya sea al inicio en la apertura, o en el doblado y estiraje del proceso (Véase en Lockuán, 2013b).

“En todo caso los mejores resultados de homogeneidad se obtienen realizando la mezcla en estas dos etapas” (Lockuán, 2013b).

Apertura. Consiste en reducir los copos de material en su tamaño, esto evita enredos en las fibras y facilita la eliminación de impurezas (Lockuán, 2013b).

Cardado. Es la operación clave de la hilatura, en esta operación se especifica las características del hilo a elaborar, en esta operación se abren totalmente los copos de material, se eliminan impurezas y fibras cortas, ordena y paraleliza las fibras para como resultado final de la operación obtener una cinta de fibras. Este proceso se lo realiza en la carda la cual es una máquina con serie de órganos móviles, los cuales están recubiertos de guarniciones y con calibraciones de velocidades y sentido de giro los cuales permiten elaborar la cinta con características requeridas para procesos posteriores (Véase en Lockuán, 2013b).

Interacción de guarniciones y fibras. Es necesario conocer la manera de acción de las guarniciones, su sentido de púa y relación de giro (suponiendo que el sentido de giro al ser al mismo sentido de púa se considera positivo y si tienen sentido contrario entre ambos se considera negativo), a más de eso la velocidad de los cilindros y los que sucede en cada caso (Lockuán, 2013b).

PRINCIPIO DEL CARDADO

	+A y +B	Si hay cardado, a mayor velocidad, mayor cardado.
	+A y -B	$V_A > V_B =$ Hay cardado. $V_A = V_B =$ No se usa. $V_A < V_B =$ Abandono de fibras.
	-A y +B	$V_A > V_B =$ abandono de fibras. $V_A = V_B =$ No se usa. $V_A < V_B =$ Hay cardado.
	-A y -B	Hay abandono de fibras, no se usa.

Tabla 1: Principio de Cardado

Fuente: Lockuán, 2013b

Como podemos ver en la tabla 1, en base a la disposición de púas entre los cilindros, la dirección de recorrido y la velocidad cumplirán una función. Si A tiene dirección +, y B sea +, habrá cardado y mientras mayores sean las velocidades mayor será el cardado. Otra forma de obtener cardado es cuando +A y -B, siempre y cuando la velocidad de A sea mayor que B. Y la otra manera es cuando -A y +B, siempre y cuando la velocidad B sea mayor a velocidad A.

En las demás relaciones entre los cilindros, su sentido y su velocidad podemos ver que no existe cardado, por ende no se usarían para poder obtener el cardado de las fibras en la máquina al menos que solo se requiera un transporte de las mismas y de igual manera hay que analizar su ubicación para realizar correctamente su traslado de un cilindro al otro.

En la siguiente tabla explicaremos en el caso contrario de las púas, en este caso lo único que haría la carda es transporte de fibras, más no un cardado.

PRINCIPIO DEL TRANSPORTE EN LA CARDA

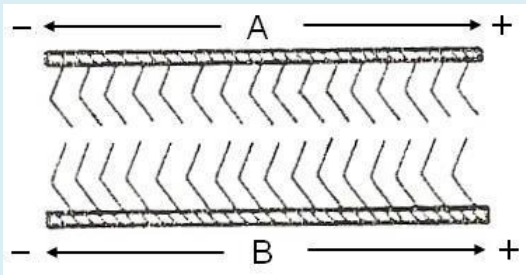
	+A y +B	$V_A > V_B = A$ se lleva las fibras. $V_A = V_B =$ No se usa. $V_A < V_B = B$ se lleva las fibras.
	+A y -B	A se lleva las fibras.
	-A y +B	B se lleva las fibras.
	-A y -B	$V_A > V_B = B$ se lleva las fibras. $V_A = V_B =$ No se usa. $V_A < V_B = A$ se lleva las fibras.

Tabla 2: Principio del transporte de fibras en carda

Fuente: Lockuán 2013b

Como se puede apreciar en la tabla 2 la cual está basada en el principio de la tabla 1 de acuerdo a la dirección de las púas, el sentido de giro y la velocidad de las mismas, se puede especificar cuando se produce un transporte de fibras solamente, así pues cuando +A y +B, si la velocidad de A es mayor a B; se lleva las fibras cilindro A, si la velocidad de A es menor a B; se lleva las fibras cilindro B. Cuando el sentido sea -A y +B se lleva las fibras el cilindro B. Cuando el sentido sea +A y -B se lleva las fibras cilindro A. Cuando -A y -B, si la velocidad de A es mayor a B; se lleva las fibras cilindro B, si la velocidad de A es menor a B; se lleva las fibras cilindro A.

Estirado y Doblado. Este proceso se lo realiza en los manuales, consiste en someter la cinta obtenida de carga a un estirado y a su vez un doblado con el objetivo de paralelizar, homogenizar e incluso mesclar fibras para obtener como resultado una cinta más uniforme y a su vez ir disminuyendo su diámetro. Este proceso está compuesto por dos o tres etapas, de acuerdo al grado de homogenización que se desee. A mayores pasos por manual, mayor regularidad y uniformidad tendrá el hilo final. No obstante, no es recomendable exceder a los

tres pasos de manuar debido a que esto incide en el tiempo de producción y por ende en el costo de elaboración del hilo (Lockuán, 2013b).

El estiraje total depende de:

- el tipo de material
- el contenido de fibras cortas
- la longitud de fibra

(Lockuán, 2013b).

Peinado. En caso de ser hilatura peinada, se realiza un proceso en el cual consiste en peinar las cintas de manuar, anteriormente colocadas en napas para alimentar a la máquina peinadora en donde se procede a eliminar impurezas restantes en las fibras, eliminar fibras cortas y aumentar paralelización de fibras para conseguir una cinta más uniforme (Véase en Lockuán, 2013b).

Pabilado. Se lo realiza en las máquinas pabileras o mecheras. Es aquí donde la cinta de manuales o peinadora (si el caso es hilatura peinada), se estiran y se les da una pequeña torsión hasta convertirse en un pabilo el cual resista el siguiente proceso. Este será almacenado en bobinas (Lockuán, 2013b).

Hilado. Se lo realiza en las hilas. En este proceso se alimenta los pabilos obtenidos del anterior proceso para obtener un hilo el cual se le dará el título final con sus respectivas torsiones (Lockuán, 2013b).

Acabado. Una vez obtenido el hilo final, se procede a la bobinadora donde se pasa el hilo de bobinas a conos con el fin de obtener mayores extensiones de hilos para utilizar en posteriores procesos y depurar todas las imperfecciones del hilo. Otro proceso que se puede

realizar al hilo es el retorcido, este acabado se lo aplicará cuando así se lo requiera, consiste en unir mediante torsión dos o más hebras de hilo para formar uno solo (Lockuán, 2013b).

1.3.1.2 HILATURA LANERA

El proceso de hilatura de esta fibra es relativamente complicado, esto se debe a que la fibra por ser de origen natural tiene propiedades textiles muy variadas. Los hilos que se pueden elaborar son el resultado de tres diferentes procesos los mismos que son: el proceso cardado con el que se obtienen hilos generalmente gruesos y no muy regulares, el proceso semi peinado con el cual se producen hilos no muy finos pero regulares y el proceso peinado con el que se producen hilos finos y muy regulares; las máquinas utilizadas en estos procesos de hilatura son las máquinas para corte lanero y son específicas para cada subproceso (Esparza, 2009).

Las fibras que pueden ser utilizadas en los procesos de hilatura lanera requieren de dos condiciones esenciales; deben ser primeramente fibras cortadas, con longitud definida, y poseer una longitud promedio de unos 65 mm. En este proceso se puede trabajar por lo general con fibras animales, aunque también con fibras provenientes del petróleo, o manufacturadas ya que a estas se las puede cortar de acuerdo a las especificaciones de longitud antes mencionadas (Esparza, 2009).

Al igual que la Hilatura algodonera tiene los mismos principios que son: limpieza, apertura, paralelización, estirado y cohesión.

a) Preparación de la fibra

La preparación de la lana es muy importante debido a que, de acuerdo como salgan las fibras de este proceso, será la calidad del hilo obtenido. Debido a que las fibras de lana contienen un sin número de impurezas y suciedad después de su esquila, es necesario preparar

la fibra para poderla someter al hilado, para ello la preparación está constituida por algunas operaciones con las cuales se alistarán a la fibra (Esparza, 2013).

Reclasificación. Este proceso consiste en clasificar la lana de acuerdo a su calidad, es una operación manual la cual necesita experiencia y agilidad de parte de quien la realiza (Esparza, 2013).

Apertura. En este proceso se procede a separar los vellones en partes más pequeñas para ello se pasa a estos en la máquina Abridora de Lana o Batuar, la cual por medio de principios similares al cardado realizan la apertura y a su vez la limpieza de las fibras (Esparza, 2013).

Lavado. Es el proceso en el cual se elimina de las fibras las impurezas, excesos de grasa, sales y resto de residuos que contengan las fibras. Para ello existen dos métodos: el lavado en vida que consiste en bañar a la oveja permitiendo así que la fibra se mantenga suave, brillante y sin manchas. Otro proceso de lavado es el industrial, es el lavado de la fibra una vez ha sido esquilada, se lo realiza en una maquinaria llamada “leviatanes” por medio de procesos mecánicos, temperatura y con la incorporación de detergente y un tipo de álcali (Esparza, 2013).

Ecurrido. En este proceso se elimina el exceso de agua que contiene la lana lavada, para ello existen dos maneras de hacerlo, ya sea por gravedad, la cual es dejar la lana sobre una mesa la cual debe tener perforaciones en su superficie permitiendo eliminar el agua por allí. Otro proceso de escurrido es el de presión el cual consiste el paso de las fibras mojadas por medio de rodillo eliminando el exceso de agua. El último proceso de escurrido es por fuerza centrífuga en el cual se lo realiza en máquinas llamadas “centrifugas”, la cual aplica una fuerza centrífuga a las fibras permitiendo eliminar hacia afuera el agua (Esparza, 2013).

Secado. Una vez escurrida la fibra, se procede a secar la cual se la puede realizar ya sea por secado que se utiliza unos hornos especiales, en los cuales existen unas cámaras en cuyo interior circula aire caliente que proviene del exterior por medio de unos ventiladores, estos extraen el aire del ambiente al parte inferior de las cámaras de secado y lo impulsan hacia arriba haciéndole pasar por unos radiadores o serpentines mismos que están calentados con vapor o aceite. También se puede hacer secado al ambiente que se hace colocando las fibras de lana húmedas en superficies lisas y en espacios abiertos para que sean sometidas a la acción de la energía procedente de los rayos solares (Esparza, 2013).

Ensimaje. Debido a que en el lavado se eliminó en su totalidad la grasa de las fibras se debe colocar un lubricante que le imparta lubricación, cohesión y evite la electricidad estática para poder procesarlas en la Hilatura (Esparza, 2013). Un ensimaje es de buena calidad cuando cumple con las siguientes condiciones:

- Debe ser fácilmente eliminable en un lavado posterior;
- No debe tener mal olor (olor a diésel);
- No debe manchar a las fibras;
- No debe oxidar las partes mecánicas de trabajo de las máquinas.

(Esparza, 2013).

b) Diferentes procesos de Hilatura Lanera

La hilatura lanera al igual que la algodónera tiene diferentes procesos que se pueden realizar como son: Proceso Cardado, Proceso Semi Peinado y Proceso Peinado, los cuales se los representa en la siguiente ilustración.

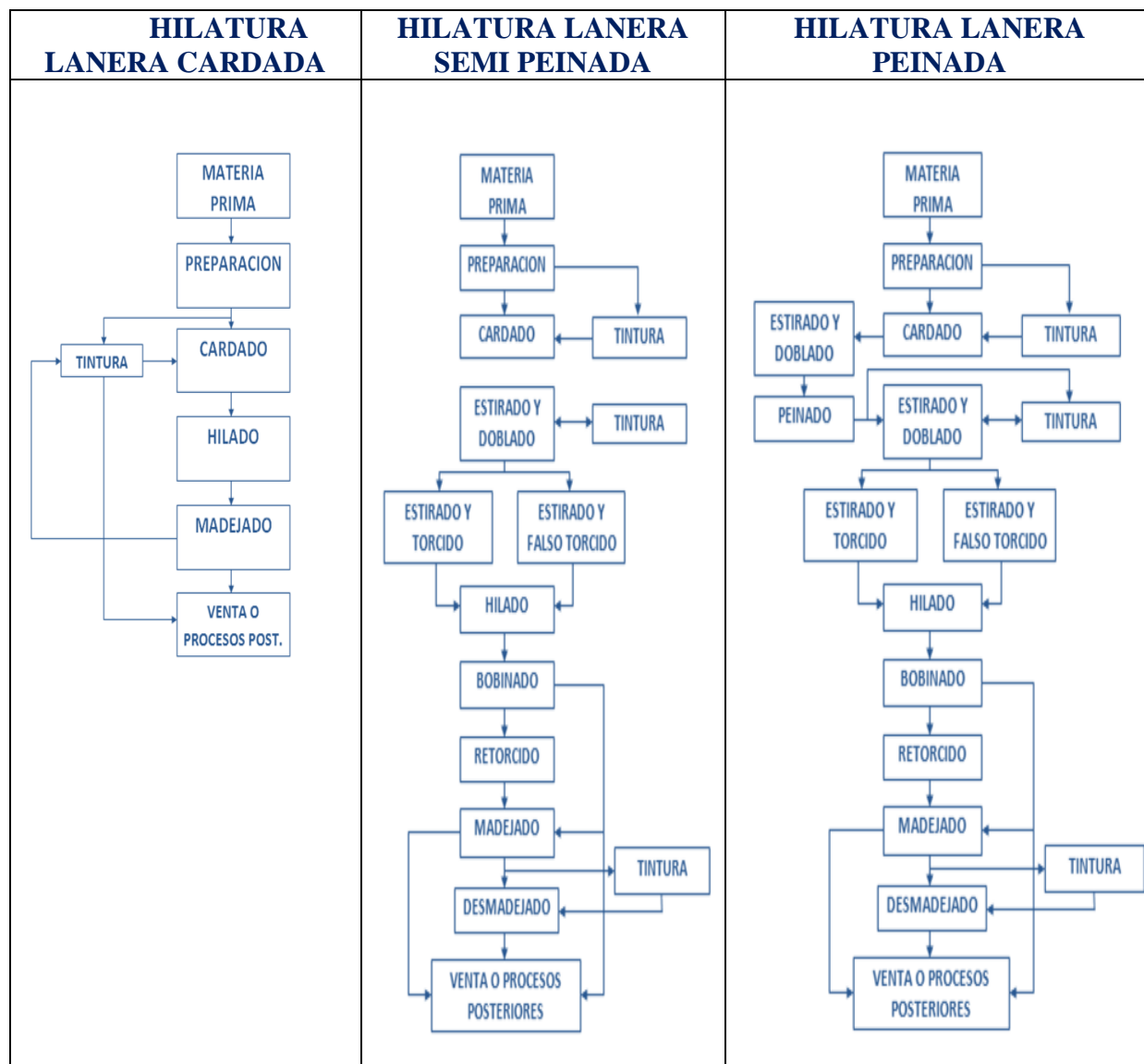


Ilustración 4: Procesos de Hilatura Lanera

Fuente: Esparza, 2013.

A continuación se describe todas las actividades dentro de los procesos en general.

Apertura y Mescla. Tiene como objeto abrir las fibras que se han compactado al momento del lavado, así también eliminar el resto de impurezas que se puedan encontrar y facilitar el paso por la carda. Esta operación se la realiza en la máquina “lobo abridor” (Esparza, 2013). En maquinarias más modernas podemos encontrar maquinarias mucho más extensas que realizarían la apertura, limpieza, ensimaje, y alimentación a cardas en una sola máquina (Lockuán, 2013b).

<i>Paso número</i>	<i>Lana 100%</i>	<i>Lana/otro material</i>
1	Lana	Lana
2	Lana más ensimaje	Otro material
3	Lana	Lana con otro material más ensimaje
4		Lana con otro material

Tabla 3: Paso en la apertura y limpieza

Fuente: Esparza 2013

En la tabla 4 se indica cómo sería el paso del material en el caso de ser 100% lana y en caso de tener una mezcla de lana y otro material, pues en ambos casos tienen un orden que seguir.

Cardado. Es el proceso más importante dentro de la hilatura, en este paso se abren y limpian, individualizan y paralelizan las fibras para formar cintas o mechas dependiendo el caso.

Punto cardante. Como su nombre lo dice es el lugar donde se produce el cardado de las fibras.

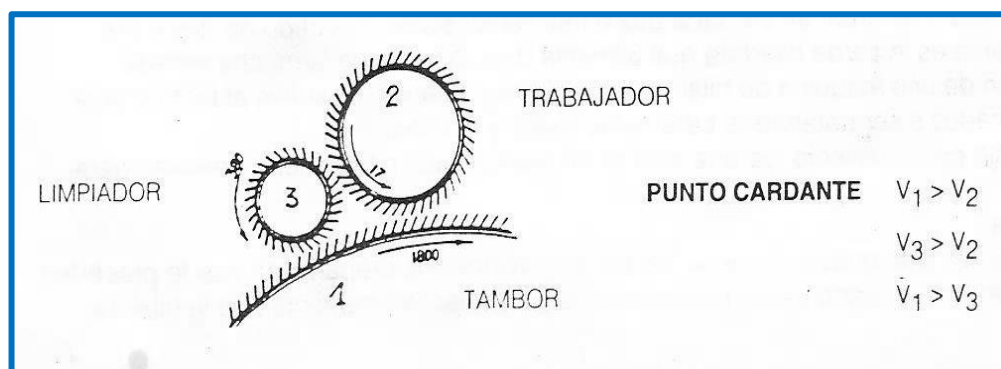


Figura 1: Descripción gráfica del punto cardante

Fuente: (Esparza, 2013)

En la figura se muestra, tanto las velocidades, sentido de púas y giro de los cilindros tanto como del gran tambor, del trabajador y el limpiador.

Así mismo el principio de cardado es exactamente igual al de hilatura algodонера, el sentido de púas y velocidades permitidas tanto para transporte como para cardado.

Cardas de cardado. Estas cardas son utilizadas para obtener hilos gruesos debido a que de estas se ya mechas.

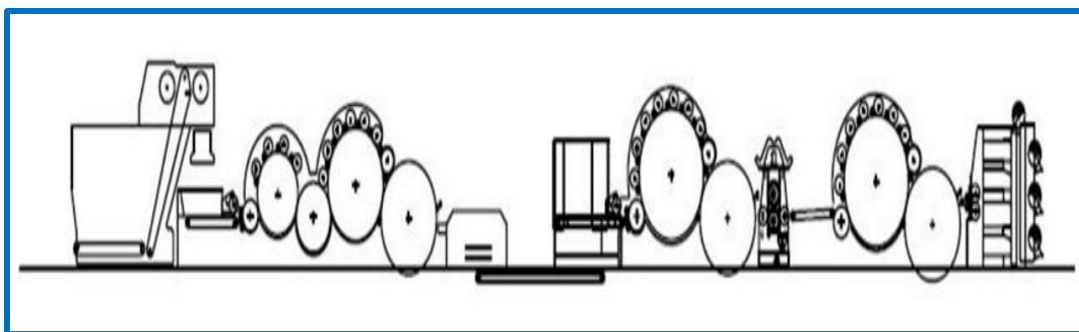


Figura 2: Estructura de una carda de cardado

Fuente: Esparza (2013).

En la figura se muestra una vista lateral de las partes que comprenderían a esta carda. Es allí como vemos que en la primera sección (de izquierda a derecha) comprende de una carda que se llama alimentadora, pues es en esta donde se introduce la fibra por medio de una báscula que se abre de acuerdo al grado de alimentación de la misma para acto seguido pasar por la carda de primer paso, como siguiente tenemos la carda de segundo paso donde se repasa el cardado de la fibra para conseguir mayor paralelización, homogenización y limpieza de la fibra, y como último tenemos una carda de tercer paso donde se trata de ordenar lo mayor posible las fibras obteniendo como resultado un velo lo mayor regular posible el cual, será seccionado en partes longitudinales las cuales pasarán por un sistema de cohesión o fricción dándoles una falsa torsión y obteniendo al final de todo el proceso mechas de fibras que servirán como material de alimentación a las hilas (Esparza 2013).

Carda de Peinado. A diferencia de la carda de cardado esta carda tiene uno o máximo dos grupos cardantes, y no se producen mechas sino cintas. Su manera de trabajo es similar a la carda anteriormente mencionada.

