



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

MODALIDAD: PRESENCIAL

PLAN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA AL ESTALLIDO DEL
TEJIDO RIZO DE CALCETINES CON HILOS DE FONDO DE
ALGODÓN, ACRÍLICO Y BAMBÚ”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Textil

Línea de investigación: Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socio Económico.

Autor: Santiago Javier Montenegro Fuertes

Director: MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada



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:	1004979751		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Montenegro Fuertes Santiago Javier		
DIRECCIÓN:	Ibarra, Arturo Hidalgo 1-80 y Quito.		
EMAIL:	sjmontenegrof@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062512287	TELÉFONO MÓVIL:	0991596686

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA AL ESTALLIDO DEL TEJIDO RIZO DE CALCETINES CON HILOS DE FONDO DE ALGODÓN, ACRÍLICO Y BAMBÚ”.
AUTOR (ES):	Montenegro Fuertes Santiago Javier
FECHA:	26/09/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil
DIRECTOR:	MSc. Ramírez Encalada Elvis Raúl

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de septiembre de 2023

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Montenegro Fuertes Santiago Javier

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION
CURRICULAR**

Ibarra, 26 de septiembre del 2023

MSc. Elvis Raúl Ramírez Encalada

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f).....

MSc. Elvis Ramírez

C.C: 1001458973

DEDICATORIA

El trabajo investigativo que realice, lo dedico principalmente a mis padres, por su trabajo y sacrificio durante todos estos años de estudio, gracias al apoyo brindado por ellos he logrado llegar hasta aquí, cumplir las metas anheladas, formarme como profesional y convertirme en alguien mejor para afrontar los retos que se generen con el tiempo.

A mis hermanos quienes siempre han estado presente, acompañándome, enseñándome y por el apoyo que me han brindado a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas como mis profesores, por los conocimientos y enseñanza brindada, a mis compañeros por el apoyo, las risas y los muchos momentos que hemos compartido
juntos.

Santiago Montenegro

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por las bendiciones brindadas, por su guía a lo largo de la vida y por la fortaleza para sobresalir de los momentos de dificultad y de debilidad.

A mi madre, a mi padre y hermanos Plácido, Sandro, Andrés, por los consejos, comprensión y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria.

Al director de mi tesis MSc. Elvis Ramírez por el conocimiento brindado para formar la estructura de esta investigación.

Santiago Montenegro

RESUMEN

Esta investigación se realizó para determinar la comparación de resistencia al estallido de calcetines deportivos, usando hilos de fondo de algodón 100% con título Ne 20/1, acrílico 100% de título Nm 1/35 o 20/1 Ne y bambú 100% de título Ne 20/1, los cuales cumplen con similares características y condiciones de elaboración.

Conocer las partes del calcetín es importante para la realización del análisis, como el empeine, talón, puntera y tomando en cuenta que el mayor estiramiento que se puede generar es entre el pie y el calzado, lo que puede generar rotura de las mallas del tejido calcetero, además que en esa parte descansa el peso del cuerpo humano, por ello se busca calcetines con mayor resistencia y comodidad para evitar que se desgaste rápido y haya fatiga. Los materiales indicados se han considerado como los ideales para brindar tejidos que demuestren tener alta resistencia y durabilidad para el uso cotidiano y profesional.

La elaboración de las muestras de calcetines se realizó en la máquina calcetera WEIHUAN WH-B de 3 $\frac{3}{4}$ pulgadas de diámetro y 144 agujas, adquirida por la Carrera de Textiles, la cual es usada para realizar producciones para las diferentes carreras de la Universidad y para clientes externos. El equipo trabaja con hilos de varios materiales ya sean mezclas o de composición 100%, funciona a velocidades de 250 a 280 rpm y tiene un peso de 300 kg.

Las muestras obtenidas de calcetines de diferente composición fueron sometidas a pruebas de resistencia al estallido con ayuda del equipo dinamómetro Titan 5 que trabaja con el programa TestWise y con el seguimiento de la Norma ASTM D 3787-01, con los cuales se obtuvo datos de fuerza máxima, extensión y tiempo de rotura para lograr comparar y determinar el material textil con mejores valores de resistencia y mediante el ingreso de los resultados obtenidos al programa Past 4 para formar gráficos e interpretar de mejor manera.

Después de las pruebas de resistencia al estallido el mejor resultado de entre los tres materiales, fue de los calcetines de acrílico 100 % Ne 20/1 con 230,39 Newtons de resistencia y los calcetines de bambú con una extensión de 67,79 mm. Los resultados obtenidos de la presente investigación dan a conocer que los calcetines de acrílico 100 % son más resistentes para soportar las actividades realizadas por quien los use, aun así, brindando comodidad, suavidad al pie.

