



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE TEXTILES

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

TEMA:

“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LOS CALCETINES DE TRABAJO ELABORADOS EN LA MÁQUINA DE 3¾” DE DIÁMETRO POR 108 AGUJAS CON HILOS FONDO-VANIZADO CON TÍTULOS 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA Y 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA MEDIANTE LA NORMA ISO 12947-2”

ELABORADO POR:

CINTHYA YAJAIRA BURGA ARIAS

DIRECTOR:

MSc. ELVIS RAMÍREZ

IBARRA-ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100456405-2
APELLIDOS Y NOMBRES:	BURGA ARIAS CINTHYA YAJAIRA
DIRECCIÓN:	OTAVALO
EMAIL:	cyburgaa@utn.edu.ec
TELÉFONO MÓVIL:	0979561573

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LOS CALCETINES DE TRABAJO ELABORADOS EN LA MÁQUINA DE 3¾” DE DIÁMETRO POR 108 AGUJAS CON HILOS FONDO-VANIZADO CON TÍTULOS 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA Y 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA MEDIANTE LA NORMA ISO 12947-2”
AUTOR:	BURGA ARIAS CINTHYA YAJAIRA
FECHA:	05 de enero de 2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA TEXTIL
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

2. CONSTANCIAS

El autor 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 esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 05 días del mes de enero del 2023

LA AUTORA:

A handwritten signature in blue ink that reads "Cinthya Yajaira Burga". The signature is stylized with large loops and a long horizontal stroke at the end.

BURGA ARIAS CINTHYA YAJAIRA

C.I.: 100456402-5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por la egresada **BURGA ARIAS CINTHYA YAJAIRA**, para optar el título de INGENIERA TEXTIL, cuyo tema es **“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LOS CALCETINES DE TRABAJO ELABORADOS EN LA MÁQUINA DE 3³/₄” DE DIÁMETRO POR 108 AGUJAS CON HILOS FONDO-VANIZADO CON TÍTULOS 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA Y 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA MEDIANTE LA NORMA ISO 12947-2**”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, enero 05 del 2023

MSc. ELVIS RAÚL RAMÍREZ ENCALADA
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Llena de satisfacción y alegría, dedico mi tesis con amor a mis padres por brindarme cariño, comprensión, sabios consejos, dulces palabras que guían mi camino día tras día para que pueda lograr cada meta en mi vida y quienes son el pilar fundamental en mi culminación universitaria y por haberse permitido poner mis estudios como prioridad ante las situaciones más difíciles.

A mis hermanas por llenarme de amor, ternura y estar conmigo en los buenos y malos momentos, son mi fuente de inspiración para seguir adelante y conseguir todo lo que me proponga con dedicación, empeño, entrega y entusiasmo.

A mis abuelitos que me acompañaron desde pequeña en mi preparación académica, con su sabiduría pudieron guiarme correctamente, a mis familiares cercanos y a mi compañero de vida que con sus palabras de motivación constante me permitieron seguir con mis estudios.

Y por el sacrificio, las noches de desvelo y la satisfacción de haber culminado, me sentiré orgullosa en un futuro de a ver logrado todo lo propuesto.

Sin ustedes nada sería posible.

Cinthya Yajaira Burga Arias

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida y la oportunidad de vivir todo este proceso de formación, por haberme acompañado y ser mi refugio en los momentos más difíciles y mostrarme que todo este esfuerzo es posible para alcanzar un objetivo.

A mis padres Yolanda y Luis por haber confiado en mí, por nunca permitir que me rinda, por desvelarse para que nunca nos falte nada, por incentivar me a seguir adelante, por darme todo su amor, su paciencia, por inculcarme valores de respeto, humildad, responsabilidad y educación.

A mis hermanas Nahiara y Ailyn por brindarme amor, cariño, por sus ocurrencias y por su ternura, todos los momentos vividos de alegría y tristezas siempre estará en mi corazón.

A mi compañero de vida, por sus palabras de motivación, por permanecer juntos en cada dificultad, por todo el amor, por el apoyo incondicional, por ser mi inspiración.

Un agradecimiento especial para mi tutor de tesis MSc. Elvis Ramírez por su paciencia, dedicación, apoyo y orientación para la culminación de mi carrera.

Gracias por nunca permitir que decaída y me rinda.

Cinthya Yajaira Burga Arias

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN.....	ii
2. CONSTANCIAS.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
Capítulo I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del tema.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Importancia del estudio.....	3
1.4 Objetivo General.....	3
1.5 Objetivos específicos.....	3
1.6 Características del sitio del proyecto.....	3
Capítulo II.....	5

ESTADO DEL ARTE.....	5
2.1 Estudios previos.....	5
2.1.1 Proceso de fabricación de calcetines.....	5
2.1.2 Materias primas.....	6
2.1.3 Polialgodón.....	6
2.1.4 Elastano.....	7
2.1.5 Poliamida.....	7
2.1.6 Máquina 3¾’’ de diámetro por 108 agujas.....	8
2.2 Marco legal.....	9
2.2.1 Líneas de investigación.....	9
2.3 Marco Conceptual.....	9
2.3.1 Estructura de formación de mallas.....	9
2.3.2 Formación de mallas.....	11
2.3.3 Tipos de mallas.....	14
2.3.3.3 Tejido con hilo vanizado.....	15
2.3.4 Conteo de puntadas.....	16
2.3.5 Tipos de máquinas calceteras.....	16
2.3.6 Anatomía del calcetín.....	20
Capítulo III.....	25
METODOLOGÍA.....	25
3.1 Método para utilizar.....	25
3.1.1 Método Analítico.....	25
3.1.2 Método Experimental.....	25
3.1.3 Método Comparativo.....	26
3.2 Norma para aplicar.....	26

3.2.1	Norma ISO 12947-2: Determinación de resistencia a la abrasión de los tejidos- método Martindale	26
3.3	Flujogramas	27
3.3.1	Flujograma general.....	27
3.3.2	Flujograma muestral.....	28
3.4	Identificación de fibras	29
3.5	Máquina utilizada para elaboración de los calcetines de trabajo.....	30
3.6	Diseño y estructuración de los calcetines de trabajo	30
3.6.1	Características Técnicas	31
3.7	Equipos y materiales de laboratorio	31
3.8	Descripción del proceso.....	33
3.9	Prueba de laboratorio.....	35
3.9.1	Prueba de resistencia a la abrasión	35
CAPÍTULO IV		38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		38
4.1	Resultados.....	38
4.1.1	Resultados prueba resistencia a la abrasión	38
4.2	Discusión de resultados	42
4.2.1	Resumen general de los resultados.....	42
4.3	Análisis de datos.....	43
4.3.1	Análisis de la varianza.....	43
4.4	Normalidad de datos	44
4.5	Análisis de resultados	45
4.5.1	Graph.....	45
4.5.2	Box plot.....	46

4.5.3	Matrix plot.....	47
Capítulo V	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
5.1	CONCLUSIONES.....	49
5.2	RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica del sitio del proyecto	4
Figura 2 Distribución de los principales usos de la poliamida dentro del mercado.....	8
Figura 3 Aguja y Platina.....	10
Figura 4 Posición de formación de malla inicial.....	12
Figura 5 Posición de formación de la malla cargada	12
Figura 6 Posición de formación de máxima subida	13
Figura 7 Proceso de formación de malla.....	13
Figura 8 Proceso de desprendimiento de malla.....	14
Figura 9 Posición de los hilos dentro del gancho de la aguja	15
Figura 10 Conteo de Puntadas (Pasadas y Columnas).....	16
Figura 11 Máquina de tejer calcetines computarizados de un solo cilindro	18
Figura 12 Partes del Calcetín	20
Figura 13 Formación de la Talonera	23
Figura 14 Flujograma general de procesos.	27
Figura 15 Flujograma muestral del proceso.....	28
Figura 16 Caracterización de los calcetines de trabajo	30
Figura 17 Equipo empleado para la resistencia a la abrasión	33
Figura 18 Gráfico general de datos	46
Figura 19 Box plot, desviación	47

Figura 20 Matrix plot48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Partes de la Máquina Calcetera	17
Tabla 2 Ficha de muestra para Identificación de Fibras.....	29
Tabla 3 Especificaciones de los calcetines de trabajo.....	31
Tabla 4 Equipos y materiales que se utilizaron durante el proceso experimental.....	32
Tabla 5 Características de las muestras a ensayar.....	35
Tabla 6 Mezcla 1 PES/CO – EA en malla lisa.....	36
Tabla 7 Mezcla 1 PES/CO – PA en malla lisa	36
Tabla 8 Mezcla 1 PES/CO – EA en malla rizo	37
Tabla 9 Mezcla 2 PES/CO – PA en malla rizo	37
Tabla 10 Resultados de mezcla 1 PES/CO – EA en malla lisa.....	38
Tabla 11 Resultados de mezcla 2 PES/CO – PA en malla lisa	39
Tabla 12 Resultados de mezcla 1 PES/CO – EA en malla rizo	40
Tabla 13 Resultados de mezcla 2 PES/CO – PA en malla rizo.....	41
Tabla 14 Resumen general de los resultados obtenidos	42
Tabla 15 Análisis de la varianza	43
Tabla 16 Test de la normalidad de datos.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado de laboratorio.....	55
Anexo 3. Proceso de identificación de fibra	56
Anexo 4. Máquina SANGIACOMO FULL ELECTRONIC.....	56
Anexo 5. Calcetines de trabajo	56
Anexo 6. Corte y colocación de las probetas en el porta muestras	57
Anexo 7. Equipos de laboratorio utilizados en la prueba de la resistencia a la abrasión.....	57
Anexo 8. Preparación de las muestras- Calcetines de trabajo.....	57
Anexo 9. Colocación de la placa de movimiento y porta	57

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se basó en la comparación de la resistencia a la abrasión de los calcetines de trabajo, para la elaboración se utilizó diferentes hilos fondo-vanizado con títulos 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA y 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA, estas mezclas tienen las mismas características y condiciones para su respectivo estudio.

Para el desarrollo de este análisis es necesario conocer la parte del fundamental del calcetín a ser tratado, como es el empeine, el talón hasta el final de la puntera, considerando las zonas donde se encuentra mayor rozamiento entre el pie y calzado, existiendo desgaste y rotura de las mallas del tejido, por otra parte se menciona que todo el peso del cuerpo humano se centra en un solo punto que es la planta de los pies, requiriendo calcetines de trabajo con mayor resistencia y sobre todo que sean cómodos. Se ha considerado las diferentes mezclas de fibras para desarrollo de la investigación, con el fin de adquirir tejidos que brinden mayor resistencia y durabilidad.

Los calcetines de trabajo se sometieron a la prueba de resistencia a la abrasión de los tejidos por el método Martindale mediante la Norma ISO 12947-2, donde se determinó el mayor número de ciclos entre las dos mezclas, logrando determinar diferencias significativas de resistencia entre los tejidos de acuerdo con la combinación de hilos y a la estructura del tejido, adquiriendo resultados factibles para su comparación y establecer la mezcla más viable. Los resultados obtenidos en este ensayo se ingresaron al programa Past 4 adquiriendo gráficos estadísticos para su correspondiente interpretación.

Luego de las pruebas de abrasión el mejor resultado entre las dos mezclas fue el tejido 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA con una resistencia de 23000 ciclos en malla lisa y 49000 ciclos en malla rizo a comparación de la mezcla 2 compuesta por 16/1 NE PES/CO-140 DEN PA con una resistencia a la rotura de las mallas a los 14000 y 24000 ciclos respectivamente. Los resultados de la presente investigación establecen como un calcetín óptimo a la mezcla 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA con una resistencia que resista la fricción en el interior del zapato frente a cualquier actividad de trabajo del usuario, brindado a la vez confort, suavidad al pie.

Palabras clave: calcetines de trabajo, resistencia a la abrasión, mezclas de tejidos

ABSTRACT

This research work has been based on a comparison of the abrasion resistance of work socks. For the elaboration, were used different background-varnized threads with counts of 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA and 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA, these mixes have the same characteristics and conditions for their respective studies. The development of this analysis requires knowledge of the basic components of the socks that are being used, such as the instep, heel, and toecap, taking into account the regions where there is more friction between the foot and the shoe, leading to wear and breakage of the tissue meshes. However, because the entire weight of the human body rests on one spot from the bottom of the feet, work socks must be more resistant and comfortable. To produce tissues with greater resistance and durability, this study used various fiber mixtures. The work socks were subjected to the test of resistance to abrasion of fabrics by the Martindale method using the Standard ISO 12947-2, it was determined the greatest number of cycles between the two mixtures, achieving establish significant differences of resistance between the tissues in agreement with the combination of threads and structure of the tissue, acquiring feasible results for comparison and establish the most feasible mix. After the abrasion tests, the best result between the two mixtures was the 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA fabric with a resistance of 23000 cycles in smooth mesh and 49000 cycles in terry mesh compared to mixture two composed of 16/1 NE PES/CO-140 DEN PA with a resistance break of meshes at 14000 and 24000 cycles, respectively. The present investigation results set up the greatest sock to the mixture 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA with a resistance able to resist friction inside of the shoe facing any activity the user job offers at the same time comfort and smoothness at the foot.

Keywords: work socks, abrasion resistance, mixed fabrics



Reviewed by Victor Raúl Rodríguez Viteri

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, a nivel mundial las empresas calceteras manejan las principales materias primas como es el poliéster, algodón, poliamida, elastano y acrílico. La mezcla de distintas fibras hace que el tejido sea cómodo, durable y de mejor calidad, la mezcla de fibra más utilizada en el mercado es poliéster/algodón; si hablamos del poliéster es un sintético que la mayoría de las empresas trabajan por ser económico y con características aceptables, pero en comparación de la poliamida y elastano la resistencia de esta fibra es menor.(Textiles ParamERICANOS, 2005)

La comparativa de resistencia en los tejidos depende de la construcción y contenido de fibras, por lo que se requiere del máximo estiramiento en la estructura formada por hilos no elásticos y la recuperación a su condición después del estiramiento, teniendo la capacidad de recuperación elástica de la fibra.(López & Nalk, 2007)

La implementación de las distintas mezclas dentro de la fabricación de calcetines es necesaria, ya que el consumidor al estar siempre en constante movimiento ocasiona esfuerzos de tensión entre el pie y la estructura del calzado, provocando en un determinado tiempo la rotura. (Marmarali et al., 2009) señala que:

“Uno de los parámetros más importantes que se debe tener en cuenta en estos productos es la resistencia a la abrasión ya que al estar expuestos al rozamiento los calcetines tienden sufrir desgaste y luego la rotura”(p. 56)..