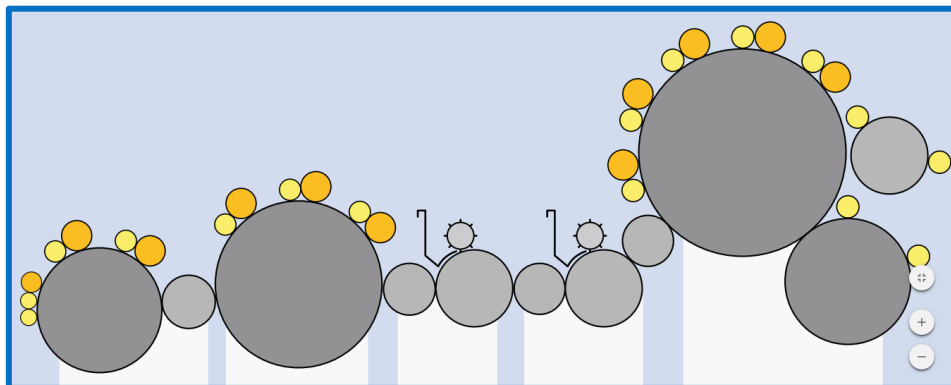


Figura 3: Carda de Peinado

Fuente: Esparza 2013

Estirado y Doblado. Este proceso consiste en darle un estiraje y doblado de las cintas producidas de la carda de peinado para uniformar, paralelizar y homogenizar a las fibras y obtener unas cintas regulares. Este proceso se lo realiza en las máquinas llamadas “guills”, y al igual que en la hilatura algodonera se necesita dos o tres pasos de estiraje para obtener mejores resultados de producción, sin embargo, a pesar de que el principio de estiraje sea el mismo se puede decir que los guills contiene en su tren de estiraje peines los cuales ayudan a transportar a las fibras de un par de cilindros al otro (Esparza, 2013).

Peinado. Este proceso al igual que el de hilatura algodonera tiene las mismas funciones de eliminar fibras cortas, impurezas, paralelizar y homogenizar mejor las fibras y por ende la cinta producida. La diferencia entre el peinado de lana y algodón está en su proceso ya que sus maquinarias son diferentes, sin embargo, su principio es el mismo (Esparza, 2013).

Estirado, torcido o falso torcido. Después de obtener una cinta uniforme del estirado y doblado, se procede a estirar más hasta conseguir una mecha o pabilo regular y homogéneo. Se habla de torcido o falso torcido es porque de ambas maneras se puede realizar al pabilo, con torsión en la mechera, y con falsa torsión en el finisor. La mechera viene a ser una máquina exactamente igual a la mechera de algodón las diferencias serían en las calibraciones y el tipo de bobinas a usar mientras que el finisor es una maquina por la cual para dar el falso torcido comprende de bandas las cuales emiten una fricción sobre la mecha permitiendo que tengan así una cohesión entre las fibras (Esparza, 2013).

Hilado. En este proceso es en el cual se le da el título final del hilo, su estiraje final y todas las características requeridas en el mismo.

Acabados. Una vez obtenido el hilo este puede pasar a diferentes procesos de acabados, como el bobinado, retorcido, o la fabricación de hilos de fantasía.

1.3.1.3 HILATURA DE FIBRAS DURAS

A pesar de tener estas dos hilaturas como principales fibras como cabuya, yute o similares que tiene longitudes de fibra mucho más altas necesitan otros tipos de procesos, a pesar de que el principio de hilatura sería el mismo, los procesos tendrán la variación necesaria para poder hilar las fibras. Estos tipos de fibras no tienen tecnologías avanzadas, esto se debe a que no son fibras muy comerciales y como consecuencia su hilatura viene a ser en su mayoría artesanal.

1.3.2 TEJEDURÍA

Independientemente el género o el método de elaboración de las telas podemos decir que, según el DRAE, la palabra tela tiene hasta 15 acepciones (Vigésima segunda edición), continuación mostramos las dos primeras las cuales dicen que es una obra hecha de muchos hilos que, entrecruzados alternativa y regularmente en toda su longitud, forman como una

lámina. Se usa especialmente hablando de la obra tejida en el telar o es una obra semejante a esa, pero formada por series alineadas de puntos o lazadas hechas con un mismo hilo, especialmente la tela de punto elástico tejida a máquina (Lockúan, 2013c).

En un sentido más amplio, una tela es una estructura laminar flexible, resultante de la unión de hilos o fibras de manera coherente al entrelazarlos o al unirlos por otros medios. A la industria que fabrica telas tejidas a partir de hilos se le llama en general tejeduría. (Lockuán, 2013c).

La Tejeduría se divide en dos grandes grupos los cuales tienen características de formación, y resultados diferentes entre ambos procesos.

1.3.2.1 TEJEDURÍA DE CALADA

1.3.2.1.1 Generalidades

En este proceso de realización de telas se realiza un tratamiento anterior de los hilos, como es el urdido y engomado que nos ayuda en el momento del tisaje. El tejido de calada es el que resulta del cruzamiento entre dos series perpendiculares de hilos: La serie vertical se la denomina urdimbre y el ancho de la totalidad de la urdimbre forma el ancho del tejido. La serie horizontal es la trama, las pasadas son introducidas dentro de la urdimbre y en su totalidad forman el largo del tejido (Lockúan, 2013c).

El cruzamiento de la urdimbre y la trama sigue un orden preestablecido con anterioridad, según el diseño o dibujo deseado (Lockúan, 2013c). Los diseños que serán realizados dependerán de los tipos de ligamentos, pues su conocimiento es prescindible pues los diseños a implementar en una tela de calada dependerán de estos ligamentos y sus variaciones. Es decir que en base a estos será las calibraciones de tejido.

1.3.2.1.2 Tipos de Ligamentos

Los tipos de ligamentos son la forma de entrecruzamiento de los hilos los cuales serán aplicados en la formación de la tela, que a continuación se ve en el cuadro.

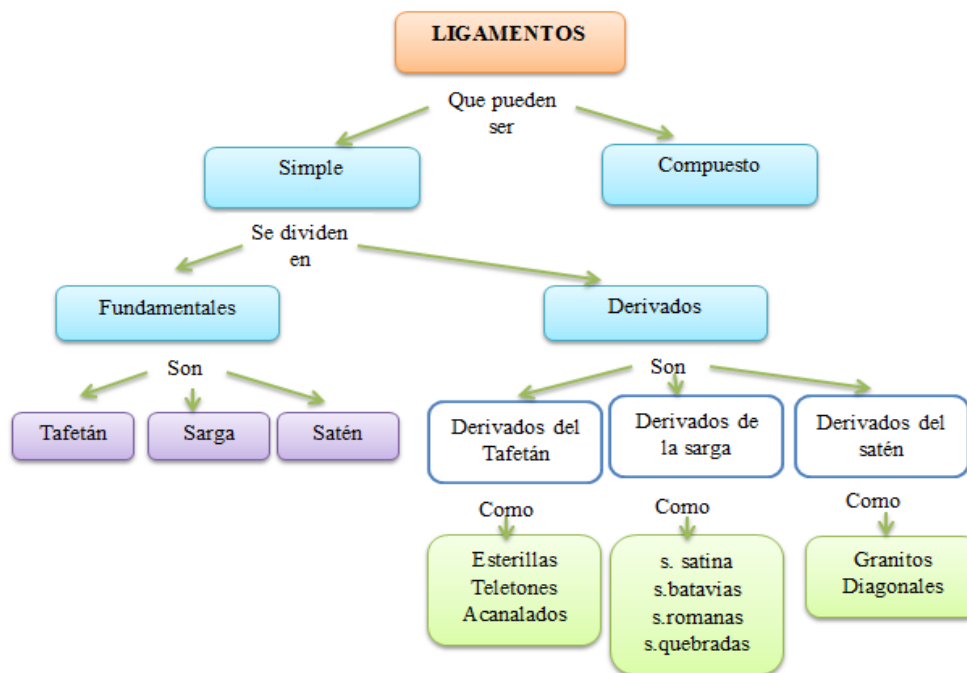


Ilustración 5: Tipos de ligamentos en tejido de Calada

Fuente: Lockuán, 2013c

En la figura 5 se puede apreciar la división de los ligamentos de tejido de calada, o comúnmente conocido como tejido plano en el cual se destacan dos grupos de ligamentos que son los simples y compuestos. Dentro de los simples tenemos los ligamentos fundamentales que son tafetán, sarga y satén, y los derivados que son variaciones obtenidas de los ligamentos fundamentales. Cabe recalcar que los ligamentos fundamentales son la base de la formación de todos los ligamentos.

1.3.2.1.3 Maquinaria

La maquinaria usada en este tipo de tejeduría se denomina telar. Los hilos de urdimbre pasan por los lizos que están contenidos en los marcos. Los hilos pasan por los lizos de los

marcos según un orden establecido de antemano y se llama remetido. Consecuentemente los hilos pasan por el peine sujeto al batán, en grupos de dos o más según se disponga. El batán con su movimiento oscilatorio comunica un movimiento de vaivén al peine. Al conjunto de la calada y peine se le llama triángulo de calada, que cuando ésta está abierta y el peine atrasado, por su interior se inserta la trama. Mientras la calada se cierra, el peine avanza depositando la pasada junto a sus anteriores formándose el tejido. Retrocede el peine y se forma otra vez el ángulo de calada, pero con los lizos en distinto orden y así se va repitiendo constantemente el proceso (Lockuán, 2013c).

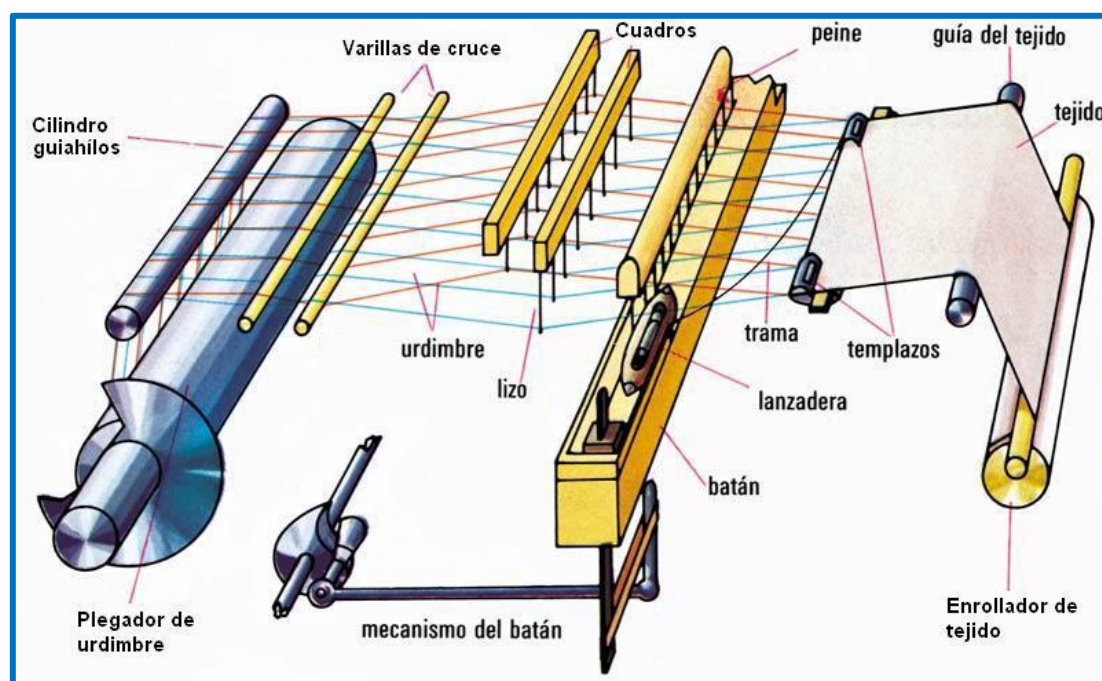


Figura 4. Elementos de un telar

Fuente: Lockuán, 2013c

En la figura 4 se puede distinguir las partes esenciales para que el tejido de calada se pueda formar. Son cinco partes importantes para obtener un tejido las cuales son: urdimbre, mecanismo formador de calada (lisos y marcos), mecanismo encostador de trama, peine, un sistema de inserción de trama y un sistema enrollador de tela. Si cualquiera de estas partes llegasen a faltar sería imposible realizar una tela de tejido plano.

1.3.2.2 GÉNERO DE PUNTO

1.3.2.2.1 Generalidades

Los géneros de punto son tejidos obtenidos mediante el entrelazamiento de hilos, esto puede obtenerse de forma manual, o con el empleo de máquinas, en todo caso, esta operación recibe el nombre de tricotaje. La estructura particular de los géneros de punto les brinda ciertas características que los diferencian de los tejidos de calada como presentar mayor confort en su uso, pues tienen la particularidad de amoldarse al cuerpo debido a la elasticidad que otorga su estructura, también poseer una apariencia más pulcra ya que no presentan arruga. La propiedad elástica confiere una ventaja económica respecto a los moldes de la confección, ya que otorga la posibilidad de unificación de partes (delantero y espalda) y talles. Poseen un encogimiento superior (hasta un 5% frente a un 2% de los tejidos de calada) (Lockúan, 2013c).

1.3.2.2.2 Ligamentos en punto

Los ligamentos de tejido de punto se considerarían a la manera en que las mallas van entrelazándose para formar el tejido, los cuales se detallan a continuación.

	Género	Fonturas	Caras iguales	Área de rapport	
				Agujas	Pasadas
Básicos	Jersey	1	No	1	1
	Rib 1 x 1	2	Sí	1 + 1	1
	Interlock	2	Sí	1 + 1	2
	Links-links	2	Sí	1	2
Con mallas cargadas	Piqué simple	1	No	2	4
	Piqué doble	1	No	2	6
	Piqué simple cruzado	1	No	2	2
	Piqué doble cruzado	1	No	2	4
	Piqué perlado	1	No	2	2
	Mini piqué	1	No	2	6
Con flotantes	Franela 3 x 1	1	No	4	4
	Jersey con bastas	1	No	2	2

Tabla 4: Tipos de ligamentos de tejido de punto

Fuente: Lockuán, 2013c

En esta figura podemos apreciar tres grupos principales de clasificación de los ligamentos de tejido de punto o tricotaje que son los básicos, con mallas cargadas y con mallas flotantes. Dentro de los ligamentos básicos tenemos Jersey, Interlock, Rip y Links links, de los cuales se obtendrá sus variaciones las cuales estarán dentro de las siguientes clasificaciones que son con mallas cargadas y con mallas flotantes.

1.3.2.2.3 Maquinaria

Normalmente, la velocidad de producción en máquinas de tejido de punto es mayor a la producida en un telar de calada. Los cambios en la maquinaria son más rápidamente adaptables a los cambios de la moda en relación a los telares para tejidos de calada. Una ventaja única en el tejido de punto es que tiene la posibilidad de realizar prendas completas prescindiendo de los procesos de tizado, corte y confección (Lockuán, 2013c).

Aunque los tejidos del género de punto están formados por mallas, no todos son iguales, ya que las diferencias de estructuras y los métodos de formación de mallas les confieren a cada uno de ellos unas propiedades y/o aspecto a menudo difíciles de comparar.



Ilustración 6: Clasificación de las máquinas de tejido de punto según sus características.

Fuente: Lockuán, 2013c.

Elaborado por: Evelyn Chamba.

1.3.3 TINTORERÍA

Una vez obtenida la tela se procede a los siguientes tratamientos, que por lo general suele ser la tintorería, al menos que el requerimiento de la tela para su destino final sea una tela en crudo, es decir, sin ningún tratamiento posterior a la tejeduría. Sin embargo, podría considerar el proceso de tintorería una manera de eliminar impurezas y grasas de la tela y así mismo darle un embellecimiento en su apariencia dándole colores.

1.3.3.1 Tratamientos previos

El material textil, luego de los procesos de hilandería y/o tejeduría, presenta el color original de las fibras constituyentes (crudo), ocurre entonces que muchas veces este color debe ser cambiado para que los artículos confeccionados se diferencien entre sí. Para el usuario final todo entra por los ojos, es más, muchas veces hace la elección de una prenda sólo debido a su color, para efectos de combinación y moda, por ello es necesario que el material adquiera un color según las preferencias del cliente (Lockuán, 2013d). Viendo esto, desde milenios se ha procurado que los textiles adquieran ciertas características cromáticas. Esto se logró empleando tintes que se encontraban en la naturaleza. Posteriormente con el desarrollo de la química, se produjeron los colorantes sintéticos.

Se entiende como tintorería al conjunto de procesos químicos que permiten al sustrato adquirir un color, de acuerdo al requerimiento final.

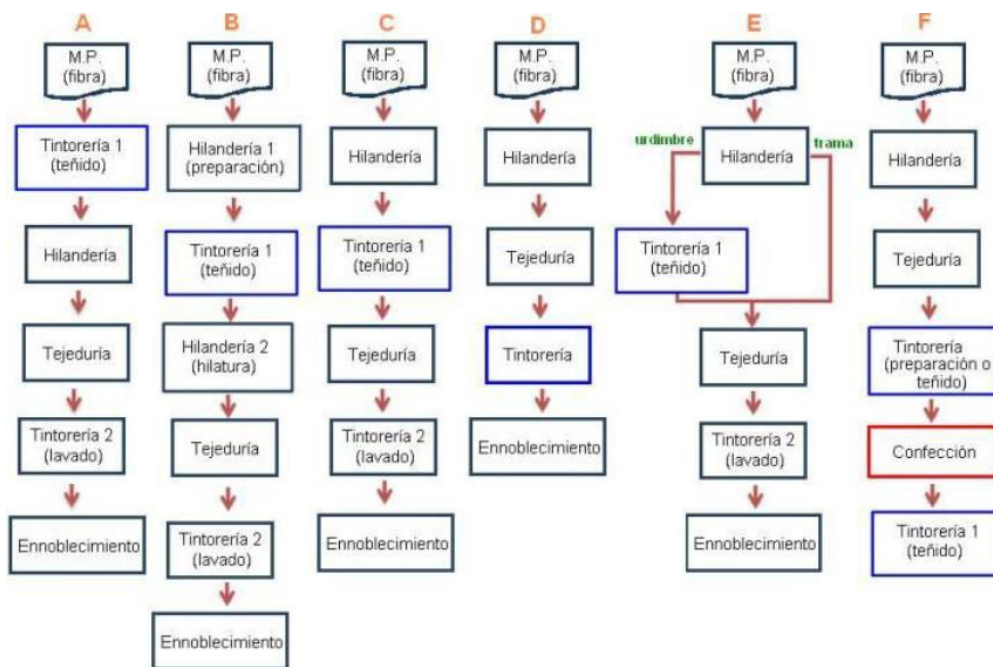


Ilustración 7: Ubicación de los procesos de tintorería en el flujograma de la industria textil según el sustrato a teñir: (A) Teñido en rama (fibras sueltas), (B) Teñido en cintas de hilandería (tops), (C) Teñido de hilos, (D) Teñido de tejidos, (E) Teñido del demin (F) Teñido de prendas.

Fuente: Lockuán, (2013d).

1.3.3.2 Métodos de transferencia de colorante

Existen dos métodos para transferir el colorante del baño en la fibra que son:

Tintura por agotamiento. En este método el colorante se disuelve en el baño, la tela se sumerge en este baño y se realiza el proceso hasta que el colorante del baño haya migrado en la tela casi en su totalidad y esté fijado en la fibra, terminado este proceso, se enjuaga el colorante no fijado del sustrato tinturado (Lockuán, 2013d). En conclusión esta tintura lo que se trata es que se agote el colorante del baño en el sustrato textil.

Tintura por impregnación. Este proceso se lo realiza con la ayuda de medios mecánicos (rama termofijadora), se humecta al tejido y luego se escurre, el baño es distribuido de forma homogénea en la tela y por ende el colorante también (Lockuán, 2013d), para luego dirigirse a unos rodillos de presión los cuales escurrirán el exceso de humedad de la tela, seguido de esto

el sustrato se dirigirá por cámaras de temperatura las cuales fijaran el colorante mediante calor. Al final se enjuaga el colorante que no se ha fijado.