Palabras clave: calcetines, resistencia al estallido, composición 100% de tejidos.

ABSTRACT

This research was conducted to determine the comparison of burst resistance in sports socks. Different yarns were used as the base, including 20/1 Ne 100% cotton, 1/35 Nm or 20/1 Ne 100% acrylic, and 20/1 Ne 100% bamboo, all of which meet the same characteristics and manufacturing conditions.

Understanding the different parts of a sock is important for conducting the analysis, such as the instep, heel, and toe. It's important to consider that the greatest stretch occurs between the foot and the footwear, which can cause the mesh of the sock fabric to break. Additionally, this area bears the weight of the human body, which is why socks with greater resistance and comfort are sought to prevent rapid wear and fatigue. The mentioned materials have been considered ideal for providing fabrics that demonstrate high resistance and durability for both everyday and professional use.

The production of the sock samples was carried out using the WEIHUAN WH-B knitting machine with a diameter of 3 ¾ inches and 144 needles. This machine was acquired by the Textile Department and is used for producing various items for different departments within the university as well as external clients. The machine is capable of working with yarns made of different materials, including blends or 100% compositions. It operates at speeds ranging from 250 to 280 rpm and has a weight of 300 kg.

The obtained samples of socks with different compositions were subjected to burst resistance tests using the Titan 5 dynamometer equipment, which operates with the TestWise program and follows the ASTM D 3787-01 standard. Through this process, maximum force, extension, and rupture time data were collected in order to compare and determine the textile material with the best resistance values. The results obtained were entered into the Past 4 program to create graphs and facilitate a better interpretation of the data.

After the burst resistance tests, the best result among the three materials was achieved by the 100% acrylic socks with a 20/1 Ne count, demonstrating a resistance of 230.39 Newtons. The bamboo socks showed an extension of 67.79 mm. The results obtained from this research reveal that the 100% acrylic socks are ideal in terms of their resistance to withstand activities carried out by the wearer while providing comfort and softness to the foot.

Keywords: socks, burst resistance, 100% fabric composition.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
Descripción del Tema	1
Antecedentes.....	1
Importancia del Estudio.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Características del Sitio del Proyecto	4
CAPÍTULO I	5
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. Estudios Previos.....	5
<i>1.1.1. Calcetería.....</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2. Resistencia al Estallido</i>	<i>5</i>
<i>1.1.3. Método de Bola de Acero</i>	<i>5</i>
<i>1.1.4. Algodón para Calcetines</i>	<i>6</i>
<i>1.1.5. Acrílico para La Industria Calcetera</i>	<i>6</i>
<i>1.1.6. Bambú usado en la Fabricación de Calcetines</i>	<i>7</i>
1.2. Marco Legal	7
<i>1.2.1. Línea de Investigación de la Universidad Técnica del Norte</i>	<i>7</i>
1.3. Marco Conceptual	7
<i>1.3.1. La Calcetería en el Ecuador</i>	<i>7</i>
<i>1.3.2. Dinamómetro</i>	<i>8</i>
<i>1.3.3. Resistencia al Estallido en Tejidos de Punto Calcetero</i>	<i>9</i>
<i>1.3.4. Método de Bola de Acero Aplicado en Calcetería</i>	<i>9</i>
<i>1.3.5. Tipos de Hilos Utilizados en la Industria Calcetera Ecuatoriana.....</i>	<i>9</i>
CAPÍTULO II.....	13

2. MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1. Tipos de Investigación	13
2.1.1. Investigación Analítica	13
2.1.2. Investigación Experimental	13
2.1.3. Investigación Comparativa	13
2.2. Normas	13
2.2.1. Norma Para Prueba Estándar De Resistencia Al Estallido De Textiles D 3787 – 01, Método De Bola De Acero.	13
2.3. Flujogramas	15
2.3.1. Flujograma General	15
2.3.2. Flujograma Muestral	16
2.4. Equipos y Materiales	17
2.4.1. Parámetros y Variables	17
2.4.2. Materiales	17
2.4.3. Equipos	22
2.5. Procedimiento	23
2.6. Pruebas de Laboratorio	24
2.6.1. Pruebas de Resistencia al Estallido de Textiles	24
CAPÍTULO III	25
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
3.1. Resultados	25
3.1.1. Resultados de las Pruebas al Estallido en Calcetines de Algodón	25
3.1.2. Resultados de Pruebas al Estallido en Calcetines de Acrílico	25
3.1.3. Resultados de Pruebas al Estallido en Calcetines de Bambú	26
3.1.4. Tablas Generales de Resultados	27
3.2. Análisis de Resultados	28
3.2.1. Análisis de Varianza	28