1.1 Descripción del tema

El presente trabajo tiene como finalidad elaborar calcetines de trabajo con mezclas fondo-vanizado: 16/1Ne PES/CO - 75Den EA y 16/1Ne PES/CO - 140Den PA, en la máquina 3¾” de diámetro por 108 agujas, los calcetines a desarrollarse tendrán los mismos parámetros y características similares para su respectiva comparación, permitiendo determinar la resistencia a la abrasión con el uso del equipo Martindale mediante la Norma ISO 12947-2.

Los resultados alcanzados son comparados por medio de un análisis estadístico a fin de establecer la mezcla de tejido más apropiado y resistente a la abrasión, para las exigencias que está sometido en la tensión de roce entre el pie y el calzado.

1.2 Antecedentes

La Asociación de Industrias Textiles del Ecuador (AITE, 2018) menciona que:

La industria textil ecuatoriana fabrica productos provenientes de todo tipo de fibras, siendo las más empleadas algodón, poliéster, poliamida, acrílicos y lana. (“La Industria textil en el Ecuador - Enrique Ortega Burgos”) Sin embargo, en las industrias calceteras fabrican calcetines con las fibras más habituales como algodón, poliamida, poliéster y acrílicos de tal manera que no elaboran productos con otras fibras.

Las empresas calceteras no han optado la implementación de distintas mezclas para la fabricación de calcetines, como es el caso del polialgodón/elastano y polialgodón/poliamida por desconocimiento de las bondades de las mismas, sin aprovechar la versatilidad, comodidad y resistencia.(Cegarra et al., 2007). Además, estas empresas tienen como objetivo brindar a los consumidores prendas que tengan ciertas características como es la durabilidad, transpirabilidad, uniformidad y resistencia, siendo unos de los parámetros de calidad más importante ya que están sometidos diariamente a esfuerzos de tensión de roce entre pie-calzado, es decir, que independientemente del consumidor que use, siempre se encuentra en constante movimiento y no se mantiene en un lugar específico, al trasladarse de un lugar a otro provoca en un determinado tiempo la rotura de los mismos. (Barella, 2007)

Por ello, estas empresas buscan satisfacer las necesidades del cliente, que al estar sometidos en constante movimiento tienden a buscar el confort en las prendas que utilizan, los calcetines son una prenda que se desgastan principalmente en la parte del talón, si no se fabrica con los estándares requeridos, ya que al encontrarse en constante actividad y al estar enfrentado con esfuerzos de rozamiento se desgarran o rompen.(Cegarra et al., 2007)

Por esta razón, es importante usar mezclas de fibras de alta resistencia, con el fin de establecer el tejido óptimo con mayor durabilidad a la abrasión y así brindar en un futuro, productos que cumplan todas las características y parámetros solicitados por el cliente.

1.3 Importancia del estudio.

La importancia del desarrollo de este tema de investigación se centra especialmente en la determinación de una mezcla óptima de calcetines de trabajo elaborados con fibras polialgodón/elastano y polialgodón/poliamida, fabricados en la misma máquina. A fin de establecer la mezcla con mayor resistencia a la abrasión, ya que el desgaste causado en los calcetines es por la fricción durante el uso constante (Belmartino et al., 2016), se considera también que este desgaste es inevitable pero con las materias primas adecuadas el tiempo de duración puede ser mayor.

Por esa razón, el presente trabajo permite ampliar una nueva línea de investigación y obtención de calcetines de trabajo con diferentes mezclas, los resultados serán factibles ya que las pruebas efectuadas se realizarán en el laboratorio textil bajo normas establecidas.

1.4 Objetivo General

Comparación de la resistencia a la abrasión de los calcetines de trabajo elaborados en la máquina de 3¾” de diámetro por 108 agujas con hilos fondo-vanizado con títulos 16/1 Ne PES/CO-75 Den EA y 16/1 Ne PES/CO-140 Den PA utilizando la Norma ISO 12947-2.

1.5 Objetivos específicos

- Identificar la estructura de formación de mallas de los calcetines de trabajo.
- Elaborar calcetines de trabajo con mezclas 16/1 Ne PES/CO - 75 Den EA y 16/1 Ne PES/CO - 140 Den PA en la máquina 3¾” de diámetro por 108 agujas.
- Determinar la resistencia a la abrasión de los calcetines con el uso del equipo Martindale a través de la Norma ISO 12947-2.
- Establecer la mezcla óptima de los productos elaborados resistentes a los esfuerzos de abrasión sometidos entre el pie y el calzado mediante un análisis estadístico.

1.6 Características del sitio del proyecto

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra, en las coordenadas 0°22'45.0"N 78°07'19.4"W, en la Carrera de Textiles- Universidad Técnica del Norte, mismas que está provista de equipos de laboratorio normalizados de última tecnología para

la realización de la correspondiente tesis, de manera que se requiere del equipo Martindale para análisis de la resistencia a la abrasión.

Figura 1

Ubicación geográfica del sitio del proyecto



Nota: Ubicación geográfico de la realización de la investigación

Fuente:(Google Maps, 2022)

Capítulo II

ESTADO DEL ARTE

2.1 Estudios previos

2.1.1 Proceso de fabricación de calcetines

El proceso de la fabricación de calcetines es una secuencia de pasos hasta formar el calcetín, independientemente del tipo de máquina calcetera que se use, todas cumplen con el mismo objetivo de obtener calcetines, la máquina a utilizarse en esta investigación es de 3¼” de diámetro por 108 agujas.

2.1.1.1 Generalidades

Hoy en día el público requiere calcetines que satisfagan sus necesidades en durabilidad y comodidad, un calcetín ideal es confortable, la silueta en talla uniforme sobre el pie, tobillo y talón, no es estrecho y no aprieta los dedos del pie, no se enrolla hacia abajo, es suave dependiendo de la estructura de la materia prima.(CottonWorks, 2021)

Las máquinas monocilíndricas son capaces de producir dos tipos de calcetines como son deportivas y de vestir, tienen las mismas características de formación de mallas, se diferencian en su longitud, son fabricadas debajo de la rodilla hasta arriba del tobillo según las necesidades del consumidor y actividades a desarrollarse, como actividades deportivas o trabajos de oficina.

El calcetín de trabajo, formal o ejecutivo generalmente la estructura del tejido está compuesta por una malla lisa en la pierna y en la planta del pie es medio rizo, poseen diseños pequeños cuando son calcetines de hombre, a diferencia de los calcetines de mujer que tienen diseños grandes. Los calcetines deportivos son de mallas lisas, rizos o medios rizos, cuando el tejido tiene rizos hace al calcetín afelpado y abultado, dando suavidad al momento de estar desarrollando ciertas actividades deportivas. (Ajala, 2018, p. 16)

2.1.1.2 Calcetines de Trabajo

Los calcetines de trabajo son adquiridos mayormente por personas adultas o que realicen actividades laborales, ya que al estar en constante movimiento requieren productos durables y

cómodos, son elaborados principalmente de algodón, poliéster, nylon, etc.; los calcetines tienen que contar con características absorbentes, transpirables, acolchados, con el talón y puntera reforzada y debe garantizar comodidad.

Uno de los principales problemas que presentan estos calcetines son roturas en la parte de la planta y empeine; la materia prima utilizada es un factor importante para aumentar la resistencia y mejorar las propiedades estructurales, garantizando productos de calidad.(Kumar, 2010)

2.1.2 Materias primas

Álvarez (2013) menciona que: “En un estudio de factibilidad de mercado en una empresa de calcetines se realizó una encuesta de la materia prima dentro de la producción y se determinó que las más utilizadas son nylon, lycra, poliéster, algodón y lana”(p. 34). Para elaboración de las mismas se utilizan fibras naturales, sintéticas de alta y mediana calidad como son acrilán, algodón, nylon, nylon texturizados, lycra, elastano y lurex en distintos títulos o calibres para obtener el producto que satisfaga las necesidades de los consumidores.(Álvarez, 2013)

2.1.3 Polialgodón

Para la efectos de la investigación el polialgodón es imprescindible para la elaboración de los calcetines con otras fibras, los tejidos que se realizan con esta fibra brinda al tejido más resistencia al desgaste y decoloración, en el proceso de hilatura se obtiene a partir de la continua paralelización y afinamiento de manera uniforme y en la misma masa de fibras.(Ibadango, 2019) indica que:

El polialgodón tiene brillo, elasticidad, no se arrugan fácilmente, logra conseguir tejidos con apariencia jaspeada, puede formar bolitas si el algodón no es de calidad, generalmente la composición de estas fibras son 60% CO-40% PES y 65% PES-35% CO, el hilo de algodón es fresco, transpirable y el poliéster tiene una facilidad de planchado, da caída y cuerpo al tejido.(p. 34)

La utilización de esta fibra en los calcetines es una de la más frecuentes, principalmente tiene características de transpiración, es decir, que expulsa el sudor desde la piel hacia el exterior, tiene buena adaptación al pie, las prendas se secan con mayor facilidad, al contrario, los calcetines elaborados solo con fibra de poliéster, aumenta la sensación de calor y humedad en el pie y no son elásticas.

2.1.4 Elastano

Se ha convertido en una fibra estándar en calcetería, lencería, ropa informal o deportiva, ya que los fabricantes han perfeccionado su tecnología para aplicación en nuevos productos, (Bhat et al., 2001) afirma que: El elastano es una fibra sintética conocida por su resistencia y elasticidad, se mezclan con otras fibras para dar flexibilidad, ligereza, confort. Su capacidad de estiraje y uniformidad convierte al hilo óptimo para realizar tejidos deportivos, moda íntima, traje de baño, calcetería, etc., considerando que no se crean tejidos solo de elastano por impedimento de transpiración y movimiento.(p. 1)

La flexibilidad del elastano se obtiene por la estructura de la fibra a nivel de microscopio, la cual se compone de bloques rígidos resistentes y elásticos dando como resultado una expansión sin que llegue a romperse el tejido y desarrollando propiedades mecánicas y térmicas

2.1.5 Poliamida

La aplicación de esta fibra en la investigación tiene como fin comparar la resistencia ante las otras fibras mencionadas, la poliamida debido a sus excelentes propiedades es una de las materias primas más empleadas en productos de calidad, gracias a su tenacidad, capacidad de elongación, resistencia alta a la abrasión y estabilidad estructural hace que la poliamida presente propiedades superiores ante las fibras naturales. Según Fernández (2017) afirma que:

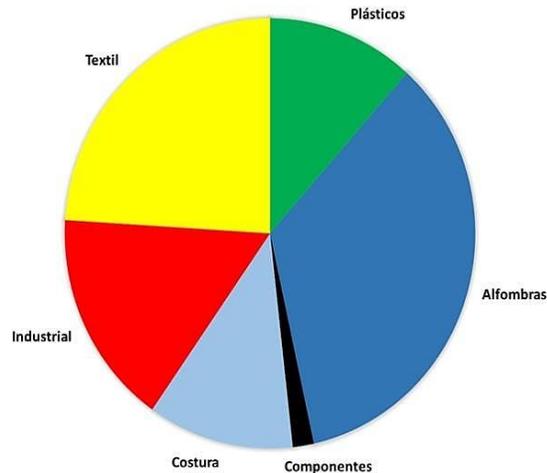
Las principales aplicaciones de la poliamida se agrupan en seis categorías, dependiendo de sus aplicaciones finales como: fibras textiles, filamentos en la confección de alfombras y utilizados en la industria, fibras de costura, plásticos para fabricación de distintos componentes y plásticos comunes.(p. 49)

Los calcetines elaborados con esta materia prima brindan propiedades como la retención de húmedas, sudor, manteniendo al pie fresco, tiene una gran capacidad de absorción, resistencia a la fricción como a lavados a altas temperaturas, tiene buena caída, es decir, que permite que el producto no se deforme y se ajuste o adapte al pie.

Estudios realizados en el año 2015 muestra una gran demanda de la poliamida en las diferentes industrias como se observa en la. considerando que la industria más predominante es Textil, en la fabricación de calcetería y ropa íntima.

Figura 2

Distribución de los principales usos de la poliamida dentro del mercado.



Nota: El gráfico representa la distribución y utilización de la poliamida dentro del mercado ecuatoriano en el año 2015

Fuente: (Fernández, 2017)

2.1.6 Máquina 3¾” de diámetro por 108 agujas

En la actualidad existe diversas máquinas calceteras que se diferencian unas a otras por su diámetro que va desde 2” hasta 6”, el número de agujas puede variar dependiendo de la galga, para desarrollar el tejido de esta investigación se va a utilizar una máquina de 3¾” de diámetro por 108 agujas (LEONATI, 2017), a continuación de detalla los aspectos más importantes:

Características:

- Máquina monocilíndrica.
- Diámetro 3¾” por 108 agujas.
- Un guía hilo en la alimentación para el hilo elástico.
- Cuenta con un dispositivo para la recuperación del hilo.
- Panel táctil.
- Sensores para controlar el deslizamiento de los hilos.
- Tensionadores automáticos.

- Elaboración de distintos tipos de mallas.
- Dibujo en cinco o seis colores en la hilera, según el modelo.
- Diez o dieciocho guía hilos para hilos de colores.
- Optimización de energía eléctrica.
- Zonas de aspiración

2.2 Marco legal

Se indica los lineamientos de investigación del cual se sustenta y se fundamenta para el previo desarrollo de la presente tesis.

2.2.1 Líneas de investigación

Todos los proyectos de investigación científica deben basarse en las 10 líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte como son:

1. Producción Industrial y Tecnología Sostenible
2. Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible
3. Biotecnología, Energía y Recursos Naturales Renovables
4. Soberanía, Seguridad e Inocuidad Alimentaria Sustentable
5. Salud y Bienestar Integral
6. Gestión, Calidad de la Educación, Procesos Pedagógicos e Idiomas
7. Desarrollo Artístico, diseño y publicidad
8. Desarrollo Social y del Comportamiento Humano
9. Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socio-económico
10. Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética)

El presente trabajo se encuentra relacionado con la línea de investigación de Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socio-económico.

2.3 Marco Conceptual

2.3.1 Estructura de formación de mallas

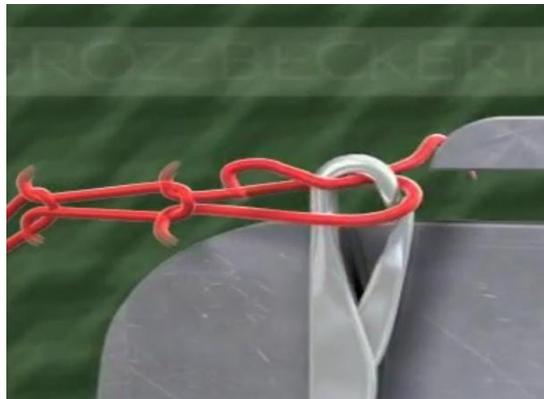
La estructura de formación de mallas es uno de los aspectos principales para la fabricación del calcetín, en este capítulo se detalla todos los elementos involucrados en el proceso.