Tanto como para tinción por agotamiento, como por impregnación debe tomarse en cuenta las siguientes operaciones:

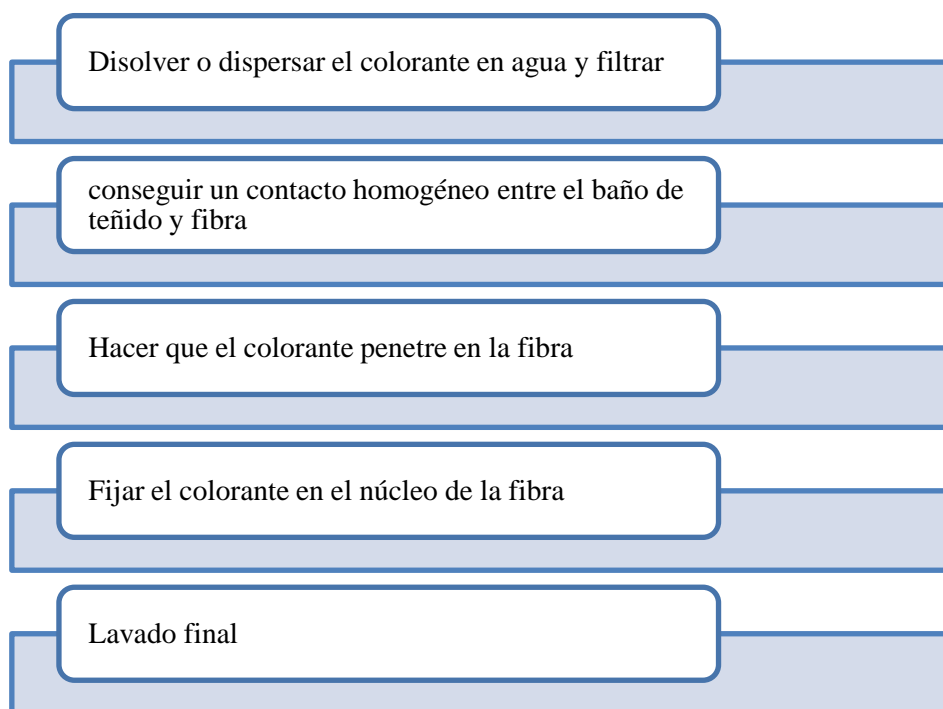


Ilustración 7: Operaciones para un proceso de tinción

Fuente: Lockuán, 2013d.

Elaborado por: Evelyn Chamba

1.3.4 ENNOBLECIMIENTO TEXTIL O ACABADOS TEXTILES

La frase ennoblecimiento textil define una serie de operaciones llevadas a cabo en las telas ya blanqueadas, teñidas o estampadas para mejorar aún más sus propiedades y – posiblemente – añadir algunas nuevas; en suma, es ennoblecer al tejido optimizando alguna de sus características. Los parámetros que influyen en la elección del proceso de acabado más adecuado son la naturaleza de la fibra o tela y la aplicación final del tejido. Las operaciones

de acabado son diversas, pero podemos ensayar clasificarlas bajo tres criterios según primero el tipo de tejido (tejido de calada, género de punto), el tipo de proceso (mecánicos, químicos y mecánico- químicos), las características adquiridas. (Propiedades sensoriales, propiedades funcionales). Cada materia textil tiene un proceso de ennoblecimiento diferenciado. El propósito del ennoblecimiento textil es brindar a los artículos determinadas propiedades ventajosas para su uso final. Sin embargo, estos mismos tratamientos también pueden causar efectos indeseables de dos tipos: mecánico-tecnológico (Lockuán, 2013e)

El propósito del ennoblecimiento textil es dar un embellecimiento y características de mejoramiento de su apariencia y tacto acorde al uso que se daría al textil y con ello la satisfacción del usuario del mismo.

1.3.5 PROCESOS POSTERIORES

Existen procesos, que aunque ya no afecten la estructura química del textil, se pueden convertir en diferentes tipos de prendas de acuerdo a sus usos. Así como el sustrato textil después de su embellecimiento o acabados se los puede utilizar directamente en su uso final, ya como tela terminada, existen otras aplicaciones que requieren de un proceso de confección para poder utilizarlos (ropa de vestir, ropa de hogar, etc.)

1.3.5.1 Confecciones

La producción de la prenda, son todas las operaciones que se llevan a cabo desde el corte de la tela hasta que la prenda confeccionada está disponible para ser entregada a un comprador o a un distribuidor.

Dos etapas básicas existen para realizar las prendas, el corte y la confección, el corte comprende las primeras operaciones llevadas a cabo en la producción de una prenda y realizándose el tendido de la tela, el patronaje de la prenda a ejecutar y por último el corte por

donde indica el patrón. La etapa de confección consiste en unir las piezas cortadas mediante costura hasta obtener la prenda deseada, luego de esta operación se procede a realizar las terminaciones algunos a máquina, otros manuales (pegado de apliques, bordados, o botones), como siguiente ya se tienen las operaciones de planchado, revisado y empaquetado. (Red Textil Argentina, s/f).

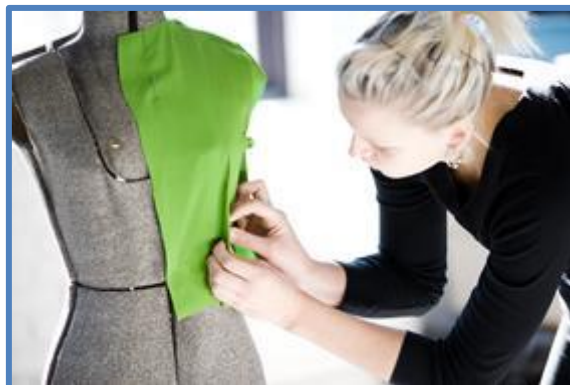


Figura 7: Proceso de Confección.

Fuente: (Quiminet, 2006)

Así concluiría todo el proceso textil, permitiendo enviar ya a la venta o exportación las prendas finales, y así llegar al consumidor, que somos todos los seres humanos, quienes aplicaremos el uso de este textil de acuerdo a lo que fue diseñado, pues como consumidor sabremos lo más conveniente comprar y usar, así mismo el productor debe especificar sus usos al momento de promocionar su sustrato textil.

CAPÍTULO II

2 TEXTILES INTELIGENTES

2.1 INTRODUCCIÓN

Podemos decir que el 50% de los elementos que nos rodean y con los cuales tenemos mayor contacto en el día a día son textiles, o por lo menos tienen involucrado un textil en su composición. Aviones, automóviles, oficinas, muebles, camas, baños, ropa de hogar, decoraciones, entre otros, y por supuesto el multivariado y multipropósito tema del vestuario, son ejemplos claros que nos muestran que los textiles tienen un gran contacto con el ser humano en su vida cotidiana. (Cadavid, 2008).

Según Brazdys “...las prendas de vestir que utilizamos cubren el 80% de nuestro cuerpo y adicionalmente están en contacto con nuestra piel las 24 horas del día, entonces ¿por qué no ampliar la función meramente decorativa y de protección? ...”. (2008).

Los últimos 20 años, las aplicaciones textiles cambiaron dramáticamente a escala global. En algunos países occidentales, la tradicional industria textil y de la confección casi desapareció, y los textiles inteligentes se han desarrollado rápidamente en estos países por la creciente preocupación por la gente y la atención (Zhenya & Chen, 2006).

Los tejidos en general y los especiales en particular, están en constante evolución para obtener de ellos propiedades especiales que les hacen aptos para su aplicación en diferentes campos de la actividad humana e industrial, desde la cirugía, hasta los deportes de competición para mejorar resultados; la vestimenta de los astronautas, facilitarnos mayor confort, la construcción y el acondicionamiento de locales, vencer el frío, olvidarnos del calor, pasando por otros muchos campos en los que se aplican estas innovaciones. (Roldán, 2010).

Los expertos económicos del mundo textil presentan los textiles inteligentes como la próxima generación de fibras, tejidos y artículos que se producirán gracias a sus enormes posibilidades y funcionalidades. Pueden ser descritos como materiales textiles que piensan por sí mismos, por ejemplo, a través de la incorporación de dispositivos electrónicos o de materiales inteligentes. Muchos tejidos inteligentes ya se utilizan en tipos de ropa avanzados, principalmente para prendas de protección y seguridad, aunque se están abarcando con éxito conceptos de moda, comodidad e innovación. Los textiles inteligentes proporcionan una evidencia del potencial y de las enormes oportunidades que todavía pueden realizarse en la industria del textil, en la moda o en el diseño, así como en el sector de textiles técnicos. Por otro lado, estos progresos son el resultado de la colaboración activa entre personas de diferentes disciplinas: ingeniería, ciencia, diseño, desarrollo de procesos, business y marketing. (López, 2011).

En breves palabras vale la pena mencionar algunos desarrollos tecnológicos textiles que pueden considerarse precursores de los textiles inteligentes y que, desde luego, tienen absoluta vigencia en la actualidad. Entre ellos tenemos las microfibras las cuales le dan características de suavidad, transpirabilidad y ligereza, otro desarrollo tecnológico es la fabricación del elastano (hilo elástico) el cual ha ayudado en la confección de prendas ceñidas sin que causen incomodidad en su uso. Además, podemos mencionar las prendas sin costuras, ropa deportiva y las prendas con acabados impermeables transpirables. (Sánchez, 2007)

Desde finales del siglo XIX, el textil ha sufrido grandes cambios a una velocidad sorprendente, con un profundo impacto en nuestras vidas. De igual forma, los últimos desarrollos tecnológicos de la industria textil han generado telas que previenen enfermedades o que brindan consejos para un vestuario perfecto. Todo comenzó cuando la industria textil descubrió que la fibra con la que se fabrican las telas podía ser modificada genéticamente. De esta manera, consiguió que en su estructura se incorporaran componentes farmacológicos. A

partir de allí, sólo la capacidad creadora del hombre resulta un límite respecto de las posibles aplicaciones. (Méndez, 2015).

2.2 DEFINICIONES DE TEXTILES INTELIGENTES

Según López (2011): se conoce con este nombre los textiles capaces de alterar su naturaleza en respuesta a la acción de diferentes estímulos externos, físicos o químicos y modifican alguna de sus propiedades, principalmente con el objetivo de conferir beneficios adicionales a sus usuarios. Algunos de estos materiales son conocidos desde hace años, pero la mayoría son de reciente aparición.

Según Méndez (2015): los tejidos inteligentes son materiales textiles que de alguna manera incorporan capacidades relacionadas con la monitorización o la mejora del rendimiento mediante el uso de medios físicos o informáticos.

Según Cadavid (2008): son llamados Textiles Inteligentes son aquellos textiles que poseen propiedades funcionales que se activan o reaccionan de acuerdo a su entorno y proveen a la persona que los use ventajas adicionales a las meramente decorativas y de protección.

Según Lois (2006): los textiles inteligentes pueden definirse como materiales textiles que son capaces de medir un estímulo externo y reaccionar en función de él. Combinan tecnologías provenientes de distintos ámbitos y, a su vez, están condicionando las posibilidades de desarrollo de nuevos sectores de interés.

En base a las definiciones de estos autores mencionados puedo concluir con que los textiles inteligentes vienen a ser textiles capaces de reaccionar y actuar ante estímulos externos físicos o químicos con el propósito de generar beneficios su usuario, ya sean con fines de protección o simplemente de decoración, diseño o vanidad.

2.3 IMPORTANCIA

Los textiles en general, ya sean normales o con características especiales se sienten forzados a evolucionar en medida del avance tecnológico y cubrir las nuevas necesidades de la sociedad en general y las distintas ramas profesionales. Sin embargo, hay que tratar que al crear nuevas tecnologías no comprendan de muchos costes y tengan alcance al mercado al cual se dirige.

Nuestra vida cotidiana, en los próximos años, se regulará significativamente por dispositivos inteligentes y muchos de estos dispositivos estarán integrados en prendas o distintos sustratos textiles. Lo anterior nos lleva a pensar que nuestra industria textil en un futuro cercano, sólo podrá mantenerse con una estrategia de generación de moda, innovación, diferenciación y de alto valor agregado, que le permita acceder a los nichos de alto poder adquisitivo. (Cadavid, 2008).

Por otra parte, en el conocimiento del mercado textil global actual es altamente competido, en el cual países que tienen bajos costos de producción tales como China, India y otros países Asiáticos se vienen a convertir en los actores principales siendo esto una gran desventaja para los países latino americano. Sin embargo, países desarrollados como USA y Europa tratan de mantenerse en su producción con estrategias de innovación permitiendo abaratar sus costos.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS TEXTILES INTELIGENTES

Las características de un textil inteligente vienen a ser unas mejoras en su calidad de uso y aplicación, sin embargo lo de mayor consideración y que siempre se vería en un textil inteligentes son las siguientes:

- Resistencia a microorganismos ya que nos conviene que el producto no sea atacado y esto incluye a las bacterias, pudiendo ser así un producto antibacteriano.
- Baja absorbencia del agua, ya que la fibra como tal pierde la capacidad de absorción debido que el acabado inteligente que contiene fue absorbido por la misma.
- Oleofílicas o repelentes a los aceites, así como pierden su capacidad de absorber el agua, también no se permite el paso de los aceites.
- Cuando la fibra es corta mediante el roce y el frote del tejido tiene a producir pilling.

(Vásconez, 2014).

2.5 TECNOLOGÍAS USADAS EN TEXTILES INTELIGENTES

Hay tres tipos de tecnologías más relevantes usadas en la elaboración de los textiles inteligentes, las cuales son microscópicas.

2.5.1 Nanotecnología.

Es el estudio y modificación de las fibras textiles en su composición dándole las características necesarias para su aplicación (Vásconez, 2014). Se refiere a la manipulación estructural de la fibra a escala nanométrica con el fin de darle su acabado inteligente.

2.5.2 Hilos atómicos

La nanotecnología trabaja a escalas atómicas y si un material se lo altera a nivel molecular obtiene funciones completamente diferentes a las originales. Para lograr un textil térmico se incorporaron nanopartículas de cerámica a las fibras de un tejido, estas absorben el calor durante el día y lo liberan por la noche.

La plata es un poderoso antimicrobiano cicatrizante. La incorporación de estas nanopartículas en las fibras produce telas que son ideales para usar en hospitales y, sobre todo, en la recuperación de quemaduras.

2.5.3 Microencapsulado.

Consiste en la incorporación de microcápsulas compuestas de un núcleo y una membrana envolvente en el tejido posibilitando así incorporar una infinidad de acabados inteligentes en el tejido y que este se libere gradualmente según el desgaste de la microcápsula (Vásconez, 2014).

El microencapsulado se lo incorpora en el tejido o prenda terminado, mientras que la nanotecnología es aplicada en la realización y obtención de la fibra.

2.6. CLASIFICACIÓN DE LOS TEXTILES INTELIGENTES

Según la mayoría de los autores se llega a la conclusión de que los textiles inteligentes se clasifican de acuerdo a su funcionalidad en tres grupos importantes que son:

Textiles Inteligentes Pasivos: La primera generación de los textiles inteligentes son los cuáles solamente pueden detectar las condiciones medioambientales o estímulos del mismo (López, 2011). Esto quiere decir que esta generación de textiles solo “sienten” las persuaciones exteriores, se puede utilizar como para medir la tensión, la temperatura, el desplazamiento, la presión, sensores de campo magnético, etc.

Textiles Inteligentes Activos: La segunda generación son los textiles que tienen la capacidad de detectar y actuar frente a una determinada situación. Los detectores actúan sobre la señal detectada tanto directamente como de una unidad central de control (López, 2011). Es decir estos textiles tiene el papel tanto de sensor y de actuador, se pueden coordinar con el

entorno específico, como memoria de forma, impermeable y transpirable, decoloración, termorreguladores y otras funciones.

Textiles Ultra Inteligentes: esta es la tercera generación de los textiles inteligentes, son los que pueden detectar, reaccionar y adaptarse a las condiciones y estímulos del medio. Un textil ultra inteligente esencialmente consiste en una unidad, la cual trabaja como cerebro, con capacidad cognitiva, que razona y reacciona. En la actualidad la producción de textiles ultra inteligentes es una realidad debida a una unión acertada de textiles tradicionales y nuevos tejidos con otras ramas de la ciencia como: ciencias materiales, mecánica estructural, tecnología de sensores y detectores, avanzada tecnología de procesos, electrónica, comunicación, inteligencia artificial, biología, etc. (López, 2011).

Los textiles inteligentes pueden realizarse de dos distintas maneras, ya sea desde la elaboración de la fibra o por aplicación de acabados inteligentes.

Los textiles inteligentes pueden obtenerse empleando directamente fibras inteligentes que son aquellas que pueden reaccionar ante la variación de estímulos tales como la luz, el calor, el sudor, etc., en el lugar donde se produce dicha variación, pero que se comporta como fibras normales allí donde el estímulo no actúa. Pero también pueden obtenerse mediante la aplicación posterior de determinados acabados a un tejido, que produzcan que los mismos o diferentes efectos que con las fibras inteligentes (Sánchez, 2007).

2.7. ELABORACIÓN DE LOS TEXTILES INTELIGENTES

Los textiles inteligentes se pueden realizar en dos etapas del proceso textil, ya sea al inicio, es decir; realizando la modificación molecular de la fibra creando así la fibra inteligente, o se puede optar por realizarlo en el producto terminado por medio de un acabado textil en tejido o prenda (Vásconez, 2014). A mi consideración la manera más sencilla de realizar un textil inteligente es por medio de la aplicación en acabado textil.

Cabe recalcar que el manejo para confeccionar de un tejido inteligente es similar al de cualquier tejido con sus características físicas.

Para desarrollar los textiles inteligentes existen las siguientes maneras:

- a)** El desarrollo de materiales inteligentes es la base para el desarrollo de textiles inteligentes. El uso de la química y la física de polímeros, a la síntesis de los estímulos del medio ambiente para que puedan responder inteligentemente al polímero, o el polímero a su vez se modifica de polímero natural tener características inteligentes (Zhenya & Chen, 2006).
- b)** Procesamiento inteligente ordinario y dadas sus características inteligentes en el acabado de productos textiles. Tales como realizar el acabado funcional a la tela para darle nuevas características y la inteligencia de acuerdo al uso final de la misma (Zhenya & Chen, 2006).
- c)** Usando fibras ordinarias y fibras de especialidad tales como fibras ópticas (Zhenya & Chen, 2006). Realizando tejidos con este tipo de fibras puede hacer que este adquiera un tipo de inteligencia.
- d)** Los tejidos y materiales compuestos tales como membranas inteligentes preparados o tela compuesta inteligente (Zhenya & Chen, 2006). También comúnmente conocidos como textiles técnicos, los cuales se componen de capas de polímeros de acuerdo al uso final de la tela.
- e)** La combinación de las telas o prendas de vestir y otros componentes externos, tales como componentes electrónicos, sensores de alta tecnología, detectores, alarmas, produciendo con ello una ropa inteligente o textiles inteligentes.

2.6 VENTAJAS GENERALES SOBRE LOS TEXTILES ORDINARIOS

Las ventajas generales sobre los textiles ordinarios radican en que los textiles inteligentes son capaces de realizar funciones totalmente nuevas, a las que las de los textiles ordinarios ni se acercan. Los textiles inteligentes pasan de ser elementos de la moda para constituirse como elementos que forman parte de un círculo integral de cuidado y atención de sus usuarios, así como un medio para expresar con mayor énfasis y evidencia lo que quien la usa quiere denotar (Magliano, 2014).

Dadas las herramientas con las que estos se crean, los materiales, la manipulación a escala microscópica, los químicos y los conocimientos implicados en esta acción, los textiles inteligentes poseen propiedades que se posicionan por encima de los precedentes. Ellos prestan funciones tan novedosas y diferentes que ni siquiera existen prendas comunes que puedan considerarse de mecánica o funciones similares a las que desarrollan los primeros (Magliano, 2014).

Los textiles inteligentes representan una nueva rama, que se acerca de manera directa a la tecnología, a la ciencia y a la química, las prendas realizadas con textiles inteligentes otorgan una mejora inmensamente superior a la función básica de las mismas, que es primariamente de ser una barrera entre el entorno y el individuo. Incluso existen prendas que son antimanchas, evitando que la misma deba ser lavada, algo considerado como elemental en las prendas que comúnmente se utilizan hoy en día (Magliano, 2014).

Se puede agregar que los textiles inteligentes no son solo superiores a los textiles regulares, sino que lo son también a variados y diferentes dispositivos o elementos. Por ejemplo, a un monitor cardíaco, a un esfigmomanómetro, a un GPS (Global positioning system), a un pulverizador de insecticida o repelente, a un medicamento que se aplica por vía oral, a un pulverizador de perfume, a una señal o señalizador lumínico, a una computadora

portátil, entre otros varios, ya que estos textiles pueden desempeñar problema alguno todas estas funciones, sin requerir de ningún elemento externo para medir o administrar parámetros o sustancias en quien lo lleva puesto (Magliano, 2014).

CAPÍTULO III

3 TEXTILES INTELIGENTES DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACIÓN

3.1 TEXTILES DE PRIMERA GENERACIÓN

3.1.1 INTRODUCCIÓN

A lo largo del documento venimos hablando del avance de los textiles con el paso del tiempo, pues esto se debe resaltar, ya que debido a estos avances podemos hablar ya de los textiles inteligentes. La tecnología y su avance han ido de la mano de las demandas del usuario, es así como nace la relación tecnología-hombre, pues el avance de la misma está estrechamente relacionado a lo que el humano necesite o desee, pues no sería fructuoso crear algo que el humano no necesite o no esté de acuerdo a su gusto.