3.2.2. <i>Normalidad de Datos</i>	30
3.2.3. <i>Discusión De Resultados</i>	31
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
Conclusiones	35
Recomendaciones	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencia crítica para la resistencia al estallido de los materiales indicados en libras	14
Tabla 2. Determinación del título de los hilos.....	17
Tabla 3. Determinación de la torsión de los hilos	17
Tabla 4. Ensayo Pirognóstico de los hilos.....	18
Tabla 5. Hilos vistos a través del microscopio	19
Tabla 6. Materiales de las muestras.....	19
Tabla 7. Descripción de calcetín de algodón 100%	20
Tabla 8. Descripción de calcetín de acrílico 100%	20
Tabla 9. Descripción de calcetín de bambú 100%	21
Tabla 10. Descripción de la máquina calcetera	22
Tabla 11. Descripción del equipo dinamómetro	23
Tabla 12. Resultados de calcetines de algodón	25
Tabla 13. Resultado de calcetines de acrílico.....	26
Tabla 14. Resultados de calcetines de bambú	26
Tabla 15. Tabla general de la fuerza máxima.....	27
Tabla 16. Tabla general de la extensión	27
Tabla 17. Tabla general del tiempo de rotura.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de laboratorio CTEX	4
Figura 2. Dinamómetro Titan 5.....	8
Figura 3. Planta De Bambú	10
Figura 4. Calcetín de bambú	11
Figura 5. Calcetín de algodón	11
Figura 6. Calcetines de acrílico	12
Figura 7. Flujograma general para pruebas de resistencia al estallido.....	15
Figura 8. Flujograma muestral para pruebas de resistencia al estallido.....	16
Figura 9. Máquina calcetera.....	22
Figura 10. Dinamómetro Titan 5.....	23
Figura 11. Varianza de la Fuerza Máxima	29
Figura 12. Varianza de la Extensión	29
Figura 13. Normalidad de la Fuerza Máxima	30
Figura 14. Normalidad de la Extensión.....	31
Figura 15. Box Plot, Fuerza máxima	32
Figura 16. Matrix Plot, Extensión	33
Figura 17. Fuerza máxima y Extensión.....	34

INTRODUCCIÓN

Descripción del Tema

La presente investigación busca a partir de pruebas de resistencia al estallido en géneros de punto, analizar las deformaciones que se dan en la estructura de calcetines mediante el método de bola de acero. Las empresas que elaboran tejidos de punto toman en cuenta que se realice la producción de forma rápida y fácil, con bajo costo, y otorgando propiedades como suavidad, elasticidad y comodidad. También se revisan las condiciones de densidad de trama y urdimbre las cuales, al ser sometidas a una fuerza, se formarán aberturas en el sentido con menos cantidad de hilos del tejido, dando como resultado el estallido. El control del largo de la puntada es fundamental para controlar las propiedades físicas del género de punto, si la longitud de la puntada aumenta la resistencia al estallido disminuye un 70% siendo menor la densidad y si la longitud baja la densidad del bucle es mayor mostrando mayor resistencia a la presión aplicada. Por los problemas mencionados se realiza la prueba de resistencia al estallido, ya que es necesaria para mostrar especificaciones que determinan los laboratorios de calidad del producto que mercadea una empresa. (Uyanik, 2016)

Las empresas calceteras buscan brindar productos de acuerdo con las necesidades de clientes por lo que la elaboración tiene que ser ideal en cuanto a color, forma, materiales que cumplan las características requeridas por el cliente como talla, color, comodidad, durabilidad, entre otros. (Angamarca, 2022)

Los productos comercializados en los mercados, centros comerciales, tiendas, etc., cuentan con una etiqueta la cual muestra la composición del calcetín, sin embargo, los datos de resistencia y durabilidad del producto no son indicadas. Al ser usados puede que haya roturas al tratar de ponerse en el pie. En caso de deportistas requieren saber cuánto pueden resistir los calcetines al realizar una actividad deportiva.

Antecedentes

Los materiales usados en las industrias calceteras para la fabricación de calcetines como el algodón, acrílico y bambú, son materias primas que cumplen con las características y propiedades esenciales e ideales para brindar comodidad al pie humano.