2.3.1.1 Elementos principales

Los elementos que intervienen en la formación del tejido son las agujas y las platinas, donde las agujas son las responsables de la formación de las mallas, la función de las platinas es retener al tejido mientras la aguja va subiendo, es decir, las agujas y platinas mediante las levas se van moviendo sincronizadamente obteniendo como resultado la formación de las mallas.(Ramírez, 1996)

Figura 3

Aguja y Platina



Nota: El gráfico representa a los elementos que intervienen en la formación de mallas (aguja y platina).

Fuente: (Textil, 2019)

Todas las partes constitutivas en conjunto son importantes para que la máquina funcione y realice su trabajo adecuadamente, otros elementos son:

- **Fontura:** Son cilindros ranurados donde se encuentran las agujas y las platinas, los canales sirven como rieles de las agujas verticales, el movimiento en conjunto del cilindro proporciona movimiento lateral en un solo cilindro existen diferentes tipos de fonturas monofontura y doble fontura, se utiliza de acuerdo con la utilización del producto final y diseño de la máquina.(Endara, 2017, p. 12)

Se dividen en dos tipos de fonturas como son:

- ✓ **Monofontura:** Está formado por un cilindro y un aro metálico ranurado, en el cilindro se encuentran con las agujas y platinas.
- ✓ **Doble Fontura:** Formado por cilindros y un plato o dial metálico ranurado, donde se localizan las agujas y no contienen platinas.

- **Cerrojos o levas:** La función principal de las levas es dar movimiento necesario a las agujas y platinas, son guiadas para que realicen los recorridos correspondientes dentro del cilindro y en el aro de las platinas o plato.

Los cerrojos están constituidos por un conjunto de levas de trabajo, retención o anulación, existen varios tipos como son fijas y móviles, basculantes o sumergibles.

- **Galga:** Es la cantidad de número de agujas existentes en una pulgada inglesa, la cantidad de agujas va a determinar la contextura o grosor del tejido.

2.3.2 Formación de mallas

Las mallas se van formando cuando uno o un conjunto de agujas giran en un plano horizontal y son levantadas por acción de las levas para recoger el hilo encontrado en los alimentadores, mediante los movimientos alternativos tanto de subida y de bajada forman las cursas cuando las lengüetas se van cerrando y dejando caer los bucles cuando ya está formado el tejido, estas son sujetas por las platinas las mismas que retienen la malla nueva y empujan hacia el interior del cilindro, tiene una absorción de aire que mantiene una fuerza y tensión constante con el fin de mantener el tejido fijo para no ocasionar enredos ni roturas de las agujas. (González, 2016, pág. 4)

Las platinas y las agujas en su recorrido van formando el tejido, las cadenas o columnas son hileras verticales y las pasadas son hileras horizontales los cuales forman el tejido. En la industria de la calcetería cada columna está constituida por una sola aguja y aparece al lado derecho del calcetín, las pasadas son el conjunto de agujas existentes en el cilindro y aparece al lado revés. (Ramírez, 1996)

Sevillano (2014), afirma que:

La posición básica del tejido para la formación de la malla es la base del funcionamiento de la máquina monocilíndrica o doble cilíndrica, todos los elementos, mecanismos o complementos están creados para que el tejido sean lo más perfecto sin presentar fallas, roturas y obtener tejidos de calidad. (p. 15)

La formación del tejido de punto se puede explicar con las posiciones básicas, independiente del diseño que se realice.

2.3.2.1 Posición Inicial

La cabeza de la aguja se encuentra a la altura del borde del desprendimiento de la platina, el mismo que avanza en dirección al centro del cilindro, se van sujetando entre mallas en el bucle se encuentra la cabeza de la aguja.

Figura 4

Posición de formación de malla inicial



Nota: Posición inicial para la formación de la malla

Fuente: (Sevillano, 2014, p. 16)

2.3.2.2 Formación de Malla Cargada

La aguja debe encontrarse en posición que permita recoger el hilo, sin desprender la malla anterior formando columnas, la aguja tiende a subir y la platina retiene el tejido, el bucle de la malla abre la lengüeta de la aguja y se mantiene dispuesto sobre la misma para recoger el hilo.

Figura 5

Posición de formación de la malla cargada



Nota: Gráfico de la posición de formación de una malla cargada del recorrido del talón de la aguja y platina.

Fuente: (Sevillano, 2014, p. 17)

2.3.2.3 Máxima Subida

La aguja asciende de tal manera que el bucle anterior se ha soltado de la lengüeta de la aguja, la posición del guía-hilo permite que la lengüeta de la aguja no se vuelva a cerrar y continua descendiendo hasta el cuerpo o caña de la aguja.

Figura 6

Posición de formación de máxima subida



Nota: Subida ascendente de la aguja, se encuentra en la posición de formación máxima.

Fuente: (Sevillano, 2014, p. 17)

2.3.2.4 Proceso de formación

La aguja continúa descendiendo y el bucle anterior empuja hacia arriba de la lengüeta de la aguja, hasta que se cierre, la platina se encuentra en máximo retroceso, el objetivo es facilitar el desplazamiento de la malla anterior para formar un nuevo bucle.

Figura 7

Proceso de formación de malla



Nota: Descenso de la aguja, facilita el desplazamiento de la malla.

Fuente: (Sevillano, 2014, p. 18)

2.3.2.5 Proceso de desprendimiento de malla

La aguja continua en bajada o descenso, el hilo nuevo pasa a través del bucle de la malla anterior y se desprende de la aguja para formar una nueva malla.

Figura 8

Proceso de desprendimiento de malla



Nota: El gráfico representa el proceso de desprendimiento de la malla

Fuente: (Sevillano, 2014, p. 18)

2.3.3 Tipos de mallas

En calcetería se utiliza diferentes ligamentos para la elaboración de los diseños del tejido, los principales son jersey y rib.

2.3.3.1 Tejido Jersey

Es el ligamento básico y el más sencillo dentro de los tejidos de punto y base para la mayor parte de los tejidos de una sola cara, se produce con una formación continua de mallas que se van entrelazando en una misma dirección, entre una columna y una pasada de malla, el tejido se caracteriza por tener una superficie lisa y uniforme en una cara, en el revés la superficie es rugosa, presenta arcos y pies de la formación de la malla. (Ahuatzi & Ávila, 2002, p. 33)

Otra característica es su finura, bajo peso y facilidad de estirarse tanto vertical como horizontal, una de las desventajas de este tejido es que se corre fácilmente si se rompe una puntada, los orillos se enrollan.

2.3.3.2 Tejido Rib

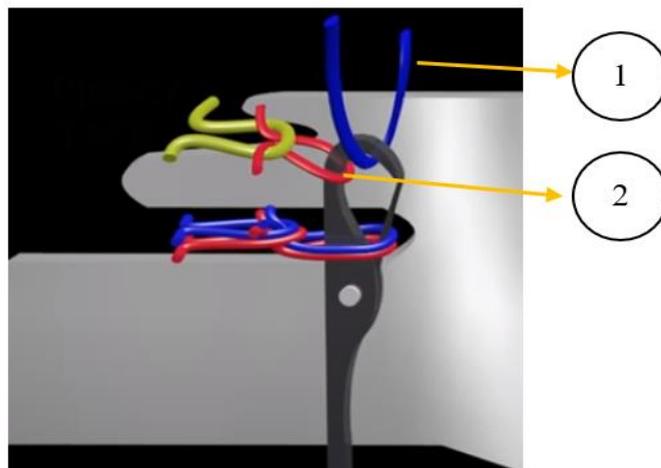
Son géneros tricotados sobre agujas de dos fonturas, se forman en una misma pasada de manera que la estructura de la superficie y del revés están tejidas en una solo fontura, la puntada delantera y del revés del punto liso tienen una disposición en cada vuelta, es decir, que una misma pasada se va formando de manera alternada las mallas derechas (en una fontura) y las de revés (en la otra fontura), esta presentación de las columnas tiene la apariencia de canales. Dependiendo de la disposición de las agujas se puede realizar acanalados de 1 x 1, 2 x 2., etc. (Ahuatzi & Ávila, 2002, p. 33). Se caracterizan también por tener la facilidad para el corte y confección de prendas, la tela no se curva, se estira a lo ancho, en los calcetines se utiliza en la formación de la pierna.

2.3.3.3 Tejido con hilo vanizado

Se trata de una técnica de fabricación de géneros textiles de punto donde la máquina trabaja con dos hilos diferentes (Hilo de fondo y vanizado), estos tejidos se obtienen alimentando las agujas juntamente los dos hilos, el fin de lograr que uno de ellos salga al derecho del tejido y el otro al revés, en la fabricación de calcetines es muy utilizado para alcanzar productos de calidad como la resistencia. (Barretto, 2010, p. 5) Para conseguir un vanizado eficiente los hilos deben entregarse a la aguja en distintas posiciones y separados ya que dependiendo del lugar que se coloque los hilos dentro del gancho de la aguja saldrá el hilo en el tejido como se muestra en la Figura 9.

Figura 9

Posición de los hilos dentro del gancho de la aguja



Nota: En el gráfico se observa dentro de la aguja los hilos 1. vanizado y 2. hilo fondo.

Fuente: (Barretto, 2010, p. 5)

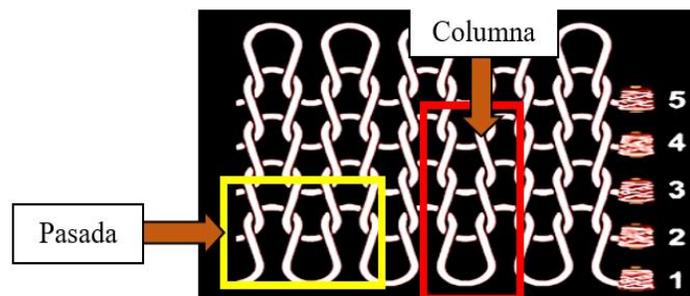
La máquina empieza a retornar las agujas, tejiendo la malla anterior de la talonera con las nuevas al finalizar se une la bolsa del talón gore, es la línea visible que se obtiene al hacer retornar las agujas a la acción a medida que el talón se va uniendo.

2.3.4 Conteo de puntadas

La estructura del tejido está formada por filas y columnas, la malla horizontal está compuesta por agujas adyacentes durante el mismo ciclo conocidas como pasadas, el conteo de pasadas y columnas es el número de pasadas o columnas por unidad de longitud en pulgadas o centímetros.(CottonWorks, 2021)

Figura 10

Conteo de Puntadas (Pasadas y Columnas)



Nota: Representación gráfica de las columnas y pasadas de una malla

Fuente: (CottonWorks, 2021)

2.3.5 Tipos de máquinas calceteras

La industria textil a medida que la tecnología avanza requiere disminuir el tiempo, aumentar la producción y calidad del producto, la maquinaria va desenrollándose hasta alcanzar la eficiencia requerida para la fabricación de calcetines se usan máquinas circulares de pequeño diámetro. Las máquinas calceteras se dividen en un solo cilindro o doble cilindro, a continuación de detalla los aspectos más importantes:

Características de la máquina monocilíndrica y doble cilíndrica

a) Máquina Monocilíndrica:

- Se caracterizan por tener un cilindro;
- Se usa jacks y selectores;
- Se puede trabajar con 3 talones;

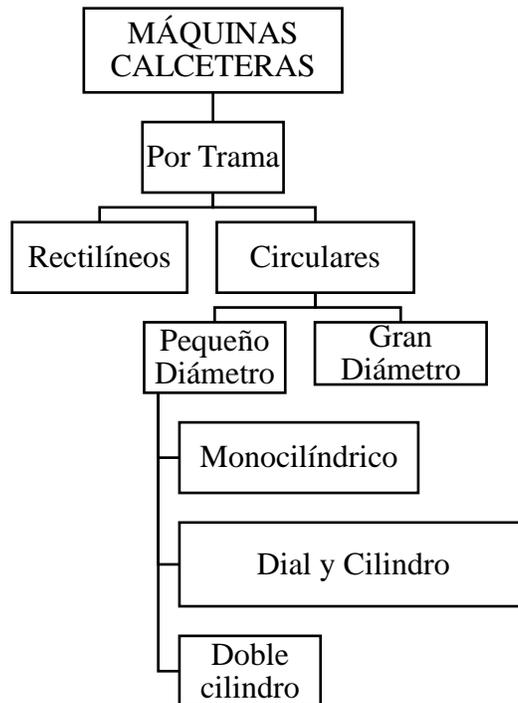
- La aguja y el transfer ayuda a las agujas a realizar zig-zag;
- Usan torretas electromagnéticas las cuales son encargadas de enviar un impulso.

b) Máquina de doble cilindro

- Tiene dos cilindros, el cilindro superior es más pequeño.
- Realiza diseños links-links, acanalados y perlados.
- Los mecedores, ayuda a que las agujas se trasladen hacia arriba y abajo.
- Tienen menor velocidad que las máquinas monocilíndricas.

Tabla 1

Partes de la Máquina Calcetera



Nota: Esta tabla muestra los tipos de máquinas circulares que podemos encontrar. Fuente: (Ahuatzi & Ávila, 2002, p. 14)

2.3.5.1 Máquinas monocilíndricas

Son utilizados para tejer calcetines y medias con distintos tipos de tejidos mediante agujas del cilindro y platinas.

Tiene alta productividad con agujas encontradas en el plato para la elaboración de calcetines deportivos en doble tejido utilizando agujas del cilindro para la realización de la capa externa y las agujas del platillo para la capa interna los cuales son separados, estas capas son tejidas en el mismo momento juntándose en cualquier punto para evitar deslizamientos, es posible que el calcetín sea de materiales diferentes siendo capaz de añadir zonas con rizo, la tecnología que presenta estas máquinas permite obtener calcetines técnicos atrapando entre los dos tejidos a los hilos cortados del bordado para aumentar el confort, el dispositivo para rizo permite el cambio de punto liso a medio o completamente esto se hace de forma automática.(Terry, 2020, p. 2)

Figura 11

Máquina de tejer calcetines computarizados de un solo cilindro



Nota: Máquina monocilíndrica de pequeño diámetro para realizar calcetines

Fuente: (Zhejiang Weihuan Machinery Co., 2020)

Estas máquinas están fabricadas con un cilindro billar donde se localizan agujas en sentido vertical y puede acoplarse una tapa o dial para dar efecto de transferencia, en la corona se ubica las platinas encargadas de cumplir dos funciones:

1. Desprendimiento de las mallas
2. Formación de rizo

En estas máquinas monocilíndricas tienen diferentes posibilidades textiles como:

- Malla lisa.
- Malla lisa con rayas horizontales.
- Jacquard con hilo flotante.