Es así como en el siglo XIX, nacen los textiles inteligentes con las primeras aplicaciones y usos de algo que antes de verlo nadie lo creía posible, como serían telas impermeables, hidrófugas, ignífugas, entre otras. También con la realización de ciertas fibras y la posible modificación para darles estas propiedades se abrió la puerta a la creación a más y más textiles con muchos más usos.

3.1.2 DEFINICIÓN

Los textiles inteligentes de primera generación como ya antes mencionamos son aquellos los cuáles solo actúan ante estímulos medioambientales, para ello en este capítulo profundizaremos acerca de algunos tipos de aquellos textiles que formen parte de este grupo.

3.1.3 APLICACIONES

Una vez conocido todo lo referente a los textiles inteligentes pasivos, a continuación, se explicará algunas aplicaciones de textiles inteligentes pasivos, con el fin de aclarar sobre lo

antes explicado, y también definir cuales tipos de aplicaciones pertenecen a esta generación de textiles inteligentes.

3.1.3.1 TEXTILES CON PROTECCIÓN UV

Comprende los tejidos que tienen una capacidad de absorber o reflejar los rayos ultravioleta perjudiciales en términos de retención de calor pasivo por numerosos poros en el producto textil, ya sea mediante construcciones de micro-fibras y uso de químicos absorbentes de UV (Singh, 2004).

La radiación ultravioleta emitida comúnmente por el sol de acuerdo a su tipo es un agente que afecta a la piel humana, puesto que el cáncer de piel está estrechamente relacionado con la exposición a la radiación solar. Para ello se buscan maneras de que todo el cuerpo se proteja de esta radiación disminuyendo sus efectos. Se tiene como creencia que se debe utilizar un protector UV en las zonas de la piel expuestas directamente al sol como es el rostro, manos o las partes donde la ropa no cubre deduciendo así que nuestra ropa es suficiente protección solar, pero la realidad es diferente, pues la protección a los rayos solares dependerá de muchos factores de la prenda que usemos, tales como: tipo de material, título del hilo, tipo de tejeduría, tipo de ligamento, densidad del tejido, color de la tela, entre otros, pues depende la variación entre estos tendremos menor o mayor protección.

A pesar de que la ropa nos cubre de cierta medida de la radiación ultravioleta no protege totalmente a la piel de los efectos nocivos que pueden producirnos la exposición a estos.

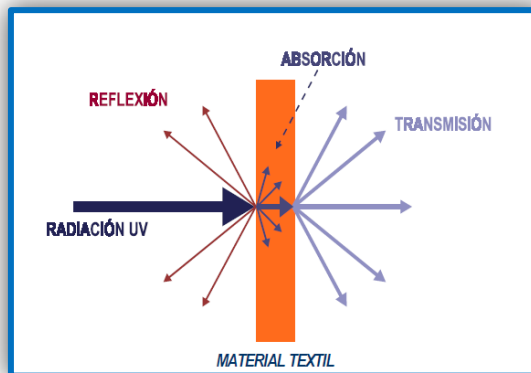


Figura 7: Reflexión, absorción, transmisión de radiación ultravioleta al incidir sobre un tejido.

Fuente: Joaquín, 2007.

Se han desarrollado proyectos que se centran en la producción de tejidos de calada y de punto con un comportamiento óptimo frente a las condiciones meteorológicas y radiaciones ultravioletas, con propiedades antimicrobianas y con un alto confort. Este tipo de tejidos presenta un tacto adecuado para la utilización en bebés y en neonatos. Así mismo se han realizado acabados como el “Coldblack”, que es capaz de proteger de la amenaza de rayos UV y reduce al mismo tiempo la absorción de calor procedente de la radiación sin importar el color de la prenda. Ya no hay que preocuparse que los colores oscuros absorban mucho más calor que colores claros (Roldan, 2010).

Existen fibras artificiales y sintéticas que llevan incorporados productos que absorben la radiación ultravioleta. Inicialmente el objetivo era proteger a las propias fibras de la fotodegradación que les ocasiona la radiación, en especial para fibras destinadas a usos técnicos. Para ello se introducen pigmentos que son capaces de absorber y reflejar la luz. En particular, el dióxido de titanio, como pigmento blanco, es muy apropiado para estos fines debido a sus propiedades específicas como su alta reflectividad y absorción de la radiación ultravioleta. Es también muy utilizado en cremas solares ya que es un producto inocuo tanto desde el punto de vista ecológico como toxicológico. También el sulfato de bario, el óxido de

zinc y otros pigmentos pueden ser materiales apropiados. La ventaja de la utilización de pigmentos en los textiles se basa en el hecho de que, en lo referente a fibras manufacturadas, se incorporan en la masa de las fibras y, por tanto, están tan firmemente unidos a su estructura que no son eliminados en los lavados (Joaquín, 2007).



Figura 8: Piqué X-Dry absorbente UV-Protección.

Fuente: SERGATEX. Textiles Técnicos.

3.1.3.2 HILADOS Y TEJIDOS DE MATERIAL COMPUESTO DE MÚLTIPLES CAPAS

Los hilos y textiles compuestos de múltiples capas tienen otra posibilidad física para lograr la comodidad de uso en función de absorber el sudor liberado de la superficie de la piel humana por una capa absorbente de sudor interno. (Singh, 2004). Esta tejidos e hilados más conocidos como técnicos son muy antiguas ya que su aplicación y uso viene desde las tribus de América Central y América del Sur, quienes buscaban atribuirle propiedades que carecían ciertos sustratos textiles, su utilidad fue tan efectiva que tuvieron un rápido avance los cuales ya para los años 60, empieza el uso de estos textiles técnicos y no tejidos en áreas industriales. (Zurita, 2012).

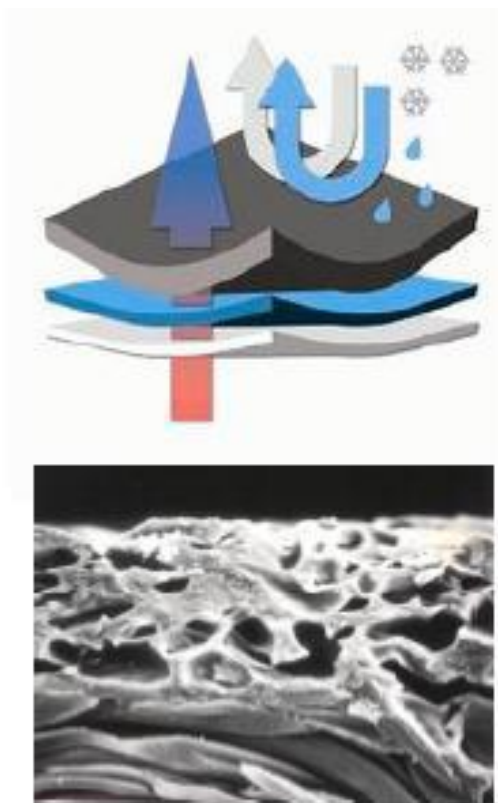


Figura 9: Membrana transpirable o Impermeable

Fuente: Zurita, 2012.

Los textiles técnicos se definen como materiales y productos textiles que disponen de las propiedades específicas requeridas para el desarrollo de una determinada función y adaptada a su entorno de aplicación, y que dan respuesta a exigencias técnico-cualitativas elevadas (ligereza, rendimiento mecánico, térmico, conductividad, resistencia al fuego...) en alguna de las áreas de utilización que dan nombre a los diferentes sectores de aplicación: geotextiles, protectextiles, etc. (COTEC, 2014).

Se puede decir que los textiles técnicos se dividen según su campo de aplicación en los siguientes grupos:

TEXTILES TÉCNICOS



AGROTEXTILES Y PESCA

- Aplicados en diferentes tipos de cultivos de campo, para cuidado de bosques, viveros de mar y sus útiles de extracción.



BUILD TEXTILES

- Aplicados en el mundo de la construcción incluso en aeronáutica y naval, los textiles son aplicados para crear plataformas innovadoras y sorprendentes.



CLOHTEXTILES

- Aplicados en calzado e indumentaria, cintas de remate o refuerzo.



ECOTEXTILES

- Proviene de productos reciclados o biodegradables, pues su utilidad es su habilidad de degradación en el medio que se lo usa.



GEOTEXTILES

- También conocidos como geosintéticos y geoceldas, su utilidad es para facilitar la construcción de obras públicas, carreteras o ferrocarril



HOMETEXTILES

- Su característica esencial es su estética sin dejar de lado su funcionalidad un ejemplo puede ser mantelería de un restaurante con función antimancha.



INDUTEXTILES O INDUTÉCNICOS

- Funcionalidad industrial, suelen permanecer escondidos un ejemplo los filtros.



MEDTEXTILES

- Su aplicación es en el campo médico, sanitario, higiénico, pañales de bebés, apósitos, equipos quirúrgicos, prótesis médicas.



MOBILTÉCNICOS

- Aplicados en la construcción de vehículos.



PACKTEXTILES

- Aplicados desde las bolsas de malla de frutas hasta la más resistente eslinga.



PROTEXTILES

- Su función es proteger y disminuir el riesgo al que el individuo se expone.



SPORTEXTILES

- Todo lo relacionado con deportes ya sea vestimenta o textiles usados en campos deportivos o climatización de estadios.

Ilustración 8: Campos de aplicación de los Textiles Técnicos.

Fuente: Adaptado de (Zurita, 2012)

Elaborado por: Evelyn Chamba

Existen muchas maneras de realizar textiles técnicos y estas dependerán de las exigencias del usuario y su utilidad, depende esto se aplicará los productos químicos los cuales le confieran las características deseadas, es así como se puede aplicar espumas para obtener un sustrato más suave, transpirable y con un bloqueo absoluto de la luz, o si se desea un textil transpirable y permeable el cual se puede obtener por la colocación de una membrana de PVC entre dos sustratos textiles, o la aplicación de un termofilm entre dos tejidos el cual actuará como barrera para la transpiración. Así mismo su duración o fijación del textil técnico dependerá del tipo de polímero a usar en el proceso, pues si es polímero termoplástico es mucho más fácil de usar y hacerlo, se seca solo con el enfriamiento, pero su desventaja es que se puede volver a fundir si se vuelve a someter a calor, mientras que con polímeros reactivos su proceso es más amplio debido en que el secado deben intervenir humedad y rayos UV para su solidificación siendo su ventaja que no se puede volver a fundir este polímero si se somete otra vez a altas temperaturas. (Zurita, 2012).

3.1.3.3 ROPA TRATADA CON PLASMA

A pesar de que los polímeros tienen muchas ventajas en su uso y estabilidad, no poseen las suficientes propiedades superficiales tanto químicas como biológicas para sus aplicaciones, debido a esto, la modificación de la superficie del polímero con plasma a baja temperatura sin alterar el volumen del mismo se ha convertido en una opción muy favorable ya que su uso se lo ha ido estudiando desde hace algunos años, así como también las nuevas aplicaciones de los materiales poliméricos que surgen. La tecnología de plasma es una herramienta que permite modificar las propiedades físicas y químicas de la superficie de un material, tales como las fibras textiles, obteniendo así resultados satisfactorios en la adhesión del polímero en el sustrato textil. (Labay, 2014).

La ventaja de usar un tratamiento de modificación de polímero por plasma a más de sus resultados tan eficaces, es que a diferencia de los tratamientos convencionales de acabados, este no genera aguas residuales contaminables al medio ambiente y no necesita procesos de secado y curado para su permanencia en el tejido, es decir, viene a convertirse en una opción muy satisfactoria tanto desde el punto de vista de fabricación y proceso industrial, así como los artículos obtenidos y sus aplicaciones. Los procesos de plasma polimerización suelen llevarse a cabo en sistemas reactores cerrados, mediante tecnología de plasma baja presión. (Vilaplana & Cabanes, 2012).

El estudio de la utilización de plasma en textil viene desarrollándose desde los años 60, descubriendo aquí el uso de los iones en acabados textiles, para los años 70 se introdujo el tratamiento de plasma de baja temperatura en fibras de poliéster, poliamida 66, y algodón con monómeros vinílicos volátiles como el argón, posteriormente se modificaron propiedades de algunas fibras mediante tratamiento de plasma, a principios de los años 90 se investigaron los efectos de la separación por bombardeo y del tratamiento de baja temperatura con argón en la superficie de tejidos de poliamida teñidos de negro, seguido de esto en esta misma década comenzaron la investigación de diferentes aplicaciones de tratamientos de plasma a baja temperatura en textiles, para la década del 2000 se inició el tratamiento de plasma a baja temperatura en lana dándole mayores beneficios a esta fibra. (Canal, 2007).

De esta manera, en la Tabla 7 se definen las funcionalidades más interesantes y viables con las que dotar a tejidos y prendas confeccionadas de prestaciones especiales -sin menoscabo del confort- mediante plasma polimerización.

GAS/MONÓMERO	FUNCIONALIDAD DE LA CAPA DEPOSITADA
Hexametildisiloxano (HMDSO)	Repelencia a líquidos
Tetraoxisiloxano (TEOS)	Repelencia a líquidos
Tetrametoxisilano (TMOS) + oxígeno (O_2)	Barrera a gases
Tetrafluoruro de carbono (CF_4)	Superhidrofobicidad
Metano (CH_4) + oxígeno (O_2)	Hidrofilidad
Ácido acrílico + oxígeno (O_2)	Antiestática
Acrilonitrilo	Absorción de agua/colorantes
Polianilina (PANI) + oxígeno (O_2)	Conductividad eléctrica

Tabla 5: Gases plasmógenos y monómeros funcionales susceptibles de ser empleados en procesos de plasma polimerización.

Fuente: (Vilaplana & Cabanes, 2012).

El tratamiento de plasma se puede realizar en cualquier fibra textil que lo queramos aplicar, pues este tratamiento recubre la superficie de la fibra dándole las características deseadas. Además de ello el tratamiento con plasma se convierte en una opción del futuro, es una alternativa ecológica y de ahorro energético.

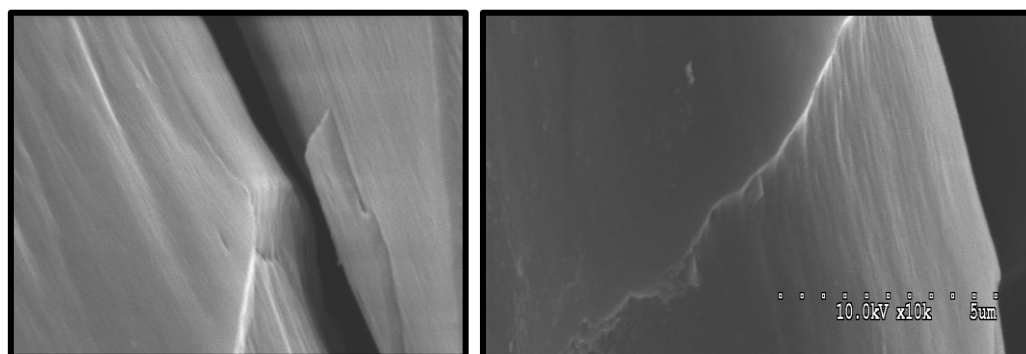


Figura 10: Fibras de lana tratadas con plasma de vapor de agua durante (a) 40 s y (b) 120 s a 10000 aumentos.

Fuente: (Canal, 2007)

3.1.3.4 RECUBIERTO DE CERÁMICA EN TEXTIL

El fluido de cerámica de recubrimiento se aplica en la industria de la construcción y a su vez darle una protección contra intemperies de temperaturas, ya sea calor excesivo o frío extremo, la base de este fluido es una dispersión de una resina acrílica especial en forma de baldosas, cuerpo de silicio y con micro burbujas de cerámica de los cuales se controla la energía produciendo ventajas como efectos largos de las causas de pérdida de calor, reflexión de la luz solar y reduce tendencia a la suciedad debido a su superficie de recubrimiento duro. (Singh, 2004).

El propósito del recubrimiento con fluido de cerámica es protección de temperaturas extremas ya sean altas o bajas, este beneficio es usado en la Administración Nacional de Aeronáutica del espacio de la NASA para proteger las estructuras de la radiación solar y así mismo el frío intenso, características del espacio exterior.

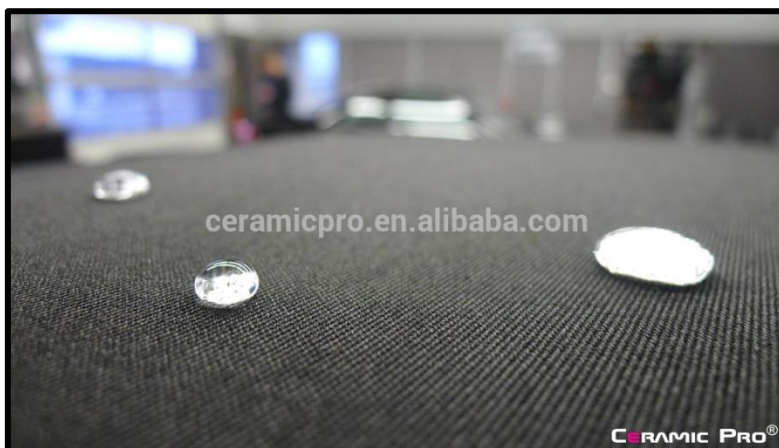


Figura 11: Tela con recubrimiento de cerámica

Fuente: Alibaba.com

3.2 TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN

3.2.1 INTRODUCCIÓN

El mundo tecnológico se ha vuelto tan predominante y necesario que se lo aplica a nivel de todas las áreas tales como medicina, construcción e industrias de cualquier índole incluida la textil, pues la tecnología ha facilitado la realización de muchos procesos, de nuevas aplicaciones e incluso ha generado nuevos inventos capaces de ayudar al ser humano en lo mayor posible. La tecnología y su relación con el textil no solo ha ayudado a los procesos textiles, sino a sus productos terminados y aplicaciones, un ejemplo muy relevante son los textiles inteligentes, los cuales comenzaron con pequeñas aplicaciones, mediante pruebas y fallo, las cuales han ido creciendo a pasos agigantados hasta la actualidad, comenzando con textiles que cumplen funciones pequeñas como una protección UV, hasta la obtención de textiles más complejos como aplicaciones electrónicas para cumplir funciones, detectarlas y emitir información de esta, hasta incluso tratar de remediar el problema detectado.

Los textiles inteligentes de segunda generación o comúnmente conocidos como textiles activos son también parte del avance tecnológico textil pues a diferencia de los textiles pasivos estos no simplemente detectan un estímulo, sino que estos son aquellos los cuáles a más de detectar, actúan a los estímulos exteriores o medioambientales al que se somete el textil. Los textiles inteligentes activos, así como los pasivos tiene diferentes funciones y aplicaciones las cuales han tenido avances con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología, pues si bien nacieron a partir desde el siglo XIX, han ido evolucionando y obteniendo nuevas aplicaciones con nuevos productos hasta las más actuales y modernas.

3.2.2 DEFINICIÓN

La segunda generación son los textiles que tienen la capacidad de detectar y actuar frente a una determinada situación. Los detectores actúan sobre la señal detectada tanto directamente como de una unidad central de control.

3.2.3 IMPORTANCIA

Existen ejemplos de telas y tapices que han contado cuentos intrincados de la guerra y la vida familiar y la historia, a los que imparte información sobre el la riqueza y el estatus social de los propietarios de los tejidos. Estamos hablando de mucho más. Tampoco nos referimos a los tejidos que pueden tener múltiples funciones fines, tales como la moda y la protección del medio ambiente, o ropa para lluvia, o aquellas telas que proporcionan resistencia a una gran cantidad de amenazas, tales como balística, química y protección contra las llamas. Estos sistemas son todos los sistemas pasivos. Estamos hablando de sistemas "inteligentes" y "activos". Estamos hablando de la verdadera fusión de las industrias textiles y de información. Los textiles inteligentes son posibles debido a los avances en muchas tecnologías junto con los avances en materiales textiles y estructuras. Una lista parcial incluye la biotecnología, la tecnología de la información, la microelectrónica, usables computadoras, máquinas de nanotecnología y micro electromecánicos. (Tao, 2001)

Muchas innovaciones textiles han sido creadas para los militares, policía o bomberos, sin embargo, otros campos como la medicina, la construcción, deporte o incluso el uso en hogares no están descartados, pues estos han tenido facilidades por la creación de nuevos textiles inteligentes.

De acuerdo con la forma de la reacción del textil se pueden dividir en materiales inteligentes pasivos, inteligentes activos y muy inteligentes. Materiales inteligentes pasivos sólo puede detectar las condiciones ambientales o estímulos; materiales inteligentes activas se

sentido y reaccionar a las condiciones o estímulos; materiales muy inteligentes pueden detectar, reaccionar y adaptarse en consecuencia. Un mayor nivel de inteligencia se puede lograr a partir de esos materiales inteligentes y estructuras capaces de responder o activada para realizar una función en un manual o manera pre programada (Tao, 2001).