Entre los parámetros esenciales para tener en cuenta de los productos calceteros se tiene a la resistencia al estallido. Se logra medir variaciones de fuerza de un tejido en equipos como eclatómetro hidráulico o neumático, también en el equipo de laboratorio dinamómetro, el cual cumple con las condiciones y accesorios adecuados para experimentar con tejidos de punto. La

resistencia de un tejido de punto no se puede determinar en forma de tira, porque se estira y deforma demasiado. (Arroyo, 2015)

Al realizar la investigación, un ensayo indica la relación entre extensión y resistencia al estallido en tejidos de punto de mezclilla con fibras celulósicas y se concentra en determinar si hay compatibilidad de tejidos de punto de mezclilla para usar como jeans. Se uso hilos de algodón y lana, obteniendo que las muestras compuestas de estos materiales no tienen gran diferencia al ser sometidos a las pruebas de resistencia al estallido. Y al realizar pruebas a tejidos de modal y bambú dan valores aún más bajos debido a su espesor. (Degirmenci, 2016)

En otro ensayo se describe el comportamiento de tejidos ya confeccionados sometidos a fuerzas en sentido axial, esto quiere decir que se aplica fuerza en todos los sentidos. Realizar las pruebas de resistencia al estallido con el método de bola de acero permitirá observar cómo un tejido puede deformarse cuando se somete a tensión o fuerza en todas sus direcciones o sentidos. (Carrera, 2015)

Un análisis comparativo realizado en tejidos Sándwich de punto comparte que el hilo de lino se podría considerar de alto rendimiento, debido a que la prueba de estallido no afecta a su estructura considerablemente, dando como resultado que el lino sería un sustituto ideal de fibras como el kevlar, con el fin de reducir los costos de producción. (Ciobanu, 2016)

Las prendas de tejido de punto como chompas, busos, pantalones deportivos, ropa interior, bufandas, buffs, entre otras, pasan por el control de calidad de cada empresa para determinar las características físicas de los tejidos y determinar las propiedades físicas que pueden mostrar como resultados de resistencia al estallido, a la abrasión, al pilling, entre otras. (Cortez, 2018)

La estructura dimensional de los tejidos muestra varios cambios al realizar el ensayo de resistencia al estallido, dependiendo de si se usa más de una tela, el mismo o distintos títulos de hilo, distinto gramaje, entre otros. Al realizar pruebas con un mismo título de hilo la comparación entre tejidos de diferentes materiales será menos complicado el análisis. (Chowdhary, 2018)

De la realización del análisis comparativo de calcetines de algodón, acrílico y bambú elaborados en la máquina calcetera de $3\frac{3}{4}$ de diámetro por 144 agujas, el equipo dinamómetro Titan 5 y siguiendo la norma ASTM D 3787 – 01, se obtendrán resultados del material más resistente a las pruebas de estallido y del material textil menos resistente.

Importancia del Estudio

Los calcetines son prendas de vestir de uso diario, las cuales se someten a diferentes condiciones conforme las actividades realizadas en el transcurso del día, como deportes y labores profesionales. Por lo que las empresas calceteras hacen uso de materiales que brinden características como frescura, antibacterianos, irritables, incomodidad, entre otros.

La resistencia al estallido en calcetines formados a partir de tejido de punto es una prueba que recientemente fue planteada, por lo que hay pocos estudios relacionados. En estudios de comparación de tejidos de algodón, bambú y modal, dan como resultado que las muestras compuestas de bambú y modal muestran más resistencia a las pruebas de estallido (Chowdhary, 2018). Otro estudio referente a las pruebas de resistencia al estallido indica que fibras conductoras se comportan mejor al ser sometidos a este ensayo. Se determinó que el poliéster resiste más que el algodón a las pruebas de estallido y la estructura del tejido de punto influye en la prueba (El-Hady, 2014).

La calibración de máquina de tejido de punto influye en los resultados, si la calibración alta los datos pueden ser bajos y si la calibración es baja los valores pueden ser altos. También el tipo de tejido cambia los resultados, el artículo indica que el tejido piqué, no tiene buena resistencia a la fuerza que ejerce el equipo, comparado con un Lacoste el cual muestra mejores resultados. (Sitotaw, 2017)

La resistencia de un tejido es uno de los principales parámetros realizados en control de calidad con equipos de laboratorio, la prueba al estallido comparando calcetines fabricados con materiales de algodón, acrílico y bambú, mostrarán resultados indicando cual obtuvo mejor comportamiento.

Objetivo General

- Comparar la resistencia al estallido del tejido rizo de calcetines con hilos de fondo de algodón, acrílico y bambú.