- Bordado en diseño con distintos colores por pasada más el fondo a 1 alimentador.
- Rizo en todo el calcetín.
- Tejido Rosso para remallado de la puntera.
- Combinación de dibujos bordados y malla retenida.
- Bordado sobre el fondo con elástico.
- Diseño bordado sobre el fondo de falso calado.
- Canalé verdadero.
- Rizo seleccionado en el calcetín.
- Puño en canalé verdadero 1x1.
- Puño doblado.
- Dibujo en rombos.
- Vanisado en malla lisa.
- Punto retenido para la formación de perforados

2.3.5.2 Aspectos fundamentales de una máquina monocilíndrica

Los aspectos fundamentales de la máquina monocilíndrica son los siguientes, sin considerar el tipo de diseño del tejido.

- Agujas de talón y cabeza.
- Mecedores de movimientos de agujas.
- Platinas rectas para la realización de rizo.
- Serreta continua para cortar los hilos.
- Transfers para el doblado del puño.
- Tejidos con diseño bordado, rizo
- Tambores más pequeños para camones.
- No ocupa mucho espacio.
- Menos elementos mecánicos.
- Mayor facilidad de cambios de repuestos y accesorios.
- Mayor combinación de diseños y dibujos.
- Diseños con diferentes colores de hilo.
- Repuestos y accesorios accesibles.

- Mayor diseño en medias deportivas, rayadas y bordadas.
- Calcetines con rizo dentro o fuera.
- Reducción de la mano de obra.
- Menor costo de la maquinaria.
- No se realiza tejido canalé verdadero y links.
- Rizos mal tejidos por no estar bien calibrado la entrada de las platinas.

2.3.6 Anatomía del calcetín

El calcetín depende ampliamente de la materia prima, forma, uso, etc., ya que deben brindar suavidad, comodidad y frescura, a continuación, se detalla las partes y conceptos básicos.

Figura 12

Partes del Calcetín



Nota: Representación gráfica de un calcetín

Fuente: (Frontieres, 2010, p. 1)

1. **Puño:** Es el punto de partida en la producción, ubicado en la parte superior del calcetín tiene la funcionalidad de dar ajuste a la prenda, debe ser flexible y elástico, generalmente es un tejido acanalado.
2. **Pierna:** Tiene forma tubular está por encima del talón, el tamaño de la pierna del calcetín está constituido para el uso específico, normalmente se usa elástico en la pierna para poder mantenerla en su lugar.
3. **Puntada:** La puntada de la pierna tiene un patrón completo liso, rib verdadero o rib falso.
4. **Transfer:** Final de pierna e inicio del talón, es el punto del calcetín donde cambia la construcción de la pierna para empezar a tejer el tobillo seguido del talón.
5. **Talón:** Es un tipo bolsa o funda que se va formando cuando se tejen las puntadas adicionales, existe diferentes tipos de talones todo va dependiendo de la construcción del calcetín.
6. **Refuerzo:** Da forma en el empeine del pie, la forma es disminuida en calcetines de arriba hacia abajo o aumenta en calcetines de punta hacia los dos lados de la parte superior del pie.
7. **Suela:** Es la parte inferior del calcetín, el principal punto de impacto, donde mayormente se encuentra todo el peso del cuerpo, la suela ocasionalmente es densamente acolchonada con el objetivo de disminuir el impacto del peso.
8. **Arco del Calcetín:** Cubre el arco del pie, es opuesto al empeine, el arco elastizado se encuentra fabricado con elástico para actividades específicas ya que está diseñado para mantener al calcetín en su lugar y proporcionar un nivel de soporte para el arco.
9. **Pie:** El pie del calcetín se extiende desde el inicio del talón hasta el final de la puntera y va desde el empeine hasta el arco de arriba y abajo.
10. **Costura del dedo del pie:** Tiene la forma de un tubo con un área circular, el tejido es abierto para cerrarlo se utilizan máquinas de coser o automáticas que cierran directamente el calcetín, sin formar costura, son más suaves y reduce una gran cantidad de abrasión.
11. **Bolsillo:** Permite mejorar el ajuste y comodidad, la punta del calcetín se va formando con em mismo principio del tejido, al igual que el talón.
12. **Empeine:** Es la parte del calcetín que cubre la parte superior de pie, es la zona del calcetín sobre el arco del peine

En el Proceso de fabricación de calcetines hace referencia a la secuencia de pasos hasta formar el calcetín, a continuación, se detalla las partes de elaboración:

2.3.6.1 Formación del puño

Los calcetines de acuerdo con el diseño o funcionalidad tienen los mismos componentes básicos, como es el puño, pierna, talón, pie y puntera, los componentes pueden alterarse o mejorados dependiendo del uso final.

El puño es el punto inicial de partida de producción del calcetín, presenta una orilla que no se deshilará, siendo importante para el ajuste o presión leve sobre la pierna, está constituido o tiene base de un tejido jersey sencillo se realiza concéntricamente en la máquina donde el plato rota junto con el cilindro, el plato tiene puntos de transferencia o “jacks” los cuales se enganchan las pasadas iniciales del calcetín y se sostienen hasta que exista un tejido determinado para el puño.(CottonWorks, 2021)

El puño tiene distintas maneras de elaborarlo como son:

- Formación de canales 1:1, 2:1. 3:1. 5:1, etc., dependiendo del uso final o diseño.
- El puño con elástico está elaborado para aumentar la resistencia, se obtiene mediante la acción de los ganchos que se encuentran en el dial superior.
- Puño con elástico alternado, el tejido constituido por un hilo elástico saltándose una pasada de mallas.
- Puño elástico con 3 vueltas de refuerzo al principio o inicio del puño, se utiliza elásticos simples para no obtener un tejido ajustado.

2.3.6.2 Formación de la pierna o caña

Está compuesta entre el puño y el principio del talón, la característica principal de la pierna debe amoldarse o adaptarse a la pantorrilla y tobillo de la persona que usa. Se va formando mediante la alimentación de dos guías hilo, un guía hilo alimenta a la trama para que el tejido no se suelte mientras que el otro guía hilo alimenta al cuerpo del mismo tejido, formando el derecho y revés del calcetín. Los guía hilo pueden alimentarse con distintos fibras como puede ser nylon en trama y orlón para el cuerpo, dependiendo el uso final y la mezcla deseada. El tejido puede ser llano o rizo, con diseño y tamaño de la pierna.(CottonWorks, 2021)

2.3.6.3 Formación del talón

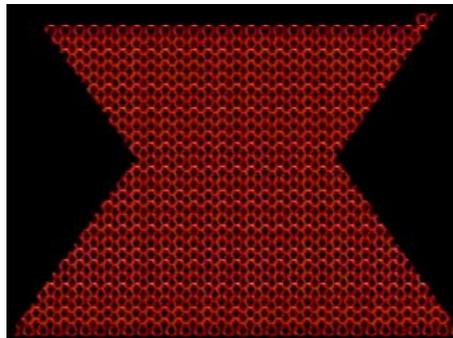
El calcetín con buen aspecto está formado por un buen ajuste del talón, las máquinas calceteras están diseñadas para tejer tela extra en forma de una bolsa, obteniendo la talonera del calcetín, debe ser la parte más resistente de la media ya que está sometida al esfuerzo de rozamiento y peso del cuerpo humano, al estar en contacto zapato-pie, tiene a sufrir fricción y a medida del tiempo se va desvaneciendo las fibras del talón hasta conseguir roturas.(SENA, s. f., p. 7) Durante la formación del ribete y pierna del calcetín el cilindro se encuentra en rotación constante para formar hileras de pasadas encimadas, cuando se realiza las taloneras se debe considerar dos aspectos importantes en el ciclo del tejido:

1. Formación del talón a partir del mismo hilo alimentado.
2. Formación del talón a partir de hilos adicionales.

La utilización de hilos adicionales es para la formación de taloneras más reforzados o distintas mezclas de hilos, grosor, etc., se usan para dar amortiguamiento y resistencia a la abrasión, en este caso se utilizan alimentadores de hilos adicionales, las agujas que no se activan para realizar esta acción, retienen sus últimas mallas formadas en la pierna y las agujas que son recíprocas, el número de agujas usadas se incrementa o disminuye dependiendo a la forma del talón, teniendo en consideración que al inicio se utilizan más agujas, y en cada ciclo de reciprocación se van reduciendo el número de agujas hasta alcanzar el punto del cuchillo (reparto y mitad de talón), las agujas en uso van incrementándose hasta terminar el tejido.

Figura 13

Formación de la Talonera



Nota: La gráfica representa a la formación de la talonera cuando las agujas incrementan hasta terminar el tejido

Fuente: (CottonWorks, 2021)

2.3.6.4 Formación del pie

Empieza a formarse luego de la terminación del talón y termina al iniciarse en la punta del pie, tiene el mismo procedimiento de la formación de la caña, independientemente si tiene diseño o no, debe ajustarse y ser cómodo, con el objetivo de no causar molestias al momento de realizar las actividades diarias, no debe formar olas, el tejido suele ser liso o rizo en la planta teniendo apariencia afelpada es acolchada o suave.

2.3.6.5 Formación de la punta o puntera

Las punteras de los calcetines deben ser cómodos, la formación tiene el mismo mecanismo del talón, subiendo las agujas del talón largo y al terminar el tejido vuelve a la posición inicial, se teje el tejido rosso para formar 8 pasadas de desperdicio en malla lisa, se realiza esta cierta cantidad de pasadas para facilitar la costura o cosida de la punta.

Terminado la punta, los hilos son cortados gracias a una cuchilla, la acción que realiza la misma es expulsar al tejido hacia el exterior de la máquina con ayuda de ventilación de absorción. La parte baja de la punta tiene mayor número de pasadas que la parte superior ya que la costura queda sobre los dedos del pie, lo cual provee un mayor confort para realizar las actividades diarias.

El cierre del tejido se lo realiza en máquinas de costura overlock, el cosido de la punta debe ser en forma de medialuna para tener una buena apariencia, esta costura se lo realiza con dos hilos los cuales se puede utilizar hilos con títulos finos del mismo color; las máquinas remalladoras cierra el tejido con una costura invisible que no molesta a los dedos del pie y la alimentación de los calcetines es manual o automática facilitando la inserción y ahorro de tiempo.(CottonWorks, 2021)

Capítulo III

METODOLOGÍA

3.1 Método para utilizar

El presente trabajo de investigación se sustenta de la siguiente metodología:

3.1.1 Método Analítico

(Martínez, 2012) afirma que:

El método analítico consiste en separar las partes de un fenómeno que se va a estudiar, observando secuencialmente las causas y efectos, con el fin de comprender su entorno, determina la importancia del análisis y así lograr la esencia del objeto de estudio, se debe conocer la naturaleza de sus partes ya que permite comprender de forma más detallada, así como describirlo y explicarlo, por lo que en la investigación indica la descomposición de un tema en sus partes para estudiar de forma específica los elementos que lo integran.

El proyecto de investigación se basa en el método analítico, mediante los diferentes datos obtenidos de las pruebas de la resistencia a la abrasión en el equipo Martindale, las muestras son sometidas a comparaciones a través de análisis estadísticos, toda la información obtenida de las pruebas es verídica para desarrollo del estudio.

3.1.2 Método Experimental

Consiste en la observación del objeto de estudio y manipulación de variables independientes bajo condiciones rigurosamente controladas, con el fin de comprobar, demostrar o reproducir ciertos hechos o principios, en base de los resultados obtenidos, se formulan hipótesis que permitan establecer principios que puedan verificarse en los hechos concretos en la realidad. Martínez (2012), indica que:

El investigador que emplea este método experimental modifica los hechos para poder estudiarlos, existiendo relación entre la observación y experimentación, de manera que primero se observa el fenómeno de estudios y después se experimenta con él.(p. 105)

La utilización del método experimental permite que los datos a analizarse sean correctos, desde el desarrollo de los calcetines con los mismos parámetros para su comparación, los resultados de los análisis a la resistencia serán factibles ya que se compararán bajo normas de laboratorio.

3.1.3 Método Comparativo

Este método examina dos aspectos similares basados en la realidad para encontrar semejanzas y diferencias, la comparación supone la existencia a la misma semejanza y diferencias; no se comparan dos cosas idénticas, ni dos cosas completamente diferentes, la comparación requiere cierta analogía entre las cosas comparadas y la dificultad se encuentra en determinar el grado de dicha analogía, la semejanza está en el hecho observado y las diferencias en los distintos procedimientos empleados para la observación.(Baena, 2014, p. 59)

Este método se aplica para la comparación de los distintos datos para analizar y obtener resultados verídicos sobre las pruebas de la resistencia a la abrasión de los calcetines de trabajo, además permite establecer la mezcla posiblemente idónea en esta investigación.

3.2 Norma para aplicar

3.2.1 Norma ISO 12947-2:

Determinación de resistencia a la abrasión de los tejidos- método Martindale

Para obtener los resultados de la resistencia a la abrasión de los calcetines de trabajo elaborados con hilos fondo-vanizado con mezclas: 16/1 Ne PES/CO-75 Den EA y 16/1 Ne PES/CO-140 Den PA, se aplicó la Norma ISO 12947-2 para determinar la resistencia a la abrasión de los tejidos.

La Norma ISO 12947-2 se basa fijación de intervalos de inspección antes de la rotura de la probeta para todos los tejidos textiles, en esta investigación se empleó un tejido de punto, con el fin de realizar el análisis de la resistencia a la abrasión, el cual se indica en la especificación del comportamiento final.

En la norma mencionada se detalla los materiales, muestras y tamaños de las mismas que se utilizaron durante el proceso de prueba de la resistencia.