3.2.4 APLICACIONES

Los materiales inteligentes o funcionales generalmente forman parte de un sistema inteligente que tiene la capacidad de detectar el ambiente y sus efectos y, si es de segunda o tercera generación es también capaz de responder a ese estímulo externo gracias a un mecanismo activo de control. (López, 2011). Para iniciar el estudio de los textiles activos debemos conocer los materiales con los cuales estos están ligados los cuales son:

- Materiales crómicos
- Fibra óptica
- Polímeros conductores
- Materiales con memoria de forma
- Microcápsulas
- Micro y nanomateriales

(Tao, 2001)

3.2.4.1 TEXTILES CRÓMICOS

Estos materiales permiten realizar textiles que sufren cambios de color (actúan) cuando se someten a estímulos externos, de clima, temperatura, presión, humedad, electricidad, entre otros. (Detección). (Carrillo, Archila, & Vargas, 2010; López, 2011; Gacén, 2001). En el siguiente cuadro podemos apreciar los tipos de estímulos al cual se somete el textil y ser crómicos o comúnmente conocidos como camaleónico.

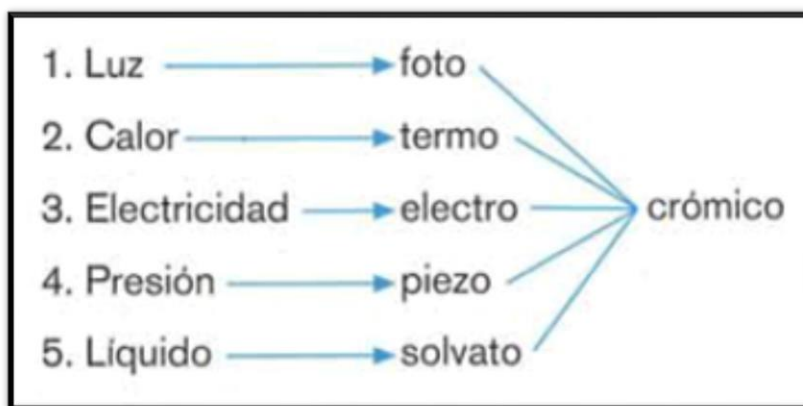


Figura 12: Diferentes estímulos externos y su reacción crómica

Fuente: López, 2011.

3.2.4.2 FIBRA ÓPTICA Y LOS TEXTILES INTELIGENTES ACTIVOS

Los sensores de fibra óptica vienen a ser un sistema para poder medir la tensión, la temperatura, el desplazamiento, la concentración química, la aceleración, la presión, las corrientes eléctricas, los campos magnéticos y cualquier otro material o la propiedad del medio ambiente por medio de la detección de una señal virtual. Los sensores recogen toda la información de diversas partes del cuerpo del usuario, la fibra óptica de plástico está integrada en espiral en la estructura durante el proceso de producción de la tela sin discontinuidades en la sisa o costuras por una nueva modificación en el proceso de tejido. La fibra óptica de plástico se incorpora en una cuadrícula X-Y. Una rotura en esta red podría revelar la ubicación del problema producido. (Singh, 2004). La fibra óptica podría como un avance considerable en los textiles pasivos, transformándolos en textiles ultra inteligentes, ya que detectan, reaccionan y actúan.

3.2.4.3 POLÍMEROS CONDUCTORES

Los sistemas poliméricos inteligentes o polímeros sensibles al estímulo son polímeros que en respuesta a ligeros cambios en su entorno, como temperatura, pH, luz, campo eléctrico o magnético, concentración iónica, moléculas biológicas, etc. sufren cambios drásticos en sus

propiedades, un polímero es una sustancia obtenida del resultado de la unión de monómeros, que a su vez forman cadenas, siendo estas las que al enlazarse dan las características del polímero de acuerdo a sus moléculas componentes. (Cano & Urbina, 2009). En la Tablas 6 observamos la clasificación de los polímeros inteligentes, según el estímulo aplicado.

Polímeros	Estímulo	Respuesta
Polímeros Termosensibles	Temperatura	Tensión/Volumen
Polímeros fotosensibles	Intensidad de la Luz	Tensión/propiedad óptica
Polímeros químicamente activos	Químico	Cambio de volumen
Polímeros magnetoactivos	Campo Magnético	Tensión/luz/ calor
Polímeros electrosensibles	Campo eléctrico	Tensión
Polímeros multi-sensibles (multirespuesta)	Más de uno	Tensión/ volumen

Tabla 6: Clasificación Polímeros inteligentes.

Fuente: Cano & Urbina (2009).

3.2.4.4 TEXTILES CON MEMORIA DE FORMA

Los textiles con memoria de forma se pueden obtener con materiales los cuales varían su forma inicial al someterse a cambios ya sea de temperatura o cambios magnéticos o eléctricos. (López, 2011; Sánchez, 2007; Carrillo at el, 2010). Su estructura molecular se encuentra ordenada de una cierta manera, cuando se somete a los cambios de temperatura estas moléculas se reordenan permitiendo así el cambio de la forma del textil.

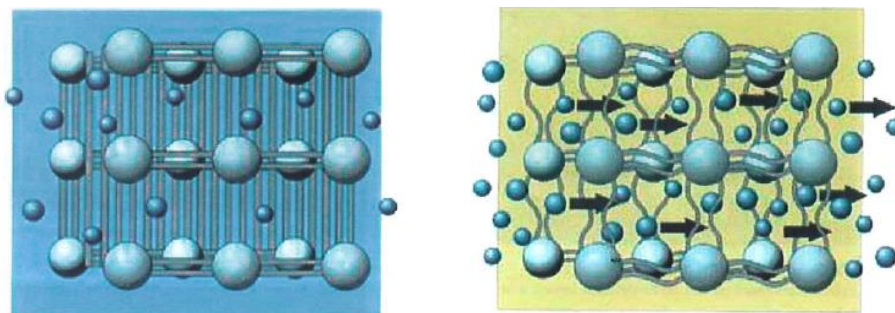


Figura 13 y 14: Membrana del material por debajo de la temperatura de activación (izquierda), 13 y por encima de ésta (derecha), 14.

Fuente: (Sánchez, 2007).

3.2.4.5 MICROCÁPSULAS

La microencapsulación en la industria textil se ha ido desarrollando en esta última década con grandes avances, a pesar de eso aún no se puede comparar con los de otros campos, como puedan ser las industrias farmacéuticas, agroalimentarias y cosméticas. Los microencapsulados son una manera diferente de aplicar acabados en los tejidos y obtener resultados poco convencionales. A diferencia de otras industrias la liberación del microencapsulado no será mediante una membrana soluble, sino por una ruptura de la recubierta, lo que no es tan beneficioso pues el uso y cuidado de la prenda con microencapsulado determinará la duración e intensidad del acabado (Monllor, 2007).

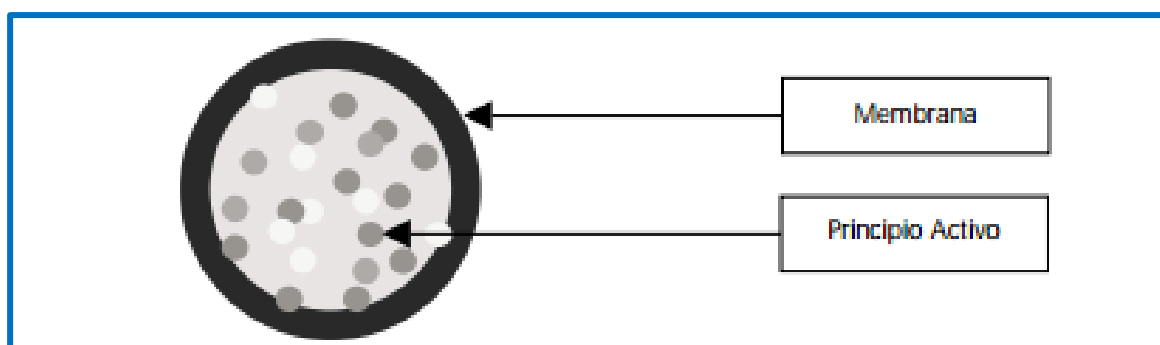


Figura 15: Forma y estructura de una microcápsula textil.

Fuente: (Ceba, 2003)

3.2.4.6 MICRO Y NANO TEXTILES

La nanotecnología se define como el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales por medio del control de materias en dimensiones extremadamente minúsculas situados entre 1 a 100 mil millonésimas de metro y así poder trabajar las estructuras moleculares y átomos, en donde se demuestra fenómenos y propiedades diferentes y totalmente nuevas. Se pueden llegar a crear nanomateriales que hagan que los materiales con un funcionamiento excepcional en artículos diarios. (Acoltex, 2008; Roldán, 2010).

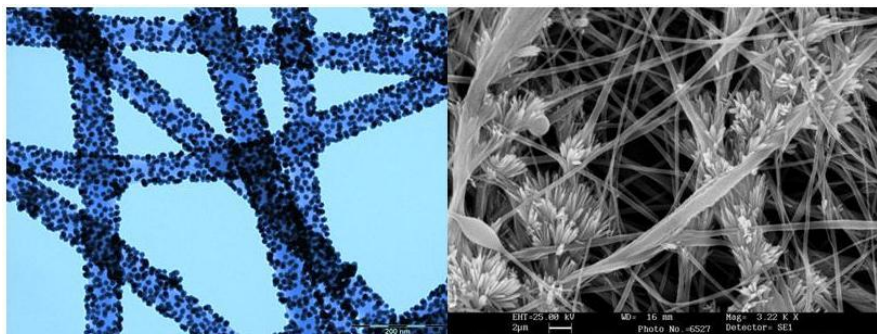


Figura 16: Vista nanométrica de fibras de nylon recubierta de oro.

Fuente: (Hinestroza, 2011).

Las aplicaciones de textiles inteligentes activos cumplen tal vez muchos las mismas funciones, sin embargo, tanto como los estímulos y los métodos a realizarlos son diferente, es así como podemos obtener un textil que cambia de color, con estímulos como calor presión, temperatura, UV radiación, y su forma de realizarlo ya puede ser por microencapsulado, impregnación, o inserción de estos materiales inteligentes en la realización de las fibras sintéticas.

Así mismo como textiles pasivos se pueden mediante sensores y actuadores convertirse en textiles activos, un microprocesador incluido puede convertir a este en un textil ultra inteligente, es así como un acabado que puede detectar una herida en una persona, con un sensor, al implementarle un actuador podría determinar el tipo de herida y la gravedad de la misma, y al incluir un microprocesador, podría enviar señales de ubicación e incluso el estado de gravedad midiendo los latidos del corazón del usuario.

PARTE PRÁCTICA

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DE LOS TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN O ACTIVOS

4.1 PRINCIPIOS

Los textiles inteligentes activos nacen de la mano de los pasivo, pues el rápido avance de los *Smart textiles* hizo que la aparición de los textiles inteligentes de segunda generación se conocieran casi a la vez de los textiles inteligentes de primera generación, y eso se pudo gracias al conocimiento de los materiales inteligentes, que cada vez y hasta ahora en la actualidad se van conociendo cada vez más nuevas aplicaciones.

Los materiales inteligentes y sistemas, ocupa un espacio de la tecnología que también incluyen las áreas de sensores y de detectores, en base a esto podemos decir que existen tres componentes pueden estar presentes en los textiles inteligentes: sensores, actuadores y unidades de control. Los sensores proporcionan un sistema el cual puede detectar las señales o estímulos exteriores, por lo tanto, en un material inteligente pasivo, sin estos sensores el sustrato o material textil no podría detectar y por ende solo sería una tela común más no inteligente. Los actuadores actúan sobre la señal detectada sea directamente o desde una unidad de control central, para ello también debe trabajar conjuntamente con los sensores, que son el elemento esencial para materiales inteligentes activas, es así como la relación sensores/ actuadores es imprescindible en la realización de un textil inteligente activo o de segunda generación. A niveles aún más altos, como materiales muy inteligentes o ultra inteligentes, es necesario que a más de sensores y actuadores, se necesite otro tipo de unidad que funciona como el cerebro el cual debe tener capacidades de cognición, razonamiento y la capacidad de

activación. Tales materiales textiles y estructuras, se hacen posibles como resultado de un enlace exitoso de la tecnología tradicional textil / confección con la ciencia de materiales, mecánica estructural, tecnología de sensores y actuadores, avanzada tecnología de procesamiento, la comunicación, la inteligencia artificial, la biología, etc. (López, 2011); (Tao, 2001).

Para iniciar el estudio de los textiles activos debemos conocer los materiales con los cuales estos están ligados los cuales son:

Para sensores / actuadores:

- Materiales crómicos
- Materiales luminiscentes
- Fibra óptica
- Polímeros inteligentes
- Materiales con memoria de forma
- Microcápsulas
- Micro y nanomateriales

(Tao, 2001);(López, 2011)

4.2 MATERIALES Y SUS APLICACIONES USADOS EN TEXTILES INTELIGENTES ACTIVOS

4.2.1 MATERIALES CRÓMICOS

4.2.1.1 Principios y Materiales

Los materiales cromáticos son aquellos que sufren cambios de color cuando se someten a estímulos externos tales como la luz, el calor, corriente eléctrica, la humedad, radiaciones o más estímulos, estos materiales aplicados en la industria textil se los

considera de gran ayuda, el cambio de color nos determinaría a los cambios medio ambientales que se somete el usuario (Carrillo, Archila, & Vargas, 2010; López, 2011; Gacén, 2001).

Es así que se pueden subdividir los materiales crómicos aplicados en la industria textil de acuerdo a su estímulo en:

- ✓ Fotocrómicos: sensibles a la luz.
- ✓ Termocrómicos: sensibles al calor.
- ✓ Solvatocrómicos: sensibles a los líquidos.

(López, 2011)

4.2.1.2 Aplicaciones Textiles

Textiles fotocromáticos. Los textiles fotocromáticos son aquellos que cambian de color por la incitación de la luz. Los textiles fotocromáticos se los puede obtener por medio de la aplicación de microencapsulación que contenga agregados de colorantes sensibles a la luz, otra manera de agregar este acabado en el textil es por medio de técnicas de impregnación de los colorantes como es la estampación. (Sánchez, 2007). En el año 1989 se comercializó la primera camiseta con este tipo de acabado, el cual consistió en la estampación de microencapsulado de un colorante incoloro sensible a la luz, el cual al someterse a radiación UV entre los 350 a 400 nm se tornaba iniciando desde un color azul claro hasta un azul fuerte. (Gacén, 2001). A medida que la radiación UV es más fuerte podemos decir que la variación del color es mucho más intensa, pues el colorante parte de incoloro y va tornando una gama de azul.

A inicios del siglo XX se creó un hilo con acabado fotocromático, esto consistía en una adición de compuestos fotocromáticos en la elaboración de hilos de polipropileno, el cuál

absorbería las radiaciones UV en intervalos específicos de onda para que adquiriera diferentes colores tales como, anaranjado, púrpura, azul pálido, magenta, amarillo, rojo y verde. Este hilo cuando no era expuesto a radiaciones UV conservaba un color blanco, cuando se sometían a la radiación, intemperie, lluvia, o sol los compuestos fotocromáticos se activaban respondiendo con los colores correspondientes a cada estímulo. (Gacén, 2001). Se puede decir que tiene una función como un colorímetro, de acuerdo a la medida de la onda o longitud de onda se reflejará el color deseado.



Figura 17: Prendas fotocromáticas.

Fuente: <http://caison-colorants.com/1-1-3-pasta-pigmento-termocromica/163789>.

Textiles termocromáticos. Los textiles termocromáticos son aquellos que cambian de color al recibir estímulos de calor, es decir, el cambio de color será dictado por la temperatura a la que se someta el textil. En este tipo de textiles se usan pigmentos indicadores reversibles de la temperatura. Hay dos tipos de pigmentos que se puede usar en este tipo de acabado, el primero consiste en un cristal líquido donde su termocromismo actúa por la reflexión

selectiva de la luz, los segundos son colorantes que sufren un reordenamiento molecular por cambios de temperatura conocidos como leucocolorantes. (Sánchez, 2007; López 2011).

Una aplicación termocromática se la realizó en un textil técnico el cual comprendía de una tela de poliamida, una recubierta de una capa de poliuretano y en medio de estas unas microcápsulas de vidrio las cuales contienen colorantes sensibles al calor, cuatro colores básicos y cada uno con sus diferentes matices, en total 64 colores combinados y se distribuyen uniformemente sobre la superficie del tejido. Este textil varía sus colores en temperaturas desde -40°C y más de 80°C . Es así como se puede diseñar prendas de esquí las cuales cambien de rojo brillante al estar en una pista de nieve a un blanco cuando esté en su hogar frente a una fogata, así mismo prendas las cuales sus diseños o dibujos desaparezcan cuando el usuario se encuentre al sol y toman color al sumergirse en el agua o la huella de las manos que se marcaría al tener contacto con la prenda. (Gacén, 2001).

Así mismo en el área deportiva al subir la temperatura corporal las prendas cambien de color, de acuerdo al esfuerzo físico realizado, el calor desprendido del cuerpo será diferente, así pues la temperatura corporal irá variando pudiendo obtener una gama diferente de colores según el cambio de temperatura.



Figura 18: Marca del contacto de la mano con el textil termocrómico.

Fuente: <https://quimicadas.wordpress.com>.



Figura 19: Cambio de color del textil por cambio de temperatura.

Fuente: Cámaras Climáticas.

Textiles solvatocrómicos. Los textiles solvatocrómicos se los conoce a los que son capaces de cambiar de color al someterse a condiciones de humedad o mojarse. El solvatocromismo está siendo objeto de estudio por muchas empresas textiles para su explotación comercial. (Sánchez, 2007).

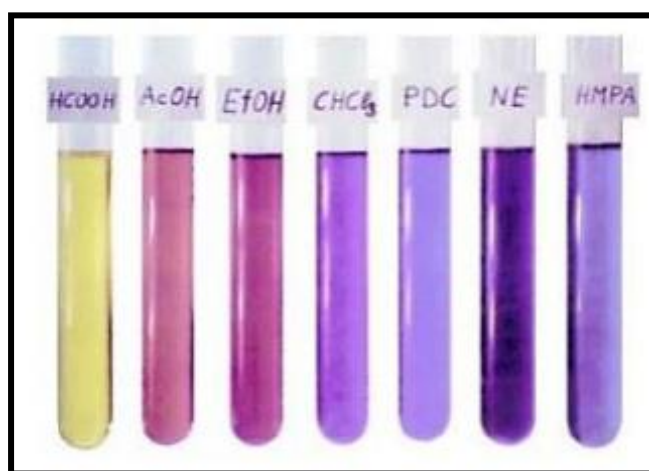


Figura 20: Materiales Solvatocrómicos.

Fuente: (Vásconez, 2014)

4.2.2 MATERIALES LUMINISCENTES

4.2.2.1 Principios y materiales

A diferencia que los materiales crómicos que cambian de color con estímulos externos, estos emiten luz (López, 2011), es decir, un estímulo al textil con propiedades luminiscentes

hace que este emita un haz de luz. Los materiales luminiscentes utilizados en la industria textil de acuerdo a su estímulo son los siguientes:

- ✓ Fotoluminiscencia: Su estímulo externo es la luz.
- ✓ Opticoluminiscencia: conducción de luz.
- ✓ Electroluminiscencia: Su estímulo externo es la electricidad.

(López, 2011).

4.2.2.2 Aplicaciones Textiles

Textiles con Fotoluminiscencia. Son aquellos que emiten un tipo de luminosidad al recibir cambios de luz. Hay dos tipos de efectos, la fluorescencia y el fosforescía. La diferencia entre los dos es el modo de desexcitación que se traduce por una duración de emisión mucho más larga en el caso de la fosforescencia (López, 2011).

Existen dos tipos de materiales fotoluminiscentes los orgánicos y los minerales.

Los fotoluminiscentes orgánicos son los compuestos rígidos que poseen una buena conjugación molecular y que poseen la capacidad de pasar de estados excitados a un estado fundamental mediante la emisión de fotón. Existen también materiales fotoluminiscentes minerales tales como algún tipo de tierra rara. Los materiales fluorescentes son generalmente utilizados en los textiles para ropas de discoteca y, de un modo más interesante, en el sellado de etiquetas con materiales de revelación de rayos UV de forma que se pueden detectar imitaciones de marcas, así como en etiquetas de seguridad. Los materiales fosforescentes han sido aplicados en colorantes que pueden almacenar luz y son utilizados en los equipos de protección individual, consiguiéndose efectos de señalización luminosa de la persona. Otro uso lo encontramos en la confección de alfombras con indicaciones luminosas para guiar a la gente durante un apagón (López, 2011). Hay muchos usos que se pueden dar a estos textiles,

aunque la mayoría son usados con fin estético, se los puede usar en el área de seguridad industrial en señaléticas y guías para evitar accidentes dentro de una empresa, o en señalética vial, para resaltar las señales y guías para los automóviles.