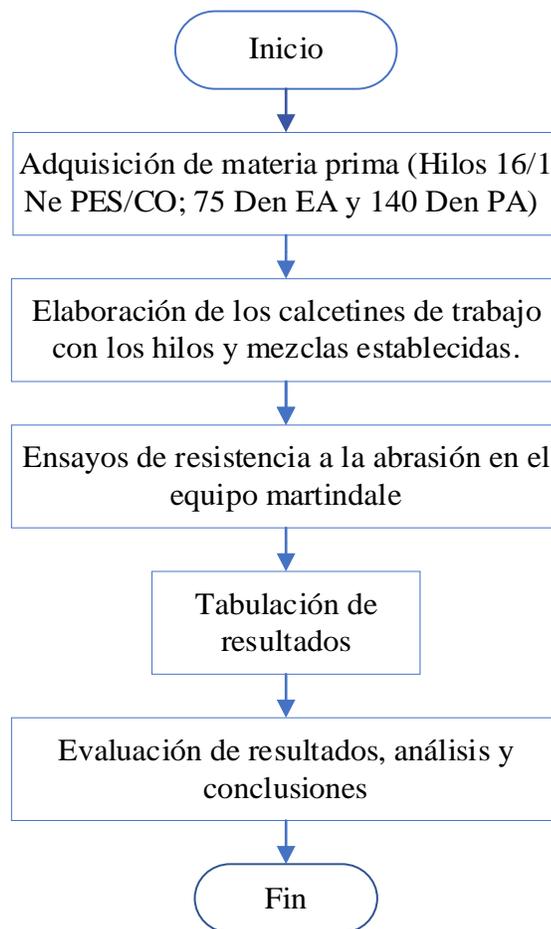
3.3 Flujogramas

3.3.1 Flujograma general

En la Figura 14 se muestra los pasos que se llevaron a cabo en el caso práctico de la investigación desde la adquisición de la materia prima hasta la realización de la prueba a la abrasión y análisis de los resultados obtenidos; este flujograma se lo realiza con la finalidad de tener una interpretación clara del proceso ejecutado.

Figura 14

Flujograma general de procesos.



Nota: El flujograma de general representa los procesos para la determinación de la resistencia a la abrasión de los calcetines de trabajo con las mezclas establecidas.

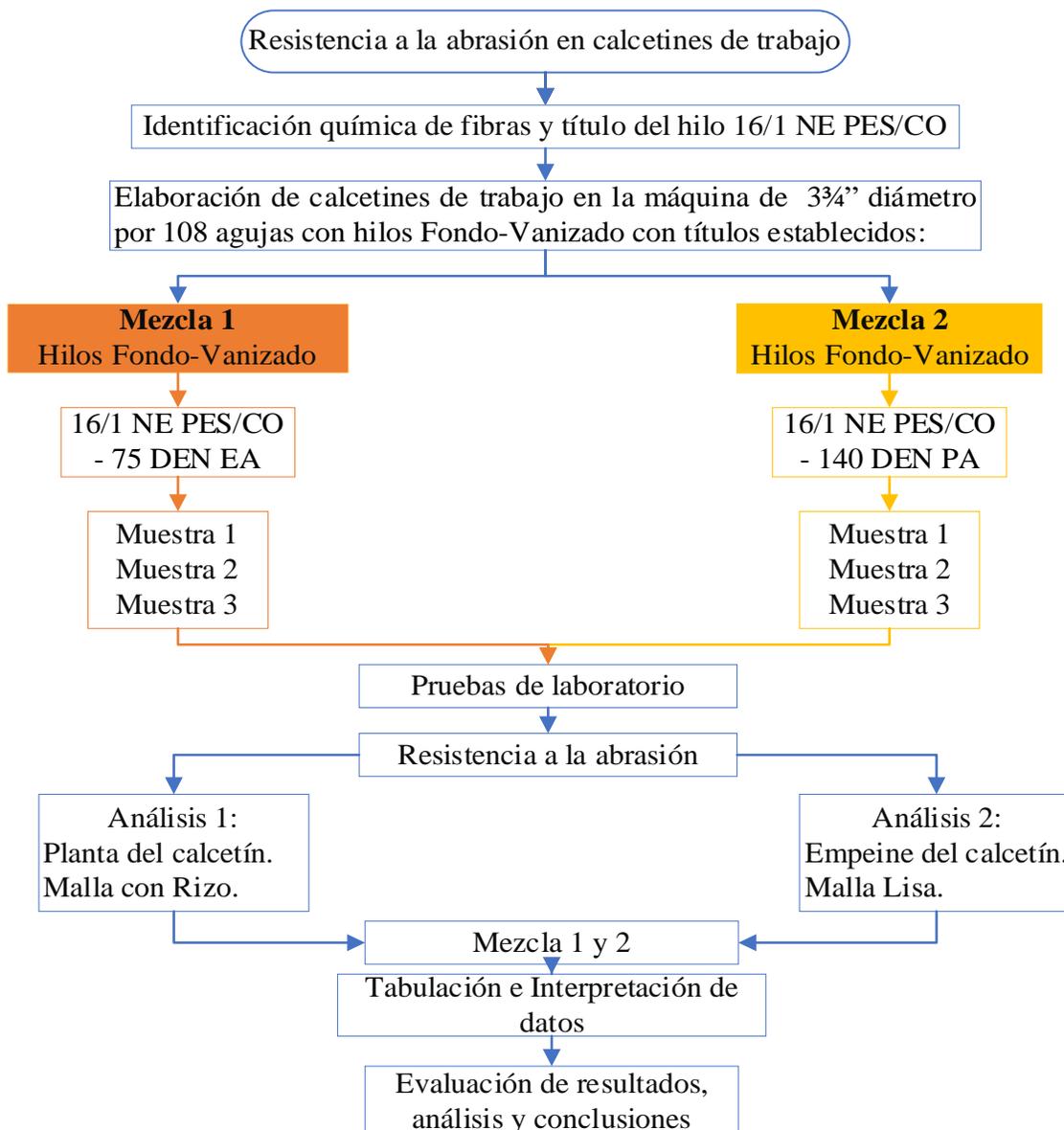
Fuente: El Autor

3.3.2 Flujograma muestral

En la siguiente figura se detalla el proceso para la fabricación de los calcetines de trabajo con las mezclas y títulos de hilos establecidos, la cantidad de muestras son 3 por cada mezcla; una vez obtenido las muestras se procede a la realización de las pruebas en el laboratorio Textil, utilizando el equipo martindale del análisis de resistencia a la abrasión con la norma detallada en punto 3.2.1.

Figura 15

Flujograma muestral del proceso



Nota: El gráfico representa el flujograma muestral que se lleva a cabo para la realización de los análisis del trabajo de investigación. Fuente: El autor

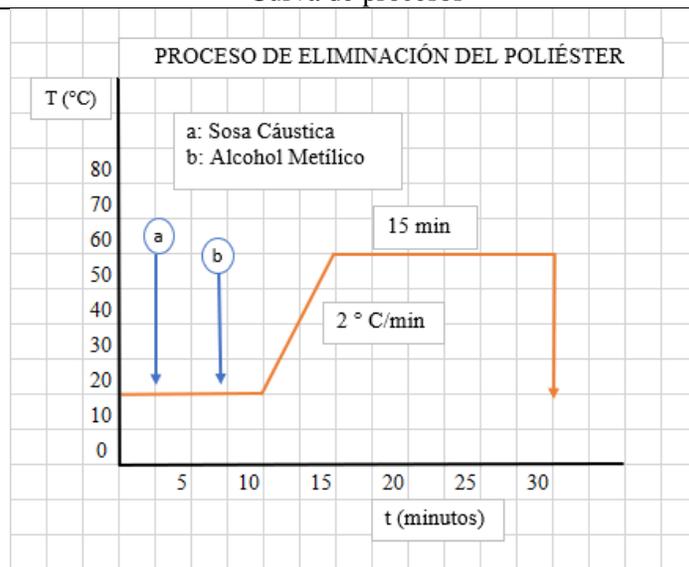
3.4 Identificación de fibras

Para la elaboración de los calcetines de trabajo se realizó la identificación de fibras del hilo PES/CO, mediante el ANÁLISIS DE FIBRA: CUANTITATIVO AATCC 20A-2014, Prueba N°1: Para quemar el Poliéster. (**Anexo 3**). La identificación de la presencia del poliéster en mezcla o en 100% poliéster se procede a la utilización de los siguientes auxiliares:

Tabla 2

Ficha de muestra para Identificación de Fibras

Ficha de Muestra-Identificación de Fibras		
Características del Hilo		
Material:	65/35 PES/CO	
Peso(gr):	0,4998 gr	
Condiciones para el análisis		
Peso(gr)	0,50 gr	
Temperatura:	60°C	
Tiempo:	15 min	
T° (Secado de muestra)	105° C	
Auxiliares		
Productos	gr/l	ml
Sosa Cáustica al 99%	4.5	
Alcohol Metílico al 99%		50
Curva de procesos		



Nota: La tabla representa la ficha de muestra con todos los parámetros considerados para la identificación de fibras; el proceso de secado del hilo de poliéster se realizó a temperatura ambiente para posteriormente pesar la muestra y realizar una comparación del peso inicial y final, obteniendo el porcentaje de composición de la mezcla. Fuente: El autor

3.5 Máquina utilizada para elaboración de los calcetines de trabajo

Para la elaboración de los calcetines de trabajo se empleó la máquina marca (SANGIACOMO FULL ELECTRONIC) con 3³/₄'' de diámetro por 108 agujas y galga 9 para la creación de calcetines 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA y 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA. (**Anexo 4**)

3.6 Diseño y estructuración de los calcetines de trabajo

En la **Figura 16** se detalla la estructura y diseño de los calcetines de trabajo para las dos mezclas 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA y 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA.

Figura 16

Caracterización de los calcetines de trabajo



Nota: La figura representa las características que está compuesta el calcetín de trabajo de la mezcla 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA, considerando que la mezcla 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA cuenta con la misma estructura y diseño.

3.6.1 Características Técnicas

En la formación de los calcetines de trabajo están constituidos por el puño elástico que permite sujetar, pero sin apretar la pierna, se localiza el puño elástico en la pantorrilla, mientras que la parte delantera está formada por malla lisa que evita generar incomodidad en el empeine y en la planta se compone de malla medio rizo que, al ser acolchado y suave, genera al trabajador mayor confort. (Anexo 5).

Tabla 3
Especificaciones de los calcetines de trabajo

ESPECIFICACIONES DE LOS CALCETINES DE TRABAJO				
Mezclas	Mezcla 1		Mezcla 2	
Material:	PES/CO - EA		PES/CO - PA	
Título de hilos:	16/1 NE PES/CO-75 DEN EA		16/1 NE PES/CO -140 DEN PA.	
Tipo de Tejido	Jersey		Jersey	
Nro. de muestra:	3		3	
Densidad:	Malla Lisa:	Malla Rizo:	Malla Lisa:	Malla Rizo:
	17	17	17	17
	columnas	columnas	columnas	columnas
	21	23	21	23
	pasadas	pasadas	pasadas	pasadas



Nota: La tabla representa las especificaciones que se consideraron para el desarrollo de los calcetines de trabajo, considerar que el número de muestras se utilizó para cada ensayo a realizarse. Fuente: El autor

3.7 Equipos y materiales de laboratorio

La tabla da a conocer los equipos y materiales que se utilizaron en el proceso de la resistencia a la abrasión. (Anexo 7)

Tabla 4

Equipos y materiales que se utilizaron durante el proceso experimental

Equipos	Materiales	Materiales Auxiliares para el equipo Martindale
Martindale Tester	Muestra de los calcetines	Fieltro
Lupa Textil		Tela abrasiva
Sacabocados		Soporte de esponja de poliuretano

Nota: Los materiales auxiliares se utilizan para el procedimiento del ensayo de abrasión especificados en la Norma ISO 12947-2, donde menciona todos los parámetros a considerarse. Fuente: El Autor

3.7.1 Martindale

El equipo Martindale se utiliza para la determinación de la resistencia a la abrasión y pilling de diferentes estructuras textiles, diseñado para dar una cantidad controlada de la abrasión multidireccional entre la superficie de la tela que se va a tratar con una tela abrasiva de la mixta (establecida por la norma) a una comparativa baja presión hasta la descomposición de los hilos del tejido, existencia de un inaceptable cambio en el color o apariencia. (CTEX, 2020, p. 3)

La prueba a la abrasión hace referencia a la resistencia de la tela frente a otros materiales en el proceso de fricción, los resultados obtenidos son evaluados por comparaciones visuales después de un predeterminado número de ciclo de frote y el ensayo termina dependiendo del punto de rotura de los tejidos, en los tejidos de punto concluye cuando existe la formación de un agujero que ocasiona la rotura de un hilo.

Este equipo se encuentra localizado en los laboratorios de la Carrera de Textiles que cumple la normativa establecida para el desarrollo de la investigación.

Figura 17

Equipo empleado para la resistencia a la abrasión



Fuente: El autor

3.8 Descripción del proceso

A continuación, se sintetiza el procedimiento realizado en esta investigación del análisis de resistencia de la abrasión en el equipo Martindale.

- **Proceso de funcionamiento**

Antes de iniciar con el funcionamiento del equipo, se debe asegurar que todos los componentes mecánicos se encuentren posicionados correctamente.

Paso 1. Preparación Tela abrasiva en el equipo

Se necesita preparar las muestras de la tela abrasiva según los parámetros que rigen la norma establecida. (**Anexo 2**)

- a) Con ayuda de la cortadora de 100cm^2 cortamos las muestras de la tela abrasiva, total 3 muestras para cada ensayo.
- b) Quitar la placa superior (limpiar todos los residuos de hilo o fibras de la tabla abrasiva).
- c) Colocar el fieltro (con especificaciones de acuerdo con la norma) sobre los platos de abrasión, centrado en la tabla abrasiva (el fieltro debe cambiarse cuando se encuentre excesivamente dañado o sucio).
- d) Colocar la masa de presión (peso) centrado encima de la tela abrasiva (evitar mover el tejido y el fieltro).