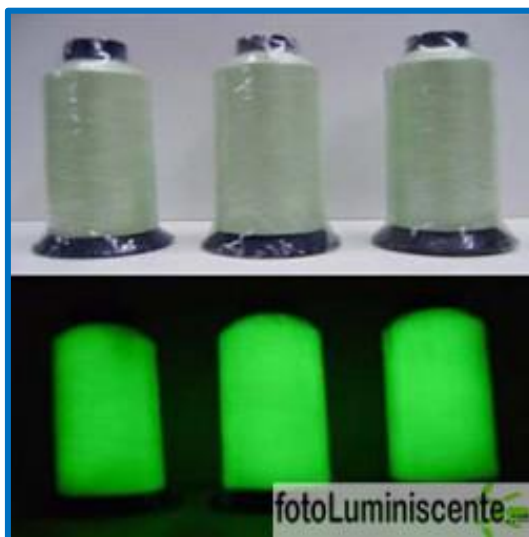


Figura 21: Textil fotoluminiscente

Fuente: <http://www.fotoluminiscente.com/>

Textiles Opticoluminiscentes (fibra óptica). Es el efecto típico que se encuentra en fibras ópticas. El uso de estos tipos de fibras técnicas se usa actualmente para textiles de fabricación que emiten luz. Existen desarrollos que emplean la fibra óptica aplicada a la creación de pantallas.



Figura 22: Textiles opticoluminiscentes.

Fuente: (Vásconez, 2014).

Textiles electroluminiscentes. Los materiales electroluminiscentes pueden ser así como los fotoluminiscentes realizados de compuestos orgánicos o de materiales minerales. Los compuestos electroluminiscentes, en este momento, son poco utilizados en textiles siendo así las aplicaciones de materiales textiles electroluminiscente es en el sector de la moda y también en los equipos de protección de alta visibilidad. Aunque este tipo de acabado es uno de los más estudiados en el área de los textiles inteligentes gracias a la aparición de los diodos orgánicos electroluminiscentes que poseen un carácter flexible y que son utilizados para la fabricación de pantallas planas, finas, ligeras y flexibles pudiendo usar estas propiedades a favor de la industria textil. (López, 2011).

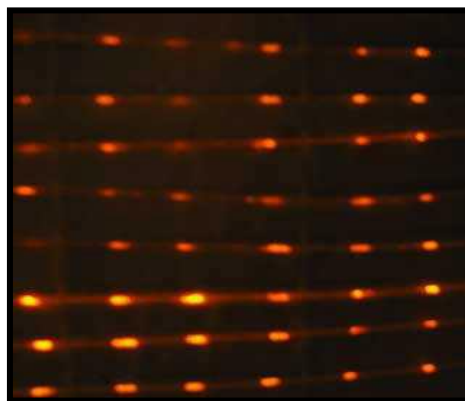


Figura 23: Cortina Electroluminiscente.

Fuente: (López, 2011).

4.2.3 FIBRA ÓPTICA

4.2.3.1 Principios y materiales

Antes se mencionó un poco acerca de esta fibra, pues esta puede generar luminosidad en las prendas como son los textiles opticoluminiscentes, aunque esta no es la única aplicación y uso de fibra óptica en textiles. Sin embargo el uso de esta ya se acerca más a los textiles inteligentes de tercera generación y ultra inteligentes. Las fibras ópticas de materiales poliméricos tienen la ventaja de una alta flexibilidad de una baja rigidez en comparación con las fibras de vidrio, por lo tanto, que están recibiendo cada vez más atención en el campo de

los textiles inteligentes y complementarán cables y sensores eléctricos en un futuro próximo. Un par de ventajas hacen su aplicación muy atractivo: no producen calor, que son insensibles a la radiación electromagnética y que no son susceptibles a las descargas eléctricas. Varios tipos de sensores textiles ya se han desarrollado utilizando fibras ópticas basadas en los principios de rejilla o microcurvatura (Rothmaier, Luong, & Clemens, 2008).

4.2.4 POLÍMEROS INTELIGENTES

4.2.4.1 Principios y Materiales

Los sistemas poliméricos inteligentes o polímeros sensibles al estímulo son polímeros que cambian sus propiedades drásticamente en respuesta a ligeros estímulos externos, tales como, temperatura, pH, luz, campo eléctrico o magnético, concentraciones iónicas, moléculas biológicas, entre otros. **Fuente especificada no válida.**, a pesar de existir muchos polímeros inteligentes podemos recalcar que no todos se usan en la industria textil, sin embargo a continuación hablaremos de los posibles acabados textiles con estos polímeros.

4.2.4.2 Aplicaciones Textiles

Entre distintos tipos de materiales inteligentes, los polímeros parecen ser los más prometedores para aplicaciones en la industria textil. Conocidos como tejidos electrónicos o tejidos inteligentes son capaces de responder a los estímulos externos. Según unos trabajos realizados en la Conferencia Internacional sobre Materiales Inteligentes, y Nano-Micro Sistemas Inteligentes, en el año 2006, los apósitos textiles inteligentes facilitadores de cicatrización de las heridas se vuelven cada vez más importantes, estos están hechos a base de microgeles que presentan una rápida respuesta a los estímulos externos permitiendo así la liberación de los fármacos. En este sentido, un estudio posterior de la Universidad de Twente presenta una estrategia innovadora para el acabado funcional de algodón, para ello se usan microhidrogeles a partir de dos polímeros sensibles, uno a la temperatura y otro al pH. Por

otra parte la Universidad de Wollongong en Australia publica un estudio en el cual en base al uso de polímeros conductores, para proporcionar información sobre el ángulo de flexión mediante el uso de una rodillera, con el fin de evitar lesiones. **Fuente especificada no válida.**

Descubierto en 1977, los polímeros intrínsecamente conductores (ICP) pueden conducir la electricidad y tienen la capacidad de detectar y accionar. Los actuadores basados en ICP pueden generar tensiones mucho más altas con una cepa comparable al músculo esquelético natural y sensores basados en ICP pueden cambiar su resistividad o generar una señal eléctrica en respuesta a los estímulos externos. Los sistemas de polímeros inteligentes basadas ICP tienen la capacidad de detectar, procesar información, y accionar. Textiles hechos de ICP se pueden realizar por hilatura en húmedo continuo para producir fibras textiles a base de ICP, que pueden ser fabricados en hilos y una serie de estructuras de tejido. Los cambios de conductividad en respuesta a la deformación externa son explotados en la producción de sensores mecánicos basados en textiles tales como el medidor de deformación flexible. **Fuente especificada no válida..**

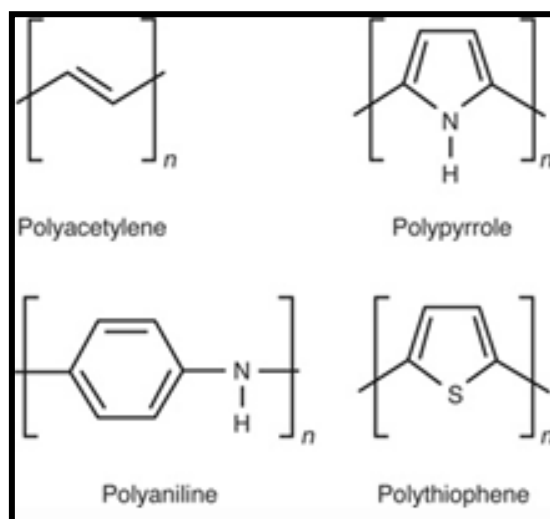


Figura 24: Las estructuras químicas de los polímeros intrínsecamente conductores (ICP).
Fuente: Fuente especificada no válida..

4.2.5 Materiales con memoria de forma

4.2.5.1 Principios

Estos materiales son capaces de deformarse desde su forma actual hasta otra previamente fijada, generalmente por acción del calor, aunque también puede ser por cambios magnéticos y de otros tipos. (Sánchez, 2007). En el estudio de estos materiales podemos mencionar dos tipos de estos, los primeros serían los de primera clase que son materiales estables en dos o más estados de temperatura, estos tienen el potencial de asumir diversas formas, cuando han alcanzado su temperatura de transformación. (López, 2009). Este proceso de deformación se le conoce como transformación martensítica y austenítica, La martensita es un desplazamiento atómico en el cual estos se reordenan para generar una estructura cristalina más estable sin perder la naturaleza química de la matriz, con lo cual se puede producir un cambio significativo en su forma, la austenita es una fase en la cual, al calentar el material a una rango definido el material se recristaliza formando una estructura atómica cristalina cubica de cara centrada. Pero si la pieza se calienta por encima de la temperatura a la cual el material es completamente austenítico, ésta recupera su forma inicial, aún, soportando la misma carga. Los otros materiales con memoria de forma son los polímeros electroactivos que pueden deformarse en respuesta a estímulos eléctricos. **Fuente especificada no válida..** En la última década ha habido acontecimientos significativos en polímeros electroactivos capaces de producir un cambio en el tamaño o forma y generar fuerza para la actuación de mecanismos en una variada serie de aplicaciones.

4.2.5.2 Materiales

En la siguiente tabla podremos observar algunos materiales con el efecto de memoria de forma, así como algunas características.

PROPIEDAD	Ni- Ti	Cu- Zn- Al	Cu- Al- Ni
Temperatura del fluido en °C	1240-1310	950-1020	100-1050
Deformación de memoria de forma	8,5	4	4
Intervalo de transformación °C	(-) 200 a 110	< 120	< 200
Resistencia a la Cedencia	195-690 (austenita)	350 (fase beta)	400 (fase beta)
	70-140 (martensita)	80 (martensita)	130 (martensita)

Tabla 7: Aleaciones de metales que sirven como materiales de memoria de forma.

Fuente: Adaptado de **Fuente especificada no válida..**

Las aleaciones con memoria de la forma, como el níquel-titanio, han sido desarrolladas para proporcionar un aumento de la protección contra fuentes del calor. Los materiales con memoria de forma poseen diversas propiedades debajo y encima de la temperatura en la cual es activada. Por debajo de esta temperatura, la aleación es deformada fácilmente. En la temperatura de activación, la aleación ejerce una fuerza para volver a una forma previamente adoptada y volviéndose mucho más rígida. La temperatura de activación se puede fijar cambiando la proporción de níquel al titanio en la aleación. Las aleaciones del Cobre-zinc son capaces de una activación de doble dirección y por lo tanto pueden producir la variación reversible necesaria para la protección contra condiciones atmosféricas cambiantes. También reaccionarán a los cambios de temperatura causados por variaciones en niveles físicos de actividad (López, 2009).

Así mismo a más de estos materiales antes mencionados tenemos también los polímeros con memoria de forma que tienen el mismo efecto que las aleaciones de anteriores pero, al ser polímeros, serán más compatibles con el sustrato textil.

4.2.5.3 Aplicaciones Textiles

Para aplicaciones en prendas, las temperaturas idóneas para que el efecto de la memoria de forma actúe será la temperatura cercana a la superficie corporal esto es de 31 a 33 °C. En la práctica, una aleación con memoria de forma tiene por lo general la forma de un resorte. El resorte es plano en condiciones bajo la temperatura de activación, pero se alarga por encima de esta. Incorporando estas aleaciones entre las capas de una prenda, se puede generar un hueco entre las capas del tejido al darse la temperatura de activación. Por lo tanto, se consigue una mejora en la protección contra el calor externo. (López, 2009). Se ha experimentado con películas de poliuretanos termoplásticos incorporadas entre capas adyacentes de tejido. Cuando baja la temperatura y estos materiales alcanzan la temperatura de activación, la bolsa de aire encerrada entre esas dos capas muy próximas incrementa su volumen y, por lo tanto, su capacidad de aislamiento y protección contra el frío. Si hace calor, el sentido de la deformación de las capas de poliuretano es inverso. Existen también materiales de permeabilidad variable mientras aumenta el calor desprendido del cuerpo, incrementa el tamaño de las intersecciones permitiendo la evaporación del sudor. Por el contrario, cuando el cuerpo se enfría, el material textil recupera su forma original cerrando las intersecciones y aumentando la capacidad de abrigo. (Sánchez, 2007).

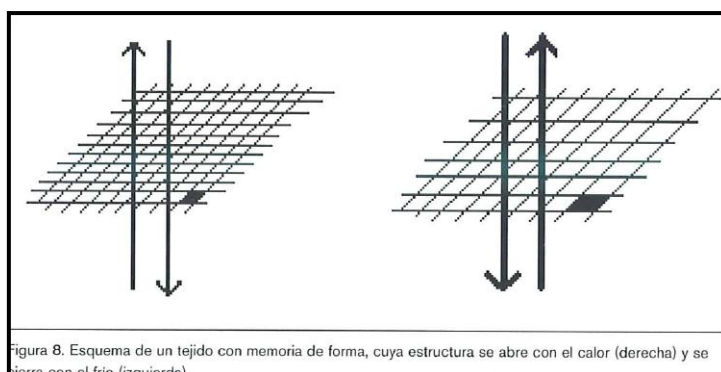


Figura 25: Esquema de un tejido con memoria de forma, cuya estructura se abre con el calor (derecha) y se cierra con el frío (izquierda).

Fuente: (Sánchez, 2007).

4.2.6 MICROCÁPSULAS

4.2.6.1 Principios y Materiales

La microencapsulación es conocida genéricamente como la técnica de microembalaje que consiste como base en depositar finos recubrimientos poliméricos (membrana) sobre pequeñas partículas que actúan como principios activos, muy usado en la industria del papel y farmacéutica químico, agricultura, alimentación, cosmética, entre otros, sin embargo también ha tenido un gran avance en la industria textil. En lo que se refiere al sector textil, la microencapsulación se emplea en productos de investigación y desarrollo pero son muy pocos los que han tenido suficiente repercusión comercial. El consumismo hoy en día está ligado a los ámbitos sociales es por ello que cada vez se vuelve más exigente demandando mayor grado de innovación y así obtener los resultados comerciales esperados. Al conocer esto en el sector textil es cuando nace la técnica de microencapsulación permitiendo aportar con algo diferente e innovador en esta área que produzca éxito comercial. En la etapa inicial de la microencapsulación se define el tipo de fibra, el artículo y la función para la cual van a ir destinado, dependiendo del concepto, uso y composición del artículo será de mayor o menor consonancia (Ceba, 2003).

Hay que saber el tipo de fibra que se va a trabajar pues depende de esto el comportamiento ante las microcápsulas y la liberación de las mismas, pues esta será diferente de acuerdo al tipo de fibra, mientras que en fibras artificiales y sintéticas ya se encuentra bien desarrollado, en fibras naturales la microencapsulación se encuentra en desarrollo aún, pero con muchas posibilidades de éxito.

TIPO DE FIBRA	TIPO DE PRENDA	CONCEPTO
Poliamida/ licra	Medias / Ropa interior	Hidratación
		Anticelulítico
	Medias	Retardante de vello
	Bañadores	Bronceador
Algodón / Licra	Calcetines / Pijamas / Camisa	Hidratación

Tabla 8: Acabados con microencapsulado posibles de realizar en las diferentes prendas y tipo de fibras.

Fuente: (Ceba, 2003).

4.2.6.2 Aplicaciones

Actualmente la aplicación textil de microcápsulas se centra principalmente en la aplicación de microencapsulados de colorantes reactivos o dispersos, pigmentos crómicos, estudio de materiales de cambio de fase, gama de aromas y fragancias encapsuladas, seguido de antiácaros, antibacterias, repelentes de insectos, están también los microencapsulados de cremas reafirmantes e hidratantes para la piel, indicadores termoreactantes y en el campo médico cabe hablar de aplicaciones de antibióticos, hormonas y otros fármacos. Los polímeros más usado como membrana de la microcápsula son melanina-formol, o urea y en menor proporción poliuretanos convencionales formados por isocianato y una amina, ambos deben ser polifuncionales. En fin, en todos los casos deben ser resistentes a la acción del mantenimiento. La aplicación de las microcápsulas sobre el sustrato textil puede realizarse en diferentes etapas del proceso siendo recomendable hacerlo en la última, evitando de esta forma someterlas a condiciones adversas que puedan resultar perjudiciales. (Ceba, 2003) (Monllor, 2007). En el siguiente cuadro se explicará acerca de la manera de aplicar el microencapsulado en los sustratos textiles.

SISTEMA	MÁQUINA	SUSTRATO	TRATAMIENTO POSTERIOR
Agotamiento	Lavadora	Prenda	Secado en Secadora
Agotamiento	Overflow/Jet /Jigger	Tejido	Secado en Rama
Impregnación	Foulard	Tejido	Secado en Rama
Estampación	Rotativa	Tejido	Secado en Rama
Spray	Específica	Tejido/ Prenda	Secado en Rama o Lavadora (opcional)

Tabla 9: Procesos de incorporación de microcápsulas en textil.

Fuente: (Ceba, 2003).

Los métodos de aplicación de las microcápsulas son el agotamiento, la impregnación, la estampación y por rocío. En todos los sistemas se incluirá una resina de fijación. Se comparará y evaluará mediante diversas técnicas las cantidades de las microcápsulas depositadas sobre los textiles en cada caso y se estudiarán las diferentes concentraciones aplicadas.

Microencapsulado ignífugos. Los microencapsulados ignífugos para aplicación textil, son objeto de mucho estudio científico, estos son realizados por microencapsulación de derivados del fosfato amónico o derivados del fósforo rojo. Las membranas de las microcápsulas por lo general son de poliuretanos combinados con algún poliéster o poliéter, melanina-formol, todos estos pensados para liberar la materia activa por rotura. (Monllor, 2007).

Microencapsulados cosmetotextiles. Los cosmetotextiles son textiles que proporcionan funciones cosméticas y biológicas, tales como sensación agradable, energizante, adelgazamiento, refrescante, revitalizante, piel brillante, anti-envejecimiento, el cuidado del cuerpo, condición física y la salud. El bienestar o la salud son aspectos de acabados textiles

que se han convertido en una cuestión funcional deliciosa en el siglo XXI. Los extractos de productos naturales y aceites esenciales seleccionados se agregan a los textiles, que no sólo tienen propiedades curativas, sino también mantener al usuario fresco y vigoroso. En apósitos para heridas, en los que una liberación lenta del fármaco es esencial, complejos de drogas con compuestos naturales, tales como quitosano, ácido hialurónico y alginatos sirven para este propósito. La fusión de los dos sectores aparentemente diferentes, cosméticos y textiles despeja el camino para subir a las alturas de cosmetotextiles. Usando la técnica de microencapsulación varios ingredientes cosméticos son susceptibles al calor o propensos a la oxidación, mientras que los desodorantes son volátiles. Estas son las principales fuerzas motrices para adoptar microencapsulación como la principal técnica para desarrollar cosmetotextiles. La microencapsulación puede prolongar la vida útil de los diversos ingredientes cosméticos volátiles y no volátiles al retrasar la oxidación y la evaporación, respectivamente. La idoneidad de microcápsulas para aplicaciones cosmetotextile depende del rango del diámetro, robustez mecánica y perfil de liberación contenido de microcápsulas para ofrecer potencial apropiado para una funcionalidad específica. Las microcápsulas se pueden integrar con el sustrato textil por dos métodos principales: en primer lugar, mediante unión covalente de injerto utilizando un aglutinante para la piel seleccionado, la cantidad y tipo de los cuales utiliza depende del sustrato textil, y debe ser capaz de unirse a las microcápsulas firmemente a ofrecer una adecuada resistencia al lavado; en segundo lugar, por el método de escape, lo que requiere un control muy preciso de la Temperatura y pH. Este método es adecuado para el tratamiento de tejidos de punto y prendas tejidas. **Fuente especificada no válida..**

Microencapsulado de materiales de cambio de fase (PCM). Antes de aplicar de PCM a la estructura textil, los de PCM se encapsulan en esferas muy pequeñas para contenerlos mientras que en un estado líquido. Las microcápsulas son resistentes a la acción

mecánica, el calor y la mayoría de los tipos de productos químicos. Reaccionan a las fluctuaciones de temperatura de la siguiente manera, Cuando la temperatura se eleva debido a una temperatura ambiente más alta, las microcápsulas reaccionan mediante la absorción de calor, los PCM en las microcápsulas se funden, extraen el calor de su entorno y almacenan el exceso de energía. Cuando la temperatura cae debido a una temperatura ambiente inferior, liberan el calor almacenado previamente, interactúan la estructura textil con microcápsulas PCM para aplicaciones de prendas de vestir. **Fuente especificada no válida..** Para una aplicación adecuada del PCM en el sector textil de la temperatura debe estar dentro de un rango de temperatura de la piel humana. Esta propiedad estimulante del PCM sería útil para la aplicación de la producción de prendas de protección en resumen, los tipos de climas desde el invierno más fuerte para el verano más caluroso. Los materiales textiles tratados con los PCM pueden almacenar el calor si es en exceso y lo liberan de nuevo cuando se necesita el calor. A medida que el proceso de cambio de fase (cambio del estado de una de la otra) que está sucediendo en todos los cambios de temperatura debido al grado de las actividades físicas y la temperatura ambiente. **Fuente especificada no válida..**

4.2.7 NANOMATERIALES

4.2.7.1 Principios y Materiales

La palabra nanotecnología es usada extensivamente para definir las ciencias y técnicas que se aplican a un nivel de nanoescala. Estos son niveles dimensionales extremadamente pequeños que permiten trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos. En síntesis nos llevaría a la posibilidad de fabricar materiales y máquinas a partir del reordenamiento de átomos y moléculas. Se define a la nanotecnología como el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia en una dimensión minúscula de átomos y moléculas, donde se demuestran fenómenos y propiedades totalmente nuevas. Por lo tanto, los

científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos, con propiedades únicas. (Cadavid, 2007). El advenimiento de nanotextiles inteligentes revolucionará la ropa que usamos, los muebles de nuestras casas, y los materiales utilizados en la industria aumentando las expectativas del rendimiento textil. (Coyle et al., 2007). Los nanomateriales que son y pronto serán utilizados con mayor frecuencia en los textiles son: plata, dióxido de silicio, dióxido de titanio, óxido de zinc, (hidr) óxidos de aluminio, nanoarcillas, los nanotubos de carbono, negro de carbono, cobre, oro, hierro (hidr) óxidos, entre otros. **Fuente especificada no válida..** Los nanotextiles pueden obtenerse de dos maneras, ya sea mediante la introducción de los nanomateriales sintéticos en el proceso de fabricación o acabados o por nanoestructuración.