- e) Colocar el anillo de sujeción y girar en sentido de las agujas del reloj.
- f) Comprobar que el borde de la tela abrasiva se quede sujeto por el anillo.
- g) Quitar el peso.
- h) La vida útil de los materiales auxiliares (tela abrasiva) es de 50.000 ciclos por cada cara del abrasivo.
- i) Si el fieltro está desgastado o sucio después de cada ensayo, sustituir

Paso 2. Preparación de las muestras- calcetines de trabajo

Para realizar este proceso se requiere la utilización de las muestras de calcetines de trabajo especificados en la (**Tabla 3**) para la preparación de las probetas. (**Anexo 8**)

- a) Cortar las muestras de los calcetines a ensayar, las dimensiones de 38 mm de diámetro.
- b) 3 muestras por cada ensayo.
- c) Cortar 3 muestras de esponjas de poliuretano, las dimensiones de acuerdo con la norma.
- d) Preparación de los porta muestras. (**Anexo 6**)
- e) Comprobar que la muestra este correctamente ajustado
- f) Colocar la placa de movimiento y los porta muestras armados sobre la mesa abrasiva. (**Anexo 9**)
- g) Colocar los porta muestras de acuerdo con los números de cada estación.
- h) Se debe considerar los parámetros para la carga de abrasión, es decir, el peso que va a ejercer sobre las muestras.
- i) Los ensayos que se realizan son en calcetines de trabajo y necesita un peso de 12 kPa.
- j) Colocar el peso de 12 kPa sobre los porta muestras.
- k) Verificar que todas muestras estén correctamente colocadas.
- l) Programar el número de ciclos de acuerdo con el intervalo de frotamientos. (**Anexo 9**)
- m) Cada 1000 ciclos o frotamientos se desmontan el porta muestras y se va registrando el resultado.
- n) Hay que considerar que el ensayo es sobre un tejido de punto y termina cuando existe la formación de un agujero que ocasiona la rotura de una malla.
- o) La esponja de poliuretano se debe cambiar en cada ensayo.

3.9 Prueba de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se desarrollaron bajo la norma establecida, considerando todos los parámetros y características necesarios para la ejecución correcta del proceso.

3.9.1 Prueba de resistencia a la abrasión

Para la realización de esta prueba se utilizó la Norma 12947-2, determinación de la resistencia a la abrasión en el equipo Martindale, donde se especifica los parámetros a considerarse, en el punto 3.8 se detallan todos los pasos que se siguieron en la preparación de las muestras.

- a) El número de muestras a ensayar son 3 por cada calcetín, dependiendo de su estructura de formación del mismo como se detalla a continuación:

Tabla 5

Características de las muestras a ensayar

Características	Mezcla 1		Mezcla 2	
Composición	PES/CO - EA		PES/CO – PA	
Tipo de tejido	Jersey		Jersey	
Tipo de Malla	Lisa	Rizo	Lisa	Rizo
Número de muestras	3	3	3	3

Nota: La tabla representa las consideraciones que se debe tomar en cuenta para la realización de los ensayos

Fuente: El autor

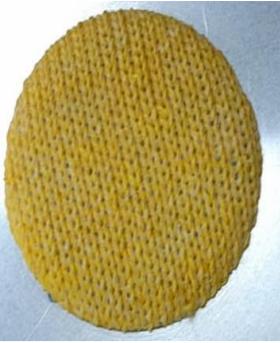
- b) Si el número de ciclos excede a los 50.000 frotamientos o antes, la tela abrasiva debe reemplazarse, si la muestra a ensayarse supera el número de ciclos antes mencionado se termina la prueba, en el ensayo de los calcetines de trabajo, es un tejido de punto y la norma hace referencia a la terminación final, cuando la formación de un agujero produce una rotura de un hilo o malla del tejido.
- c) Si existe la formación de bolitas en las muestras se debe seguir los siguientes métodos:
1. Continuar con el análisis y registrar este hecho en el informe del ensayo.
 2. Cortar las bolitas y continuar con el análisis, también se debe registrar en el informe del ensayo.
- d) Para la realización de este ensayo del número de ciclos a emplearse es “1000” y cada 1000 frotamiento se debe evaluar y registrar. La evaluación se da a través de una lupa textil, que se observa detenidamente la existencia de la rotura de la malla del tejido.

3.9.1.1 Ensayo 1- mezcla 1 PES/CO – EA en malla Lisa

- Calcetines de trabajo elaborados con hilos PES/CO – EA, ensayos en la malla lisa del tejido.

Tabla 6

Mezcla 1 PES/CO – EA en malla lisa

Muestra Inicial	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
			
0 ciclos	23 000 ciclos	22 000 ciclos	21 000 ciclos

Fuente: El autor

3.9.1.2 Ensayo 2- mezcla 2 PES/CO – PA en malla Lisa

- Calcetines de trabajo elaborados con hilos PES/CO – PA, ensayos en la malla lisa del tejido.

Tabla 7

Mezcla 1 PES/CO – PA en malla lisa

Muestra Inicial	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
			
0 ciclos	14 000	15 000	15 000

Fuente: El autor

3.9.1.3 Ensayo 3- mezcla 1 PES/CO – EA en malla rizo

- Calcetines de trabajo elaborados con hilos PES/CO – EA, ensayos en la malla rizo del tejido.

Tabla 8

Mezcla 1 PES/CO – EA en malla rizo

Muestra Inicial	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
			
0 ciclos	49 000	47 000	47 000

Fuente: El Autor

3.9.1.4 Ensayo 4 - mezcla 2 PES/CO – PA en malla rizo

- Calcetines de trabajo elaborados con hilos PES/CO – PA, ensayos en la malla rizo del tejido.

Tabla 9

Mezcla 2 PES/CO – PA en malla rizo

Muestra Inicial	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
			
0 ciclos	24 000	26 000	24 000

Fuente: El autor

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

En este capítulo se da a conocer los datos obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio CTEX de acuerdo con la normativa detalla en el punto 3.2.1, los mismos que ayudarán a establecer la mezcla de tejido de calcetín con las mejores características, detallados en tablas de datos y gráficos estadísticos.

4.1.1 Resultados prueba resistencia a la abrasión

En el **Capítulo III**, se especificó el proceso de los ensayos realizados, los datos obtenidos fueron a base de la normativa 12947-2, los mismos que se obtienen dependiendo de los ciclos de frote hasta la finalización del ensayo cuando el tejido tiende a romperse una de sus mallas, detallados a continuación.

- **Ensayo 1- mezcla 1 PES/CO – EA en malla lisa**

Tabla 10

Resultados de mezcla 1 PES/CO – EA en malla lisa

Prueba de resistencia a la abrasión			
Número de muestras	Número de ciclos - inicio	Número de ciclos - finalización	Observaciones
1	1000	23000	Formación de pilling desde el ciclo 3000
2	1000	22000	Formación de pilling desde el ciclo 3000
3	1000	21000	Formación de pilling desde el ciclo 3000

Nota: La tabla representa los resultados obtenidos en PES/CO – EA en malla lisa.

Fuente: El Autor

En la **Tabla 10** se detalla resultados obtenidos en el Ensayo 1, mezcla 1 del calcetín de trabajo PES/CO – EA en malla lisa, en la muestra 1 la duración del tejido fue de 23000 ciclos, muestra 2 – 22000 ciclos y muestra 3 – 21000 ciclos, estos números se consideraron, el tiempo total hasta la finalización del ensayo, el mismo que termina cuando existe el rompimiento de una malla que forme una rotura del tejido, de acuerdo con la Norma ISO 12947-2: Determinación de resistencia a la abrasión de los tejidos- método Martindale, se debe registrar la presencia de formación de bolitas (pilling) en las muestras, especificados en el punto **3.9.1** literal c).

- **Ensayo 2- mezcla 2 PES/CO – PA en malla lisa**

Tabla 11

Resultados de mezcla 2 PES/CO – PA en malla lisa

Prueba de resistencia a la abrasión			
Número de muestras	Número de ciclos - inicio	Número de ciclos - finalización	Observaciones
1	1000	14000	Formación de pilling desde el ciclo 2000
2	1000	15000	Formación de pilling desde el ciclo 2000
3	1000	15000	Formación de pilling desde el ciclo 2000

Nota: La tabla representa los resultados obtenidos en PES/CO – PA en malla lisa.

Fuente: El Autor

En la **Tabla 11** se detalla resultados obtenidos en el Ensayo 2, mezcla 2 del calcetín de trabajo PES/CO – PA en malla lisa, en la muestra 1 la duración del tejido fue de 14000 ciclos, muestra 2 – 15000 ciclos y muestra 3 – 15000 ciclos, estos números se consideraron, el tiempo total hasta la finalización del ensayo, el mismo que termina cuando existe el rompimiento de una malla que forme una rotura del tejido, se registró la presencia de formación de bolitas (pilling), las tres muestras presentaron pilling desde el ciclo 2000.

- **Ensayo 3- mezcla 1 PES/CO – EA en malla rizo**

Tabla 12

Resultados de mezcla 1 PES/CO – EA en malla rizo

Prueba de resistencia a la abrasión			
Número de muestras	Número de ciclos - inicio	Número de ciclos - finalización	Observaciones
1	1000	49000	Formación de pilling desde el ciclo 2000
2	1000	47000	Formación de pilling desde el ciclo 2000
3	1000	47000	Formación de pilling desde el ciclo 2000

Nota: La tabla representa los resultados obtenidos en PES/CO – EA en malla rizo.

Fuente: El Autor

En la **Tabla 12** se detalla resultados obtenidos en el Ensayo 3, mezcla 1 del calcetín de trabajo PES/CO – EA en malla rizo, a diferencia de los ensayos 1 y 2 anteriores estas muestras simulan la fricción de rozamiento que este entre la planta del pie (talón, planta y empeine del calcetín) y el calzado, el rompimiento de la malla del tejido se presencié en la muestra 1- 49000 ciclos, muestra 2 – 47000 ciclos y muestra 3 – 47000 ciclos, estos números se consideraron el tiempo total hasta la finalización del ensayo, además se registró la formación de bolitas (pilling), las tres muestras presentaron pilling desde el ciclo 2000.

- **Ensayo 4- mezcla 2 PES/CO – PA en malla rizo**

Tabla 13

Resultados de mezcla 2 PES/CO – PA en malla rizo

Prueba de resistencia a la abrasión			
Número de muestras	Número de ciclos - inicio	Número de ciclos - finalización	Observaciones
1	1000	24000	Formación de pilling desde el ciclo 1 000
2	1000	26000	Formación de pilling desde el ciclo 1 000
3	1000	24000	Formación de pilling desde el ciclo 1 000

Nota: La tabla representa los resultados obtenidos en PES/CO – PA en malla rizo

Fuente: El Autor

En la **Tabla 13** se encuentran los resultados obtenidos en el Ensayo 4, mezcla 2 del calcetín de trabajo PES/CO – PA en malla rizo, antes mencionado este análisis las muestras simulan la fricción de rozamiento que este entre la planta del pie (talón, planta y empeine del calcetín) y el calzado, el rompimiento de la malla del tejido se presencié en la muestra 1- 24000 ciclos, muestra 2 – 26000 ciclos y muestra 3 – 24000 ciclos, estos números se consideraron el tiempo total hasta la finalización del ensayo, además se registró la formación de bolitas (pilling), las tres muestras presentaron pilling desde el ciclo 1000.

Observación general

Los datos obtenidos en los ensayos se puede determinar la mezcla óptima de los calcetines de trabajo, los análisis se realizaron en malla lisa y malla rizo que simulan la fricción que tiene el calcetín y el calzado; es importante que los resultados anteriores se indique la presencia o formación de pilling considerando que no se debe valorizar o calificar en el tejido.

4.2 Discusión de resultados

4.2.1 Resumen general de los resultados

En la **Tabla 14** se encuentran los datos generales de todos los resultados obtenidos en la prueba de la resistencia a la abrasión en los calcetines de trabajo con mezclas PES/CO – EA y PES/CO – PA, en malla lisa y malla rizo en el equipo Martindale.

La codificación utilizada en la **Tabla 14** permite remplazar el nombre específico de la prueba y mezcla de tejidos para que la representación gráfica de la tabla sea más fácil de entender.

Tabla 14

Resumen general de los resultados obtenidos

Resumen general de los resultados				
N° Muestra	M1 PES/CO - EA		M2 PES/CO – PA	
	RA - ML - PES/CO - EA	RA - MR - PES/CO - EA	RA - ML - PES/CO - PA	RA - MR - PES/CO - PA
1	23000	49000	14000	24000
2	22000	47000	15000	26000
3	21000	47000	15000	24000

Nota: La tabla representa el resumen general de los datos de las pruebas realizadas en el laboratorio

Fuente: El autor

En la **Tabla 14** se detallan las siguientes abreviaturas las cuales se identifican como:

- **M1 PES/CO – EA:** Mezcla 1- PES/CO – EA
- **M1 PES/CO – PA:** Mezcla 2- PES/CO – EA
- **RA - ML - PES/CO – EA:** Resistencia a la abrasión- malla lisa- PES/CO – EA
- **RA - ML - PES/CO – PA:** Resistencia a la abrasión- malla lisa- PES/CO – PA
- **RA - MR - PES/CO – EA:** Resistencia a la abrasión- malla rizo- PES/CO – EA
- **RA - MR - PES/CO – PA:** Resistencia a la abrasión- malla rizo- PES/CO – PA

4.3 Análisis de datos

4.3.1 Análisis de la varianza

El análisis de varianza de los ensayos de la resistencia a la abrasión se realizó en el programa estadístico Past 4 y los resultados que se obtuvieron están presentados en la **Tabla 14**, en la que se detallan el total de los ciclos de frotación de las mezclas de los calcetines, los datos adquiridos permiten realizar la comparación entre ambas características de tejidos tanto en malla lisa como en la malla rizo.

Tabla 15

Análisis de la varianza

 Univariate statistics

	RA - ML - PES/CC	RA - MR - PES/CC	RA - ML - PES/CC	RA - MR - PES/CC
N	3	3	3	3
Min	21000	47000	14000	24000
Max	23000	49000	15000	26000
Sum	66000	143000	44000	74000
Mean	22000	47666,67	14666,67	24666,67
Std. error	577,3503	666,6667	333,3333	666,6667
Variance	1000000	1333333	333333,3	1333333
Stand. dev	1000	1154,701	577,3503	1154,701
Median	22000	47000	15000	24000
25 prcntil	21000	47000	14000	24000
75 prcntil	23000	49000	15000	26000
Skewness	0	1,732051	-1,732051	1,732051
Kurtosis	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333
Geom. mean	21984,84	47657,43	14658,97	24648,96
Coeff. var	4,545455	2,422449	3,936479	4,681218

Fuente: El autor

Para describir los valores alcanzados que se plasman en la **Tabla 15** se utiliza la estadística descriptiva, en la cual se utiliza la media y el coeficiente de variación.

Los valores obtenidos en la **Tabla 15** representan:

- **N:** número de muestras utilizadas en la prueba;
- **Min:** número de ciclo mínimo que alcanza la muestra;
- **Max:** número de ciclo máximo que llegó la muestra;
- **Mean:** es la estimación de la media del número de ciclos totales de las muestras;
- **Std. Error:** es el error estándar de la estimación de la media;
- **Variance:** es la varianza de la muestra;

- **Stand. Dev:** es la desviación estándar de la muestra;
- **Coeff. Var:** es el coeficiente de variación, es decir, que es la relación existente entre la desviación estándar y la media.