4.2.7.2 Aplicaciones

Textiles con nano-partículas de plata (Ag-NP). En el sector textil la plata a nanoescala se utiliza en primer lugar para reducir el crecimiento de bacterias en la industria textil y de no producirlas en la piel o por fibras conductoras. La plata se puede aplicar en forma de NP o como capa de nano-escala en la superficie de las fibras. Para obtener un efecto antibacteriano, los iones Ag^+ de la Ag-NP deben llegar a la superficie de la fibra (Som et al., 2010).

Textiles con nano-partículas de óxido de zinc (ZnO-NP). El ZnO es una sustancia que, varilla de muy diversas formas (esférica, la hélice, en forma de anillo o estrella, etc., se puede preparar en textiles ZnO-NP son investigados por el efecto antibacteriano o como protección UV. Además la aplicación de nanopartículas de ZnO en la superficie de la tela de algodón se puede crear una tela "super hidrofóbica" (repelente al agua). También hay fibras textiles con nanohilos de ZnO ("nanocables") recubiertos, para generar electricidad en el frote a través del movimiento de la tela contra la otra (Som et al., 2010).

Textiles con nano-partículas de dióxido de silicio (SiO₂-NP). El dióxido de silicio (SiO₂) puede ser amorfo o cristalino. En los productos, no se utiliza generalmente en la forma amorfa. El SiO₂-NP se aplica a la superficie de la tela de algodón para hacer a esta superhidrofóbica. También se utiliza SiO₂ como material de recubrimiento para fabricar las fibras resistentes a la abrasión o los controles que pueden liberar (Som et al., 2010).

Textiles con nano-partículas de dióxido de titanio (TiO₂-NP). El TiO₂ en su nanoforma específica se usa a menudo cuantitativamente en los protectores solares y otros cosméticos con protectores UV. El dióxido de titanio (TiO₂) ha sido utilizado durante mucho en diversas fibras químicas como un agente de mateado. Los textiles actuales están equipados con TiO₂-NP para aumentar la protección UV, el TiO₂ en forma de nanopartículas está intensamente investigado y aplicado a las superficies de fibra como antibacteriano o antimicrobiano, el TiO₂-NP a veces se combinan con Ag-NP con el fin de mejorar el efecto antimicrobiano, equipada de esta manera las telas también se conocen como textiles "auto-limpieza". Además, el TiO₂ se puede aplicar películas delgadas sobre las fibras de modo que la superficie de la fibra sea hidrófila (Som et al., 2010). Se puede concluir que el dióxido de titanio puede generar varios beneficios a la vez, siendo un antibacteriano, antimicrobiano y dar una protección UV.

Textiles con nano-partículas de Aluminio (hidr) óxidos (Al₂O₃-NP). Aluminio (hidr) óxidos (por ejemplo, Al₂O₃) se mencionan repetidamente como un interés general para Textiles NP. Sin embargo, hay sólo unas pocas publicaciones. Así Kalarikkal et al describe; "El Al₂O₃-revestimiento está destinado a aumentar la resistencia a la rotura de las fibras textiles, es una solución a mantener la elasticidad y sin embargo las ventajas de un material cerámico tales como resistencia al calor, la fricción y la luz (Som et al., 2010).

Textiles con nano-partículas de nanotubos de carbono (CNT). El término nanotubos de carbono incluye un gran grupo de NP con respecto a la velocidad, al diámetro, longitud, o múltiples paredes, diferentes extremos y más, por lo general se clasifican en nanotubos de paredes individuales de carbono de una sola pared (SWNT) y nanotubos de carbono de pared múltiple de múltiples paredes (MWNT). La CNT hoy intensamente investigado por tener el poder de producir calor conductivo y ser retardante de llama o de fibras textiles de tracción (Sam el al., 2010)

Textiles con nano-partículas de filosilicatos. Los filosilicatos a nanoescala se dice que tienen propiedades mejoradas: por ejemplo, aumento de protección UV y resistencia al calor, la reducción de la inflamabilidad y permeabilidad a los gases y el aumento de la biodegradabilidad de los polímeros biodegradables (Sam el al., 2010).

Textiles con nano-partículas de otros: cobre (Cu), oro (Au), hierro (hidróxidos, polipirrol, polianilina). En algunas publicaciones NP se describen a partir de cobre, oro y óxido de hierro para aplicaciones textiles. El óxido de hierro y especialmente la llamada SPY (nanopartículas de óxido de hierro superparamagnético, que son multi-recubierto) se utilizan a menudo en los estudios médicos debido a que están influenciados por los campos magnéticos externos. El óxido de hierro podría en teoría también ser visto como el cobre y el oro, se utiliza para la fabricación de fibras conductoras, por ejemplo, para los textiles inteligentes. Sin embargo, parece que estos nanomateriales, por diversas razones (por ejemplo, el costo, compatibilidad con la piel, funcionalidad) no son objeto de intensas investigaciones para su uso en la industria textil. Sin embargo, el polipirrol y la polianilina se exploran cada vez más para los textiles conductores (Sam et al., 2010).

Nanofibras. Textiles que consisten de nanoestructuras que son fibras con un diámetro en el rango de nanoescala o fibras y recubrimientos con nanoporos. Las NP son introducidas

por composición del polímero en el proceso de hilatura por fusión o solución de hilado en fibras o el uso de la hilatura de electrones para nanométricas fibras finas. Por lo tanto, la NP se puede distribuir de manera uniforme en el volumen de fibra. (Coyle et al., 2007); **Fuente especificada no válida..**

4.3 EVOLUCIÓN DE TEXTILES ACTIVOS

En esta sección se explicará sobre la evolución los textiles inteligentes de segunda generación, en base a toda la bibliografía recolectada referente al tema pudiendo identificar los avances de los mismos por su año de invención, o así mismo por sus diferentes materiales a usarse para su producción.

4.3.1 EVOLUCIÓN DE ACUERDO A SU APLICACIÓN

Aquí detallaremos los avances más relevantes de la aplicación de los materiales en textiles inteligentes de segunda generación o activos.

➤ Materiales Crómicos

Los tejidos pueden cambiar de color por fotocromismo (cambio de color producido o inducido por la luz), termocromismo (cambio de color producido por el calor) y solvatocromismo (cambio de color producido por la humedad) (Gacén, 2001).

MATERIALES CRÓMICOS		
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	AÑO
Compuestos fotosensibles espiropirano	Hirshberg descubrió el fenómeno de compuestos fotosensibles espiropirano, y por primera vez este fenómeno se llama “potochromism “(fotocrómico).	1950

Minerales fotocromáticos	Las primeras materias minerales fotocromáticas fueron encontradas.	1962
Materiales inteligentes fotocromáticos	Uso de materiales fotocromáticos en teñido textil	1970
Cristales líquidos termosensibles	Kanebo desarrolló el tejido "Feel the Seasons" estampando sobre un tejido ordinario microcápsulas a base de gelatina que contienen cristales líquidos sensibles a los cambios de temperatura. Los trajes de baño prendas de esquí, bufandas, corbatas, paraguas e impermeables fabricados con este tejido experimentan cambios repentinos de color cuando se producen variaciones de temperatura	1981
Poliamida recubierta de poliuretano con colorantes termosensibles	También Toray ha desarrollado un producto termotrópico conocido como Sway que consiste en un tejido de poliamida recubierto de una capa de poliuretano que protege a microcápsulas de vidrio (3-4 μm \varnothing), que contienen en su interior, colorantes sensibles al calor y se distribuyen uniformemente sobre la superficie del tejido. Existen cuatro colorantes básicos, cada uno en dos matices, y 64 colores combinados que presentan el fenómeno de termocromismo cuando se producen variaciones de temperatura de más de 5°C en el intervalo -40 y +80 °C.	1988

Material fotocrómico incolore sensible a la radiación UV	Kanebo desarrolló el “Comic-relief”, un tejido sobre el que se estampan microcápsulas que contienen un material fotocrómico inicialmente incoloro pero que, por exposición a la radiación ultravioleta de 350-400 nm, se colorea desde un azul claro a un azul fuerte. El agente fotocrómico experimenta una fotólisis y cambia de color por exposición a la radiación UV.	1988
	Comercializó una camiseta fabricada con tejidos Fotocrómicos.	1989
Polipropileno aditivado en masa a compuestos fotocrómicos	Solar Active International ha anunciado la comercialización de hilos de coser que bajo la radiación ultravioleta adquieren siete coloraciones diferentes (anaranjado, púrpura, azul pálido, magenta, amarillo, rojo y verde).	2000
Pigmentos blancos (dióxido de titanio).	También se han comercializado pañuelos que cambian de color cuando se humedecen. En este caso, el color estampado contiene pigmentos blancos como dióxido de titanio, que se vuelven transparentes como el vidrio deslustrado cuando se moja el tejido, dando paso a la aparición del color.	2000

Tabla 10: Evolución de la aplicación de los materiales crómicos en textiles inteligentes de segunda generación

Fuente: (Zhenya & Chen, 2006), (Gacén, 2001).

Elaborado por: Evelyn Chamba

Como se puede observar en la tabla 9, se ha presentado los avances más relevantes y significativos para los textiles crómicos, siendo empresas Asiaticas como Kanebo y Toray las

que emprendieron en el desarrollo de este tipo de textiles y forjando así sus aplicaciones en otras partes del mundo.

➤ **Materiales con memoria de forma**

Los materiales con memoria de forma nacen a mediados del siglo XX, desde su aparición se buscó la manera de aplicarlos en diferentes ámbitos y uno de estos es el área textil, en la siguiente tabla se detalla los avances de estos materiales conjuntamente con la aplicación de los mismos en la industria textil.

MATERIALES CON MEMORIA DE FORMA		
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	AÑO
	Se utiliza por primera vez el término memoria de forma para describir a un material.	1941
Alambre de memoria de forma	Apareció el alambre con memoria de forma, el cual se considera uno de los primeros textiles inteligentes	1979
Resina polynorborneno	Se descubre las propiedades de memoria de forma de esta resina y se las obtiene realizando una reacción de catálisis sintetizado norborneno.	1980
Polímero con memoria de forma	El polímero de memoria de forma fue desarrollado por primera vez por CDF Chimie Company (Francia), bajo el nombre comercial de Polynorborneno. Expusieron la posibilidad de que el material de cambio de fase se añada a las fibras textiles.	1984

Resina de poliuretano	Se crea la primera resina de poliuretano con memoria de forma en Mitsubishi Heavy Industries Ltd.	1988
Poliuretano Cristalino	Instituto de Química ha desarrollado una función de memoria de forma con PU cristalino suave con una fase reversible permitiendo una resistencia a los golpes	1996

Tabla 11: Evolución de la aplicación de materiales de memoria de forma en textiles inteligentes de segunda generación.

Fuente: (Zhenya & Chen, 2006).

Elaborado por: Evelyn Chamba.

➤ Material de cambio de fase

Los materiales de cambio de fase, conocidos también como reguladores de temperatura, se aplican en prendas de confort térmico y consisten principalmente en parafinas que funden en el intervalo de temperaturas para el que se ha programado el cambio de fase (36°C para un casco de moto, 28°C para guantes). Schoeller (Suiza), fabricante de tejidos técnicos, hace uso de esta tecnología en botas para tablas para esquiar, esquís, esquí de fondo, guantes de esquí, asientos, equipos para motos, pantalones de equitación (Gacén, 2001).

MATERIALES DE CAMBIO DE FASE		
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	AÑO
Sulfato de sodio Cloruro de calcio Sales Hidratadas	Se empieza a usar el agua de cristalización de sulfato de sodio, cloruro de calcio o cloruro de estroncio, sales hidratadas para llenar las fibras huecas, el uso de una sal hidratada que contiene agua de cristalización que trabaja como termorregulador.	1985

	Estados Unidos expusieron la posibilidad de que el material de cambio de fase se añada a las fibras textiles	1987
Microcapsulas de material de cambio de fase	Acabado con microcápsulas de materiales de cambio de fase que se añadió a la tela, haciendo textiles termostatos inteligentes	1989
Ésteres poliéster alifático	Una compañía japonesa descubrió ésteres poliéster alifático, que se lo realiza en un procedimiento de hilado en masa fundida de material compuesto, para preparar un textil que se ajuste a la temperatura	1993
Componente cortical polímero ordinario	Toyobo Company descubre poli componente que se puede usar en el procedimiento de hilado en masa fundida de material compuesto, para preparar un compuesto de ajuste de la temperatura.	1994
Humo de sílice	La Universidad de Dayton desarrolló materiales de cambio de fase mezclada con humo de sílice, usando hilado realizados con fibras que tiene una función de control de la temperatura	1996
Microcápsulas de PCM añadido a poliacrilonitrilo.	Compañía especializada bajo la licencia Outlast Lee, ha comenzado la producción de fibra Outlast industrial que tiene una función de termostato.	1997
Prenda con material de cambio de fase	Producción chaleco Frisby tiene un efecto de enfriamiento. Estos chalecos están disponibles en un ambiente muy caliente para los trabajadores y soldados que trabajan bajo desgaste, se pueden mantener durante un máximo de 4 h un efecto de enfriamiento.	1999

Prenda con PCM	Las telas textiles termostato regenerativos se utilizan para decorar coches.	2000
----------------	--	------

Tabla 12: Evolución de la aplicación de materiales de cambio de fase en textiles inteligentes de segunda generación.

Fuente: (Zhenya & Chen, 2006).

Elaborado por: Evelyn Chamba.

➤ Materiales impermeables respirables

Cuando se refiere a un material impermeable lo conocemos como un material el cual no permite la salida o entrada d un medio físico (agua, aire). Un impermeable respirable se lo podría conocer como algo irreal, sin embargo estos tipos de materiales se han descubierto hace más de 70 años y se han ido desarrollando y aplicando con el paso del tiempo en distintas áreas. En la siguiente tabla detallaremos la evolución de este material haciendo énfasis en su aplicación en la industria textil.

MATERIALES IMPERMEABLES RESPIRABLES		
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	AÑO
	Desarrollo inicial del tejido traspirable con función impermeable llamada (texto Theil) por la británica Shirley Estaño Levin, (Instituto de diseño).	1940
Película microporosa	Se desarrolla la primera película microporosa de politetrafluoroetileno para realizar los textiles impermeables y respirables.	1969
	Se desarrolla y perfecciona al tejido traspirable impermeable.	1970

Ultra alta densidad	Japón crea el primer tejido con ultra alta densidad, 20 veces mayor su densidad que una tela ordinaria. Permitiendo resistir a la presión del agua y a su vez permitiendo ser una tela respirable	1981
Recubrimiento con plasma	La aparición de un nuevo proceso de recubrimiento, el uso de medios físicos y químicos, por medio de la tecnología de recubrimiento por plasma, la superficie del tejido se modifica para que sea repelente al agua, resistente al agua	1990

Tabla 13: Evolución de la aplicación de materiales impermeables respirables en textiles inteligentes de segunda generación.

Fuente: (Zhenya & Chen, 2006).

Elaborado por: Evelyn Chamba.

➤ Polímeros Conductores

Los polímeros conductores, tan buenos conductores de electricidad que se les llamaron también metales sintéticos, fueron descubiertos en 1974 y desde entonces han despertado gran interés y rápido crecimiento en la electrónica de termoplásticos. El éxito de estos polímeros se basa en la unión de las propiedades eléctricas de los metales y la gran flexibilidad y baja densidad de los plásticos.

POLÍMEROS CONDUCTORES		
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	AÑO
Polímeros conductores	Descubierto en los polímeros intrínsecamente conductores (ICP) pueden conducir la electricidad y tienen la capacidad de detectar y accionar.	1977

Polímero conductor simple o compuesto	Desde finales de este año se desarrolló el primer polímero conductor, siendo el básico un polímero conductor de corriente solo, o puede ser también combinado con sensores de fibra óptica	1977
Polímeros e hidrógeles	Allan Hoffman publica un artículo en el que se describen las características, las respuestas y los mecanismos de los polímeros e hidrogel sensibles a estímulos y menciona sus aplicaciones como biomateriales inteligentes.	1991
Fibra conductoras	Empresas de la UE Electro Textil utilizan tela sensible a la presión desarrollada tecnología de fibra conductora.	1999

Tabla 14: Evolución de la aplicación de polímeros conductores en textiles inteligentes de segunda generación.

Fuente: (Zhenya & Chen, 2006).

Elaborado por: Evelyn Chamba.

4.3.2 EJEMPLOS DE TEXTILES INTELIGENTES DE SEGUNDA GENERACIÓN

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	AÑO
Polímeros conductores	Empresas de la UE Electro Textil utilizan tela sensible a la presión desarrollada tecnología de fibra conductora.	1999
Material Fotocrómico	Paraguas en el que el dosel se tiñe con un colorante que cambia de color. El colorante puede ser termocrómico, el cambio de colores como los cambios de temperatura. Los colorantes fotocrómicos, que cambian de color en la luz solar,	2001

	también se pueden utilizar. El colorante se puede aplicar a los paneles para formar una variedad de imágenes.	
Material de cambio de fase	Originalmente desarrollado para la NASA para proteger a los astronautas de las fluctuaciones de temperatura, la tecnología Outlast® ha hecho un triunfante regreso al espacio. JAXA, el equivalente japonés de la NASA, produjo un suéter llevado por Naoko Yamazuki en un vuelo reciente del transbordador espacial. Un astronauta japonés de alto perfil, Yamazuki y su suéter personalizado hicieron titulares en muchos medios de comunicación japoneses	2010
Material de cambio de fase	Los pijamas Sleep Number In Balance™ con tecnología Outlast® ofrecen una solución para mantenerse frescos y cómodos durante toda la noche. Outlast® La tecnología en estos pijamas crea un ambiente más cómodo del sueño balanceando oscilaciones de la temperatura, una alteración común del sueño.	2010
Material de cambio de fase	Outlast® licencia Auri Footwear es la primera colección de calzado de alta costura para combinar la comodidad y la moda. Originalmente disponible sólo para hombres, en la primavera de este año Auri lanzó una línea de zapatos para mujer que incorpora	2010

	la tecnología Outlast® con regulación de la temperatura para mantener los pies secos y cómodos ... incluso en tacones altos	
Material de cambio de fase	El nuevo licenciatario OEL Worldwide Industries lanza Structurewear, una línea multifacética de capas base con tecnología de gestión de calor Outlast®. OEL Structurewear está diseñado para ser usado bajo cualquier uniforme de trabajo, ropa deportiva, ropa de exterior o ropa de trabajo. Las capas de base ofrecen el triple de los beneficios: calor, olor y gestión de la humedad, el calor y la gestión de la humedad de la tecnología Outlast® y la gestión de olores de las tecnologías antimicrobianas incorporado en la tela.	2011
Material luminiscente	Philips ha anunciado un acuerdo con la empresa Kvadrat Soft Cells para comercializar un innovador tejido luminoso que ayudará a arquitectos, diseñadores de interior y especialistas en iluminación a crear espacios vivos y atractivos utilizando la luz ambiente y la textura	2011
Fibra óptica	Lifeline Biotechnologies tras 20 años de investigación presenta su “smartbra” sujetador inteligente llamado First Warning Systems, una prenda que según la compañía es capaz de detectar el cáncer de mama con una fiabilidad de un 90%.	2013

	Este sostén tiene unos sensores que captan los cambios de temperatura en el tejido mamario y proporcionan una impresión digital que detectan la presencia de células malignas.	
Material luminiscente	Crean nuevo material luminiscente el cual es un dispositivo que mide la radiación ionizante que esté expuesta una persona, este material se denomina dosímetro el cual es una pastilla pequeña de óxido de silicio que en contacto con el cuerpo humano por medios físicos detecta el grado de exposición de radiación ionizante.	2015
Material con memoria de forma	Desarrollar ropa inteligente transformable mediante la aplicación de la investigación interdisciplinaria en diseño de moda y los e-textiles, usando técnicas de construcción de ropa especial (plegada y drapeada) y tejidos con aleación con memoria de forma (SMA).	2015

Tabla 15: Ejemplos de textiles inteligentes de segunda generación.