En la **Tabla 15** se encuentran todos los resultados obtenidos de los análisis de la varianza de los ensayos realizados, en la prueba de resistencia a la abrasión existió una variación entre los diferentes tejidos de las mezclas, obteniendo resultados factibles en la mezcla 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA a comparación de la mezcla 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA, donde PES/CO- EA tiene 23000 ciclos de duración máxima en malla lisa y PES/CO – PA 15000 ciclos de duración en malla lisa existiendo una diferencia de 8000 ciclos que equivale a un 35%.

Los resultados del análisis en malla rizo en las dos mezcla se deduce que PES/CO- EA tiene 49000 ciclos máximo y PES/CO – PA 26000 ciclos máximos, con una diferencia de 23000 ciclos que equivale a un 47%, concluyendo que la mezcla 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA tanto en malla lisa como en rizo tiene mejor resistencia a la abrasión.

4.4 Normalidad de datos

El análisis de la normalidad de los datos obtenidos se realizó con el fin de conocer el grado de confiabilidad de los valores del ensayo realizado. La utilización del programa past 4, se puede evaluar los valores adquiridos en la **Tabla 14**.

En la **Tabla 16** se encuentra el test realizado de la normalidad de datos, según los métodos Anderson Darling, Lilliefors L, Jarque-Bera JB (p normal), para conocer la versatilidad de los datos presentados, estos se manejan en valores $p > 0.05$, que es el resultado de confiabilidad del 95% de todos los datos adquiridos en cada una de la prueba realiza, por ello se interpreta que este análisis realizado en el equipo Martindale con la prueba de la resistencia a la abrasión los valores son normales y pueden ser sometidos a análisis estadísticos.

Tabla 16

Test de la normalidad de datos

 Tests for normal distribution

	RA - ML - PES/CO - I	RA - MR - PES/CO -	RA - ML - PES/CO - I	RA - MR - PES/CO -
N	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	1	0,75	0,75	0,75
p(normal)	1	0	0	0
Anderson-Darling A	0,1895	0,4878	0,4878	0,4878
p(normal)	0,6307	0,05651	0,05651	0,05651
p(Monte Carlo)	1	0,0001	0,0001	0,0001
Lilliefors L	0,1747	0,3848	0,3848	0,3848
p(normal)	3,574	0,08879	0,08879	0,08879
p(Monte Carlo)	1	0,0001	0,0001	0,0001
Jarque-Bera JB	0,2813	0,5313	0,5312	0,5312
p(normal)	0,8688	0,7667	0,7667	0,7667
p(Monte Carlo)	1	0,0001	0,0001	0,0001

Fuente: El autor

Interpretación

Una vez obtenido los datos del test de distribución normal se puede deducir lo siguiente:

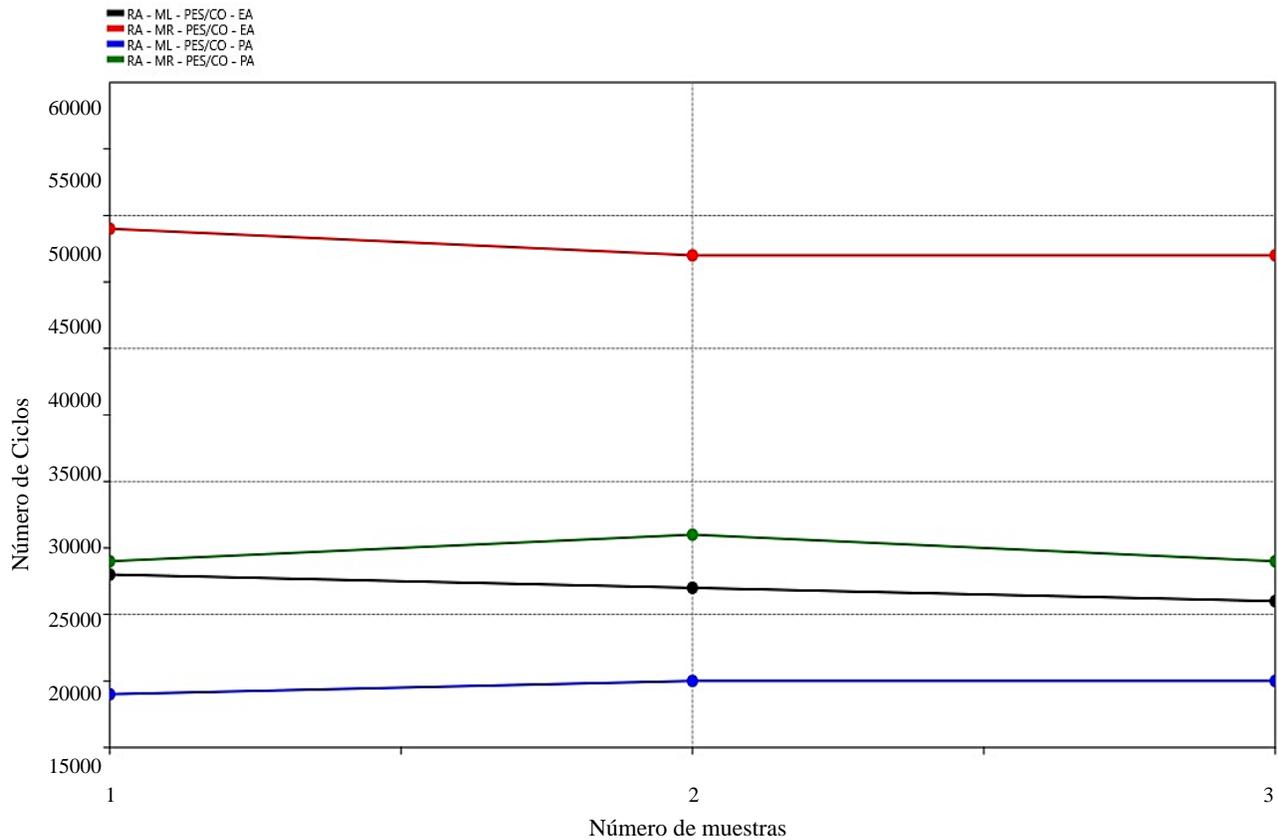
- Si los resultados ($p > 0.05$) son datos normales
- Si ($p < 0.05$) los datos no tienen una distribución normal (tiene variabilidad)

4.5 Análisis de resultados**4.5.1 Graph**

En la **Figura 18**, se indica los datos obtenidos en la prueba de resistencia a la abrasión, en el eje de las “Y” es el número de ciclos totales de las muestras que va desde 1000 hasta 49000 ciclos, en el eje de las “X” se encuentra el número de muestras que se utilizó. Como se puede observar, la línea azul representa los valores de PES/CO – PA en malla lisa y la línea negra PES/CO – EA en malla lisa, existe una variación de resultados entre las dos mezclas, donde, PES/CO – EA tiene una tendencia de incremento de resistencia; la línea verde representa la mezcla - PES/CO – PA en malla rizo con una duración máxima 24000 ciclos y la línea roja PES/CO – EA con 49000 ciclos máximos de duración, consiguiendo mayor resistencia con una diferencia de 25000 ciclos.

Figura 18

Gráfico general de datos



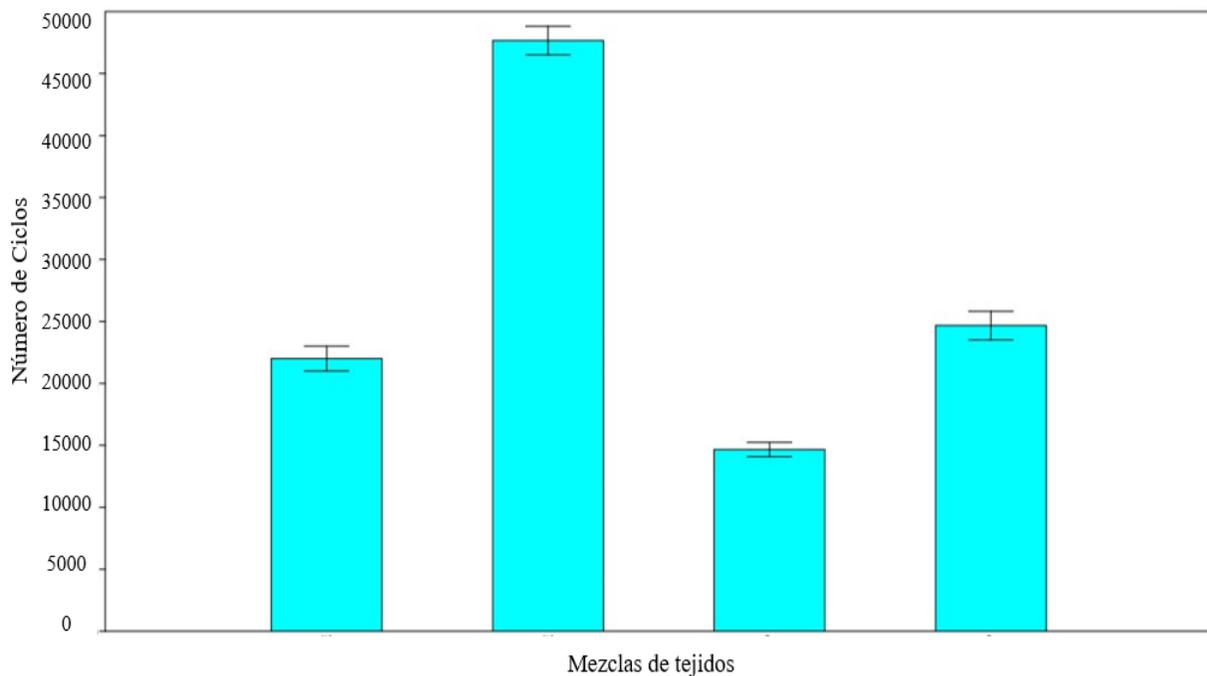
Fuente: El Autor

4.5.2 Box plot

En la **Figura 19**, a diferencia de las anteriores figuras se puede observar los valores generales de cada prueba que tienen como tendencia a subir y bajar de acuerdo con el número de ciclos, por ello las barras de la mezcla PES/CO- EA tiene mayor crecimiento tanto en malla lisa y rizo a diferencia del PES/CO- PA, determinando que la primera mezcla tiene mayor duración en la resistencia a la abrasión, es decir, que mientras aumenta el número de ciclos mayor duración tendrá los calcetines de trabajo.

Figura 19

Box plot, desviación



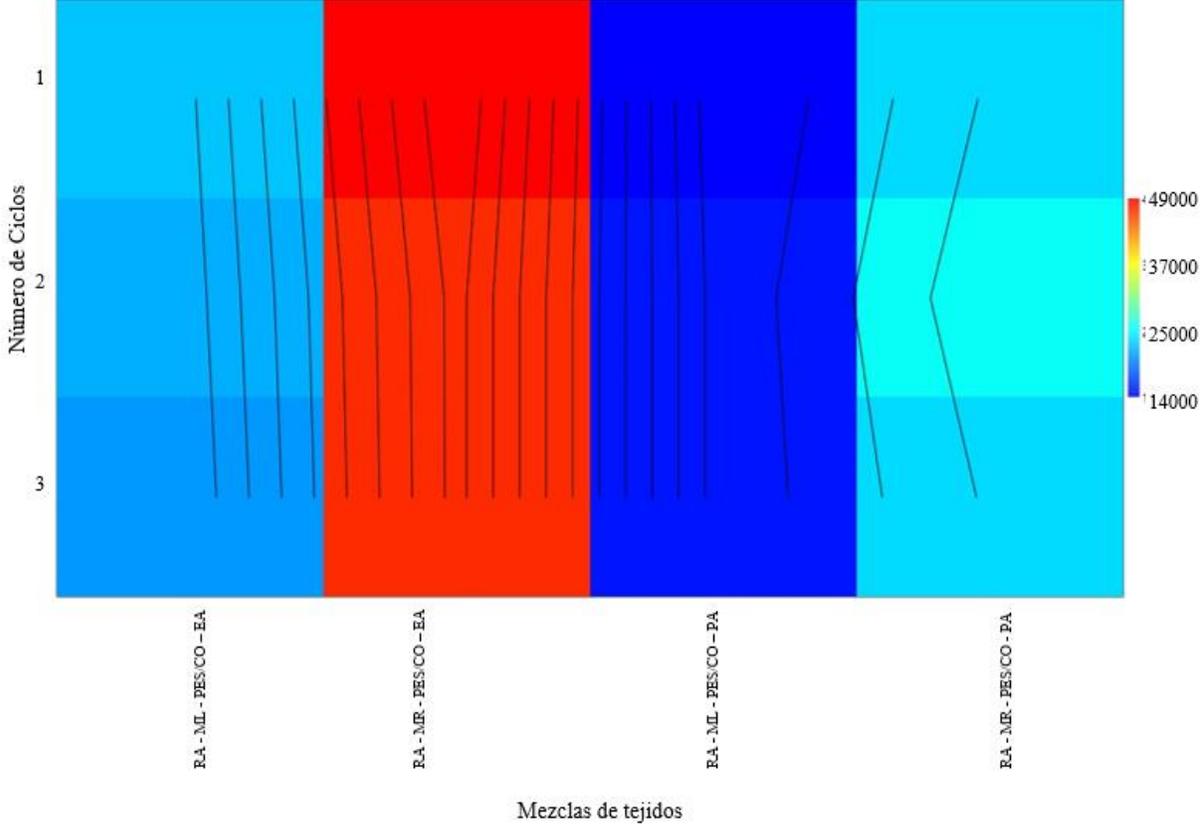
Fuente: El Autor

4.5.3 Matrix plot

En la **Figura 20**, se puede observar las muestras con la cantidad de ciclos máximos y mínimos de duración de las dos mezclas representados en el eje de las “Y”, explicados numéricamente en la **Tabla 14**, en comparación de los anteriores gráficos la matrix plot es una escala de color, donde el valor más alto está representado por el color rojo y el valor mínimo por las tonalidades azules, obteniendo las variaciones de los datos respecto a la colorimetría, interpretando que en cada análisis de resistencia a la abrasión de cada muestra permanecen constantes, sin embargo, entre pruebas existe variaciones que en general va desde 14000 hasta 49000 ciclos, considerando que las muestras ideales son **RA - ML - PES/CO – EA**: Resistencia a la abrasión- malla lisa- PES/CO – EA y **RA - MR - PES/CO – EA**: Resistencia a la abrasión- malla riso- PES/CO – EA de la mezcla 1, observando en la figura que adquiere tonalidades de la escala de azules.