Fuente: (Hernandez Bolaños, 2016); (Doolan, D, 2001); (<http://www.outlast.com/>)

Elaborado por: Evelyn Chamba.

Las fibras textiles inteligentes, estructuras inteligentes tienen un futuro muy brillante. Las fibras inteligentes pueden ser ajustados de acuerdo con la temperatura ambiente y la tasa

metabólica, en su voluminosidad, rizado, para la capa de aislamiento de ropa, puede ajustar libremente la resistencia para el fuego o la ropa de escalado para evitar las temperaturas bajas, prendas que pueden variar dependiendo del entorno externo cambiar el color, la tela se puede utilizar para el sigilo militar, cambios en el estado de ánimo pueden ser liberados de acuerdo con el ambiente externo o el olor humano, regular el humor, lograr el efecto de la psicoterapia, de acuerdo a una situación de amenaza cambiar la estructura de la fuerza electromagnética señal o rigidez y una permeabilidad a los gases o líquidos, con el propósito de misiles de defensa inteligentes, las balas o los ataques de armas químicas (Zhenya & Chen, 2006).

5 CONCLUSIONES

- ✓ Al adentrarse en el conocimiento de las investigaciones de aplicaciones de textiles inteligentes de segunda generación, se puede llegar a concluir que hay muchas cosas interesantes que se puede llegar a obtener con un poco de ingenio, la investigación necesaria y un capital de inversión.
- ✓ Los textiles inteligentes se basan en usos específicos, algunos son para dar un diseño llamativo es decir su función viene a ser únicamente estética, hay otros que ayudan al control de enfermedades, otros para control de temperatura, es decir tenemos textiles inteligentes para todas las necesidades.
- ✓ La microencapsulación y la nanotecnología son los medios más usados para elaborar los textiles inteligentes de segunda generación, seguido por el proceso de impregnación y agotamiento del material a usarse.
- ✓ Los textiles inteligentes de segunda generación han evolucionado en el tiempo acorde a los nuevos materiales inteligentes encontrados; todos estos materiales usados en textiles tienen análisis comparativos de su solidez y durabilidad dentro del textil pudiendo así definir el de mayor conveniencia.
- ✓ En lo que se refiere al estudio de la evolución de los materiales crómicos en textiles, su aplicación en los mismos van de la mano del descubrimiento de nuevos materiales crómicos; Los textiles más desarrollados dentro de esta clasificación son los textiles fotocromáticos.
- ✓ En lo referente a materiales de cambio de fase en textiles se pudo identificar que estos son usados generalmente como termorreguladores, es decir reguladores de las temperaturas exteriores permitiendo que el usuario de este tipo de textil no sufra de excesivo calor o frío.

- ✓ Los polímeros inteligentes y sus diferentes tipos son muy relevantes para realizar textiles con memoria de forma, pues la mayoría de los materiales con memoria de forma son polímeros.
- ✓ Los polímeros conductores vienen a ser una base fundamental para realizar textiles inteligentes de tercera generación o ultra inteligentes, ya que sirven como sustituyendo de cables electrónicos, pudiendo incorporar elementos electrónicos o informáticos inalámbricos.
- ✓ Los avances más relevantes de acuerdo al tiempo se producen desde el nacimiento del material usado en el textil es decir desde mediados del siglo XX hasta inicios del siglo XXI.
- ✓ A partir de año 2001 se puede identificar muchas prendas con funcionalidad de textil activo, que se han ido desarrollando hasta la actualidad y siguen surgiendo aún más aplicaciones de estos.
- ✓ En lo que se refiere a textiles con material de cambio de fase se puede identificar como un gran referente a la marca Outlast ® como una de las más importantes en el desarrollo de los mismos, pues esta se dedica específicamente a la investigación y elaboración de estos textiles.
- ✓ Los textiles inteligentes son el presente y el futuro de la industria textil, ya que sus funcionalidades están acordes a las nuevas exigencias del ser humano, sus necesidades y a las nuevas tecnologías usadas.

6 RECOMENDACIONES

- ✓ A pesar de que se trató de obtener las mayores fuentes posibles de información se sabe que las investigaciones y los avances tecnológicos avanzan diariamente, es por ello que es posible y recomendable ampliar este trabajo con información más reciente.
- ✓ Es recomendable basarnos en información de países desarrollados en tecnología como lo es China, Japón, Corea, EE.UU, Alemania y otros países Europeos pues sus avances y descubrimientos son la clave para entender sobre la elaboración de estos textiles, sus materiales, procesos, medios de elaboración y poder plantear nuevas ideas.
- ✓ Es recomendable hacer mayor énfasis en los polímeros inteligentes ya que la mayoría de estos textiles inteligentes de segunda generación están elaborados con polímeros, ya sea en gel, por incorporación en microcápsulas, por extrusión, por medio de nanotecnología o por medio de plasma combinados con las fibras textiles naturales o sintéticas.
- ✓ Este trabajo pueden servir como guía para realizar un proyecto de grado consecutivo, ya sea haciendo referencia solo en una parte de los mismos, o ampliando la información obtenida en este trabajo.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Canal, C. (2007). Estudio de las propiedades superficiales y del post-suavisado de tejidos de lana y poliamida 6 tratados con plasma. *Universidad Politécnica de Cataluña*.
- Cano Serrano, E., & Urbina Fraile, M. (2009). Polímeros Inteligentes y Aplicaciones. Informe de vigilancia tecnológica.
- Carrillo, D. (2010). Diagnóstico del Sector Textil y de la Confección. *Recuperado el 1*.
- Carrillo, M. J., Archila, J. F., & Vargas, G. E. (Agosto de 2010). VI Congresso nacional de engenharia mecânica. Materiales inteligentes y sostenibles, estudio de aplicaciones industriales. *Campina Grande, Paraíba, Brasil*.
- Cadauid, P. (2008). Textiles Inteligentes. Efecto funcionales en los acabados textiles. *Revista Acoltex*, (39), 11-16.
- Ceba, A. C. (2003). Microencapsulación para aplicaciones textiles. 91-96. *Boletín Económico de ICE, Información Comercial Española*, (2768).
- Coyle, S., Wu, Y., Lau, K. T., De Rossi, D., Wallace, G., & Diamond, D. (2007). Smart nanotextiles: a review of materials and applications. *Mrs Bulletin*, 32(05), 434-442.
- COTEC. (2014). Textiles Técnicos. *Fundación COTEC para la innovación tecnológica*.
- Doolan, D. (2001). Color changing umbrella: Google Patents.
- Esparza, D. (2009). Hilatura Lanera.
- Esparza, D. (2013). Proceso de Hilatura Lanera.
- Fernandez, E. J., Laguna, A., & López, J. M. (2001). Luminiscencia en compuesto de oro. Zaragoza: Departamento de Química Inorgánica, Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, Universidad de Zaragoza.

- Gacén, J. (2001). Fibras de prestaciones específicas.
- García Cañadas, J. (2006). Estudio de los procesos de intercalación en materiales electrocrómicos (α -WO₃, polímeros conductores y viológenos).
- Henock, H. D. (2010). Literature over view of Smart textiles.
- Hernandez Bolaños, B. (2016). Huanengo student. Maestría en Diseño avanzado.
- Hinestroza, J. P. (2011). Textiles Nanotechnology Laboratory. *Obtenido de Department of Fiber Science & Apparel Design: <http://nanotextiles.human.cornell.edu/>*
- Houck, M. M. (2009). Identification of textile fibers. *Boca Raton: The textile Institute.*
- Hu Jinlian, L. (2005). Historia y situación actual de la ropa virtual de Investigación Textil.[Traducido al español de *虚拟服装的发展历史和现状. 纺织学报 (Xūnǐ fúzhūāng de fā zhǎn lìshǐ hé xiànzhuàng. Fǎngzhī xuébào)*].
- Joaquín, I. M. A. (2007). Protección ultravioleta proporcionada por los textiles: estudio de la influencia de las variables más significativas y aplicación de productos específicos para su mejora. *Universitat Politècnica de Catalunya.*
- Labay, C. (Mayo de 2014). Treatment of textile surfaces by plasma technology for biomedical applications.
- Lockuán, FE. (2013a). La industria textil y su control de calidad: *Obtenido de <http://www.bubok.es/libros/222863/II-La-industria-textil-y-su-controlde-calidad-Fibras-textiles>.*
- Lockuán, FE. (2013b). La industria textil y su control de calidad: *Obtenido de <http://www.bubok.es/libros/222863/II-La-industria-textil-y-su-controlde-calidad-Hilandería>.*

- Lockuán, FE. (2013c). La industria textil y su control de calidad: *Obtenido de <http://www.bubok.es/libros/222863/II-La-industria-textil-y-su-controlde-calidad-Tejeduría>*.
- Lockuán, FE. (2013d). La industria textil y su control de calidad: *Obtenido de <http://www.bubok.es/libros/222863/II-La-industria-textil-y-su-controlde-calidad-Tintorería>*.
- Lockuán, FE. (2013e). La industria textil y su control de calidad: *Obtenido de <http://www.bubok.es/libros/222863/II-La-industria-textil-y-su-control-de-calidad-Ennoblecimiento-Textil>*.
- Lois, J. M. B., & Sanahuja, J. S. S. (2006). Textiles inteligentes para aplicaciones médicas. *Revista de biomecánica*, (45), 21-22.
- López, D. (2011). Desarrollo y caracterización de hilos para la fabricación de tejidos técnicos.
- Méndez, Silvia Vanesa Torres, & Villamizar, Henly Mylene Flórez. (2015). Creación de una empresa productora y comercializadora de prendas de vestir con la implementación de tejidos inteligentes. *Innovando en la U*, 3(3).
- Mondal, S. (2008). Phase change materials for smart textiles – An overview. *Applied Thermal Engineering*.
- Monllor, P. (2007). Caracterización de microencapsulados aplicados. *Universidad Politécnica de Valencia*.
- Quiminet. (2006). Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/el-proceso-de-produccion-de-textiles-10175.htm>
- Ratna, D., & Karger-Kocsis, J. (2008). Recent advances in shape memory polymers and composites: a review. *Journal of Materials Science*.

Red Textil Argentina. (s/f). *Red Textil Argentina*. Obtenido de <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/prendas/p-confeccion/produccion-de-prendas>

Roldán, A. (2010). Textiles Inteligentes. *Manual formativo, La revista de ACTA*, (56), 69-77.

Romero Nieto, C., Merino, S., & Rodríguez López, J. (2012). Fosfoles como nuevos materiales luminiscentes. Sociedad Española de Química.

Rothmaier, M., Luong, M. P., & Clemens, F. (2008). Textile Pressure Sensor Made of Flexible Plastic Optical Fibers. *sensors* .

Sánchez, JR. (2007). Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria textil.

Singh, M. K. (2004). The state-of-art Smart Textiles. *Pakistan Textile Journal*, 1-11.

Singh, M. K., Varun, V. K., & Behera, B. K. (2011). Cosmetotextiles: State of Art. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 2011*, Vol. 19, No. 4 (87) pp. 27-33.

Som, C., Halbeisen, M., & Köhler, A. (2009). Integration von Nanopartikeln in Textilien.

Som, C., Nowack, B., Wick, P., & Krug, H. (2010). *Nanomaterialien in Textilien: Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheits-Aspekte*. Empa, TVS Textilverband Schweiz, St. Gallen: März.

Tao, X. (2001). *Smart fibres, fabrics and clothing*. Cambridge England.

Vásconez, M. A. (2014). Textiles inteligentes y su factibilidad de ser aplicados en un kit deportivo para la empresa guaytambo soccer. *Universidad de Palermo*.

Vilaplana, J. F., & Cabanes, S. G. (2012). APPLICATION OF THE PLASMAPOLIMERIZATION. *3c Tecnología*.

Zhenya, G., & Chen. (2006). *El diseño y la aplicación de los textiles inteligentes. [Traducido al español de 智能纺织品设计与应用 (Zhìnéng fǎngzhīpǐn shèjì yǔ yìngyòng)]*.

Zurita, L. M. (2012). Desarrollo de textiles técnicos en laboratorio con características adecuadas para utilizar en la elaboración de zapatos de lona, en la fábrica textiles industriales S.A. Ibarra. Canal, C. (2007). *Estudio de las propiedades superficiales y del post-suavizado de tejidos de lana y poliamida 6 tratados con plasma*. Universidad Politécnica de Cataluña.

Ceba, A. C. (2003). Microencapsulación para aplicaciones textiles. 91-96. Boletín Económico de ICE, Información Comercial Española, (2768).

COTEC. (2014). Textiles Técnicos. *Fundación COTEC para la innovación tecnológica*.

Esparza, D. (2009). *Hilatura Lanera*.

Esparza, D. (2013). *Proceso de Hilatura Lanera*.

Fernandez, E. J., Laguna, A., & López, J. M. (2001). *Luminiscencia en compuesto de oro*. Zaragoza: Departamento de Química Inorgánica, Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, Universidad de Zaragoza.

Gacén, J. (2001). FIBRAS DE PRESTACIONES ESPECÍFICAS.

Hernandez Bolaños, B. (2016). *Huanengo student*. Maestría en Diseño avanzado.

Hinestroza, J. P. (2011). *Textiles Nanotechnology Laboratory*. Obtenido de Department of Fiber Science & Apparel Design: <http://nanotextiles.human.cornell.edu/>

Houck, M. M. (2009). *Identification of textile fibers*. Boca Raton: The textile Institute.

Hu Jinlian, L. (2005). *Historia y situación actual de la ropa virtual de Investigación Textil*.

Hu Jinlian, L. (2005). *Historia y situación actual de la ropa virtual de Investigación Textil*.

Labay, C. (Mayo de 2014). TREATMENT OF TEXTILE SURFACES BY PLASMA TECHNOLOGY FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS.

Lockuán, F. (2013c).

Lockuán, F. (2013d).

Lockuán, F. (2013e).

Magliano, S. A. (2014). *Moda Urbano Inteligente, Textiles inteligente aplicados a la indumentaria femenina*. Universidad de Palermo.

Monllor, P. (marzo de 2007). Caracterización de microencapsulados aplicados. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.

- Quiminet. (2006). *Quiminet*. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/el-proceso-de-produccion-de-textiles-10175.htm>
- Ratna, D., & Karger-Kocsis, J. (2008). *Recent advances in shape memory polymers and composites: a review*. Journal of Materials Science.
- Red Textil Argentina. (s/f). *Red Textil Argentina*. Obtenido de <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/prendas/p-confeccion/produccion-de-prendas>
- Romero Nieto, C., Merino, S., & Rodríguez López, J. (2012). *Fosfoles como nuevos materiales luminiscentes*. Sociedad Española de Química.
- Rothmaier, M., Luong, M. P., & Clemens, F. (2008). Textile Pressure Sensor Made of Flexible Plastic Optical Fibers. *sensors* .
- Singh, M. K. (2004). *The state of art Smart Textiles*. Pakistan Textile Journal.
- Tao, X. (2001). *Smart fibres, fabrics and clothing*. Cambridge England.
- Vásconez, M. A. (2014). TEXTILES INTELIGENTES Y SU FACTIBILIDAD DE SER APLICADOS EN UN KIT DEPORTIVO PARA LA EMPRESA GUAYTAMBO SOCCER.
- Vilaplana, J. F., & Cabanes, S. G. (2012). APPLICATION OF THE PLASMAPOLIMERIZATION. *3c Tecnología*.
- Zhenya, G., & Chen. (2006). *El diseño y la aplicación de los textiles inteligentes*.
- Zurita, L. M. (2012). *DESARROLLO DE TEXTILES TÉCNICOS EN LABORATORIO CON CARACTERÍSTICAS ADECUADAS PARA UTILIZAR EN LA ELABORACIÓN DE ZAPATOS DE LONA, EN LA FÁBRICA TEXTILES INDUSTRIALES S.A*. Ibarra.
-
- Canal, C. (2007). *Estudio de las propiedades superficiales y del post-suavisado de tejidos de lana y poliamida 6 tratados con plasma*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Ceba, A. C. (2003). Microencapsulación para aplicaciones textiles. 91-96. Boletín Económico de ICE, Información Comercial Española, (2768).
- COTEC. (2014). Textiles Técnicos. *Fundación COTEC para la innovación tecnológica*.
- Esparza, D. (2009). *Hilatura Lanera*.
- Esparza, D. (2013). *Proceso de Hilatura Lanera*.

- Fernandez, E. J., Laguna, A., & López, J. M. (2001). *Luminiscencia en compuesto de oro*. Zaragoza: Departamento de Química Inorgánica, Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón, Universidad de Zaragoza.
- Gacén, J. (2001). FIBRAS DE PRESTACIONES ESPECÍFICAS.
- Hernandez Bolaños, B. (2016). *Huanengo student*. Maestría en Diseño avanzado.
- Hinestroza, J. P. (2011). *Textiles Nanotechnology Laboratory*. Obtenido de Department of Fiber Science & Apparel Design: <http://nanotextiles.human.cornell.edu/>
- Houck, M. M. (2009). *Identification of textile fibers*. Boca Raton: The textile Institute.
- Hu Jinlian, L. (2005). *Historia y situación actual de la ropa virtual de Investigación Textil*.
- Hu Jinlian, L. (2005). *Historia y situación actual de la ropa virtual de Investigación Textil*.
- Labay, C. (Mayo de 2014). TREATMENT OF TEXTILE SURFACES BY PLASMA TECHNOLOGY FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS.
- Lockuán, F. (2013c).
- Lockuán, F. (2013d).
- Lockuán, F. (2013e).
- Magliano, S. A. (2014). *Moda Urbano Inteligente, Textiles inteligente aplicados a la indumentaria femenina*. Universidad de Palermo.
- Monllor, P. (marzo de 2007). Caracterización de microencapsulados aplicados. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.
- Quiminet. (2006). *Quiminet*. Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/el-proceso-de-produccion-de-textiles-10175.htm>
- Ratna, D., & Karger-Kocsis, J. (2008). *Recent advances in shape memory polymers and composites: a review*. Journal of Materials Science.
- Red Textil Argentina. (s/f). *Red Textil Argentina*. Obtenido de <http://www.redtextilargentina.com.ar/index.php/prendas/p-confeccion/produccion-de-prendas>
- Romero Nieto, C., Merino, S., & Rodríguez López, J. (2012). *Fosfoles como nuevos materiales luminiscentes*. Sociedad Española de Química.
- Rothmaier, M., Luong, M. P., & Clemens, F. (2008). Textile Pressure Sensor Made of Flexible Plastic Optical Fibers. sensors .
- Singh, M. K. (2004). *The state of art Smart Textiles*. Pakistan Textile Journal.
- Tao, X. (2001). *Smart fibres, fabrics and clothing*. Cambridge England.

Vásconez, M. A. (2014). TEXTILES INTELIGENTES Y SU FACTIBILIDAD DE SER APLICADOS EN UN KIT DEPORTIVO PARA LA EMPRESA GUAYTAMBO SOCCER.

Vilaplana, J. F., & Cabanes, S. G. (2012). APPLICATION OF THE PLASMAPOLIMERIZATION. 3c *Tecnología*.

Zhenya, G., & Chen. (2006). *El diseño y la aplicación de los textiles inteligentes*.

Zurita, L. M. (2012). *DESARROLLO DE TEXTILES TÉCNICOS EN LABORATORIO CON CARACTERÍSTICAS ADECUADAS PARA UTILIZAR EN LA ELABORACIÓN DE ZAPATOS DE LONA, EN LA FÁBRICA TEXTILES INDUSTRIALES S.A.* Ibarra.