Figura 20

Matrix plot



Fuente: El Autor

Capítulo V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones en las que se desarrolló la presente investigación y los datos conseguidos mediante la realización de la prueba de resistencia a la abrasión entre las diferentes mezclas de tejidos, se llega a establecer las siguientes conclusiones:

- Para el estudio de comparación de resistencia a la abrasión de los calcetines de trabajo, se utilizó diferentes equipos, materia prima, normas ISO, cumpliendo con todos los parámetros requeridos para que el análisis sea factible.
- Al realizar la identificación de la estructura de formación de mallas de los calcetines de trabajo, se pudo establecer las partes estructurales tanto de malla lisa como rizo en el cual se produce el movimiento entre agujas y platinas de la máquina como se explica en el punto 2.3.2, desde la formación del puño hasta la punta del calcetín; la malla lisa se ubicada en la parte de la pierna - empeine, la malla con rizo se localiza en el talón hasta la punta del pie ya que presenta suavidad y acolchonamiento porque es el punto donde se concentra todo el peso del cuerpo humano.
- La elaboración de los calcetines de trabajo se realizó en la máquina calcetera SANGIACOMO FULL ELECTRONIC constituida por 108 agujas, 3¾'' de diámetro del cilindro, galga 9; las mezclas que se emplearon fueron 16/1 Ne PES/CO-75 Den EA y 16/1 Ne PES/CO-140 Den PA, consiguiendo tejidos con características similares para su análisis comparativo, donde el hilo de fondo es PES/CO que se encuentra al derecho del tejido y los hilos vanizados son EA y PA situados al revés del tejido para aumentar la resistencia del calcetín.
- En el laboratorio de la Planta Académica de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte se determinó la resistencia a la abrasión de los calcetines de trabajo en el equipo Martindale mediante la Norma ISO 12947-2, obteniendo como resultado en la mezcla 16/1 Ne PES/CO-75 Den EA la cantidad de ciclos de duración de resistencia del tejido, en malla lisa con 23000 y malla rizo con 49000 y de la mezcla 16/1 Ne PES/CO-140

Den PA una resistencia a la rotura de las mallas a los 14000 y 24000 ciclos correspondientemente.

- Mediante la aplicación del programa estadístico Past 4, se logró establecer la mezcla óptima con la implementación de gráficos estadísticos comparativos entre las dos mezclas; la mezcla 16/1 Ne PES/CO-75 Den EA tuvo los mejores resultados en malla lisa 23000 ciclos máximos de duración a comparación de la mezcla 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA con 15000 ciclos en malla lisa, existencia entre sí 8000 ciclos de diferencia representados por un 35% y en malla rizo 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA obtuvo 49000 ciclos máximos a comparación de la mezcla 2 con 26000 ciclos de duración máxima, con una diferencia de 25000 ciclos que representa un 47%, considerando que la mezcla 16/1 NE PES/CO – 75 DEN EA tiene mejor resistencia tanto en malla lisa como en rizo cumpliendo con uno de los estándares más importantes que es la resistencia a la abrasión de los tejidos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de los calcetines de trabajo es necesario definir el tipo de máquina que se va a utilizar, la composición de los tejidos, títulos de hilos, porque para la realización de este estudio de comparación ya que es importante utilizar materiales que cumplan las mismas condiciones y así lograr resultados confiables.
- Es importante conocer la densidad tanto de las columnas y pasadas, las partes que conforman el calcetín la actuación de las agujas y platinas para la formación de las mallas tanto lisa como rizo del tejido.
- Se recomienda conocer todos los parámetros que presenta la máquina desde el número de agujas, diámetro, galga ya que con ello se determina el número de pasadas, columnas y finura; dentro de la elaboración del calcetín en la parte del puño se añade un hilo elástico que tiene la función de ajustar y dar forma en la pierna.
- Se debe utilizar una lupa textil para realizar la toma de lectura en cada tiempo definido de número de ciclos, porque la superficie del tejido es propensa a la formación de pilling o bolitas, evitando la observación del rompimiento de las mallas.
- Se recomienda continuar con la investigación, añadiendo nuevas mezclas de fibras para conseguir mayor resistencia y sobrepasar el número de ciclos conseguidos en este trabajo, dentro del mercado no se ha considerado la fabricación de nuevos productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahuatzi, J., & Ávila, R. (2002). *ANÁLISIS Y TECNOLOGÍA DE TEJIDOS EN MÁQUINAS DE GRAN DIÁMETRO*. (“Análisis y tecnología de tejidos en máquinas circulares de gran ...”) (“Análisis y tecnología de tejidos en máquinas circulares de gran ...”)
- AITE. (2018). *AITE I Industria*. <https://www.aite.com.ec/industria.html>
- Ajala, J. (2018). *APLICACIÓN DEL ZUMO DE BAMBÚ EN MEDIAS CASUALES PARA EFECTOS ANTIBACTERIANOS* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE]. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7929/1/04 IT 224 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7929/1/04_IT_224_TRABAJO_DE_GRADO.pdf)
- Álvarez, V. (2013). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA AMPLIACIÓN DEL TALLER DE FABRICACIÓN DE MEDIAS TATY, UBICADO EN LA CIUDAD DE COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE]. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2364/1/02 ICA 536 TESIS.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2364/1/02_ICA_536_TESIS.pdf)
- Baena, G. (2014). *Metodología de la Investigación n* (Primera Ed).
- Barella, A. (2007). "El ensayo de la resistencia de los hilos por el procedimiento colectivo o de napa de hilos." (“Ensayo de Resistencia de Hilos | PDF | Resistencia Eléctrica y ...”) (“El ensayo de la resistencia de los hilos por el procedimiento colectivo ...”) 20. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/5883/Article02.pdf>
- Barretto, S. (2010). *Estructura del tejido de punto*. 2, 12.
- Belmartino, A., Liseras, N., Berges, M., Belmartino, A., Liseras, N., & Berges, M. (2016). (“Determinantes de compra del consumidor de prendas de vestir en la ...”) ¿Qué atributos busca el consumidor en prendas de vestir? Un análisis aplicado al mercado de la indumentaria en Argentina. (“¿Qué atributos busca el consumidor en prendas de vestir? Un análisis ...”) *Tec Empresarial*, 10(1), 7-18. <https://doi.org/10.18845/TE.V10I1.2530>
- Bhat, G., Chand, S., & Yakopson, S. (2001). Thermal properties of elastic fibers. *Thermochimica Acta*, 367-368, 161-164. [https://doi.org/10.1016/S0040-6031\(00\)00673-0](https://doi.org/10.1016/S0040-6031(00)00673-0)
- Cegarra, S., López-Amo, M., & Pons, C. (2007). "Influencia de los procesos de acabado sobre la

resistencia a la abrasión de los artículos de poliéster-algodón." ("Influencia de los procesos de acabado sobre la resistencia a la ...") ("Influencia de los procesos de acabado sobre la resistencia a la ... - CORE") 42.
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/5908/Article01.pdf>

CottonWorks. (2021). *CottonWorks*. <https://www.cottonworks.com/en/topics/en-espanol/procesos-de-algodon/el-arte-de-la-produccion-de-calcetas/>

CTEX. (2020). BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DISPONIBLES EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE TEXTILES. *Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas*, 9. <https://textiles.utn.edu.ec/wp-content/uploads/2020/11/3.-ANEXO-ESPECIFICACIONES-DE-LOS-EQUIPOS-DE-LABORATORIO.pdf>

Endara, G. (2017). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE AUTOR: DIRECTOR*. ("(PDF) UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS ...")
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7650/1/04 IT 217 TRABAJO DE GRADO .pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7650/1/04%20IT%20217%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)

Fernández, D. (2017). *Purificación de ciclohexanona obtenida en la oxidación de ciclohexano para la fabricación de caprolactama* [UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID]. ("Purificación de ciclohexanona obtenida en la oxidación de ... - Dialnet") ("Purificación de ciclohexanona obtenida en la oxidación de ciclohexano ...")
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/45606/1/T39418.pdf#page=48>

Frontieres, M. S. (2010). *An Introduction to Sock Knitting*. <http://www.p-hop.co.uk/wp-content/uploads/2010/10/phopSockTips.pdf>

Google Maps. (2022). *Google*. <https://www.google.com.ec/maps/@0.3779692,-78.1257898,17z?hl=es>

Ibadango, C. (2019). *"ANÁLISIS DE TRANSPIRABILIDAD EN TELAS DE TEJIDO DE PUNTO CON DIFERENTES MEZCLAS, Y LIGAMENTOS, DESTINADAS A LA CONFECCIÓN DE ROPA DEPORTIVA."* ("Record Citations")
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9650/2/04 IT 255 TRABAJO DE](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9650/2/04%20IT%20255%20TRABAJO%20DE)

GRADO.pdf

Kumar, P. (2010). *Socks and its manufacturing*. 8.

LEONATI. (2017). GOAL MONOCILINDRO GK715S - GK716S - GK615S - GK616S - GK516S. *MONOCILINDRO LEONATI*, 14.

López, F., & Nalk, A. (2007). "Influencia de la longitud de malla sobre el efecto de bucle en los tejidos producidos con hilos KDK de Poliéster y Poliamida." ("Influencia de la longitud de malla sobre el efecto de bucle en los ...") ("Influencia de la longitud de malla sobre el efecto de bucle en los ...") 16.
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6169/Article02.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Marmarali, A., Özdül, N., & Oğlakcioğlu, N. (2009). The abrasion resistance of socks. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 21(1), 56-63.
<https://doi.org/10.1108/09556220910923755>

Martínez, H. (2012). *Metodología de la Investigación*.
<https://elibro.net/es/ereader/utnorte/39957?page=104>

Ramírez, E. (1996). *CONFECCIÓN DE TEJIDOS PARA CALCETERÍA EN MÁQUINAS MONOCILÍNDRICAS EN UNA MICROEMPRESA*.

SENA. (s. f.). *TEJIDO DE PUNTO CALCETERÍA*.
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4890/1/tejido_punto_calceteria.pdf

Sevillano, B. (2014). *ESTUDIO TÉCNICO DEL USO DE NANOTECNOLOGÍA PARA MANTENER EL INTERIOR SIEMPRE SECO EN TEJIDOS DE PUNTO CON DIFERENTES MEZCLAS*. ("Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: Estudio ... - UTN")
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3778/3/04 IT 162 Tesis.pdf>

Terry, P. (2020). *Twin layer*. 2.

Textil, D. & P. (2019). *Funcionamiento de aguja y platina-Groz Beckert*.

Textiles ParamERICANOS. (2005). "La Poliamida: Una Fibra Versátil Para Textiles De Alta Calidad." ("Besos y Abrazos - Bividís en tela Poliamida: La Poliamida:... | Facebook")

<https://textilespanamericanos.com/textiles-panamericanos/articulos/2005/03/la-poliamida-una-fibra-versatil-para-textiles-de-alta-calidad/>

Wilkie, M. (2017). *Textiles Engineering: Knitting technology*.
<https://showcase.uhi.ac.uk/atom/resources/BORAS/Knitting/pdf/pdfVersion.pdf>

Zhejiang Weihuan Machinery Co., L. (2020). *Zhejiang Weihuan Machine*.
<http://www.weihuansocksmachine.es/info/>

ANEXOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA DE TEXTILES



Ibarra, 06 de Julio del 2022

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, Ingeniero **Fausto Gualoto M.** en calidad de responsable del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Ingeniería Textil:

CERTIFICO

Que la señorita **BURGA ARIAS CINTHYA YAJIARA**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 100456402-5, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado "**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DE LOS CALCETINES DE TRABAJO ELABORADOS EN LA MÁQUINA DE 3¼" DE DIÁMETRO POR 108 AGUJAS CON HILOS FONDOVANIZADO CON TÍTULOS 16/1 NE PES/CO - 75 DEN EA Y 16/1 NE PES/CO - 140 DEN PA MEDIANTE LA NORMA ISO 12947-2**", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **MARTINDALE** - Norma ISO 12947-2 Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos.

Además, se le ayudo con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad la metodología establecida en la norma.

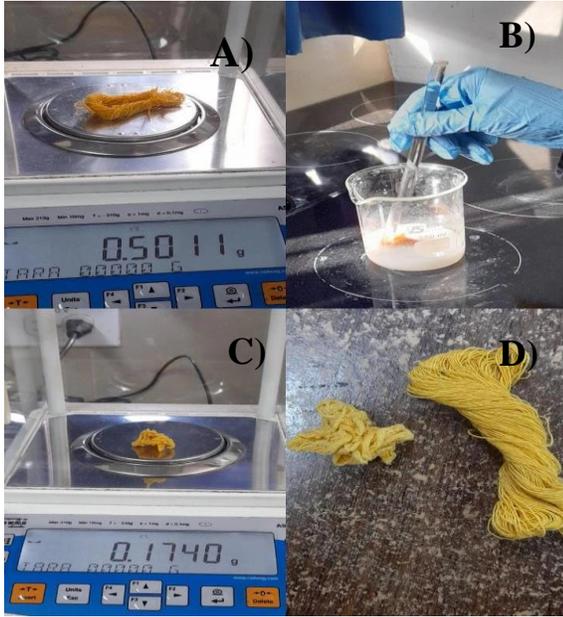
Atentamente:



Firmado electrónicamente por:
**FAUSTO EDMUNDO
GUALOTO MAFLA**

ING. GUALOTO FAUSTO M.
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX

Anexo 1. Certificado de laboratorio



Anexo 3. Proceso de identificación de fibra
A) Peso de la muestra de acuerdo con la norma establecida. **B)** Colocación de los auxiliares y muestra de fibra, cumplir la curva de proceso. **C)** Lavar, secar y pesar. **D)** Comparación del peso inicial y final, obteniendo el porcentaje de composición de la mezcla.



Anexo 2. Preparación Tela abrasiva.
A) Cortar la tela abrasiva con ayuda de la cortadora (3 muestras). **B)** Colocar el filtro sobre la base. **C)** Peso sobre el filtro. **D)** Colocamos el anillo, ajustamos y retiramos el peso.



Anexo 4. Máquina SANGIACOMO FULL ELECTRONIC
 Utilizada para la elaboración de calcetines.



Anexo 5. Calcetines de trabajo
A) PES/CO – EA. **B)** PES/CO - PA



Anexo 7. Equipos de laboratorio utilizados en la prueba de la resistencia a la abrasión.



Anexo 6. Corte y colocación de las probetas en el porta muestras



Anexo 8. Preparación de las muestras-
Calcetines de trabajo



Anexo 9. Colocación de la placa de movimiento y porta