Objetivos Específicos

- Investigar estudios previos realizados en libros, tesis, artículos científicos que contengan información sobre la resistencia al estallido de tejidos punto.
- Elaborar calcetines deportivos talla 10 – 12 con materiales de algodón, acrílico y bambú en la máquina calcetera de 3 ¾ de diámetro x 144 agujas para obtener muestras.

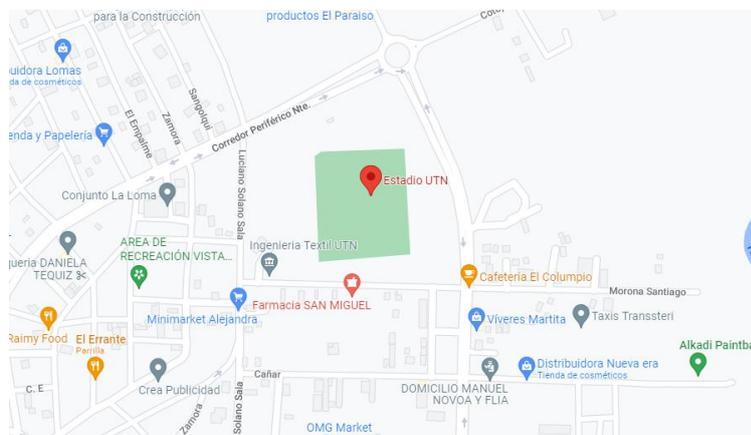
- Realizar prueba de resistencia al estallido de los calcetines obtenidos haciendo uso del equipo dinamómetro y la norma ASTM D 3787 – 01 Método de prueba estándar para resistencia al estallido de los textiles – método de bola de acero correspondiente para obtener datos necesarios para comparar.
- Determinar tras el análisis de resultados el desempeño de los materiales textiles utilizados con la ayuda del software Past 4 y técnicas estadísticas.

Características del Sitio del Proyecto

El desarrollo del proyecto fue en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura en los laboratorios de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte, en los cuales se cuenta con equipos necesarios para realizar ensayos, se ubica en el barrio Azaya, en las calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala, mostrado en la siguiente figura.

Figura 1.

Ubicación de laboratorio CTEX



Fuente: (Google Maps, 2023)

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Estudios Previos

1.1.1. Calcetería

Los calcetines son prendas importantes en la vestimenta del día a día, ya que protege los pies humanos de las diferentes situaciones a las que se puedan someter, por lo que su innovación es constante tomando en cuenta que hay y aparecen más necesidades que requieren solucionarse mediante pruebas o ensayos, con el fin de determinar las propiedades y características que posee el producto, además ayuda a determinar costos y procesos necesarios para la fabricación del artículo. (Ajala, 2018)

1.1.2. Resistencia al Estallido

Un tejido debe tener excelente resistencia, ya que es una de las propiedades más importantes para saber el uso adecuado que se le puede dar según las características que posea.

La resistencia al estallido muestra el comportamiento de un tejido al ser sometido a fuerzas en todas las direcciones de su estructura, aplicando presión de forma vertical sobre la muestra. Para el ensayo además del material textil, se toman consideraciones que pueden influir en los resultados, como el tipo de tejido el cual puede ser liso o rizo, el tipo de acabado, la rigidez, la tensión, también los productos usados en el proceso de tintura, entre otros. (Uyanik, 2016)

El estallido se produce en los hilos menos elásticos porque son los más resistentes del tejido, por lo que llegan a su límite en poco tiempo y ocurre la rotura. Otros estudios afirman que el aumento de lycra en la composición de la prenda aumenta la resistencia y elasticidad de las muestras sometidas al ensayo. (Chowdhary, 2018)

1.1.3. Método de Bola de Acero

El método consiste en aplicar presión con una bola de acero pulido verticalmente en una parte del tejido, el cual está sujetado por placas circulares. Se realiza una prueba a velocidad constante ejercida sobre la muestra retenida hasta observar el estallido.

Este método es adecuado para determinar la resistencia al estallido en textiles y está siendo usado por las industrias para obtener resultados de diferentes tejidos tomando en cuenta datos del calcetín como la estructura, parámetros de elaboración y características que pueden o no influir en el ensayo. (Sitotaw, 2017)

Los datos obtenidos a partir de la aplicación del método D 3787, pueden o no ser aceptables para el cliente. En caso de tener desacuerdos por incertidumbre de medición, se indica las diferencias estadísticas hasta donde pueden variar las cantidades resultantes de las pruebas.

1.1.4. Algodón para Calcetines

La fibra natural de algodón tiene gran desarrollo dentro de las Industrias Textiles Calceteras debido a que posee características como: suavidad, transpirabilidad, es capaz de absorber 27 veces su peso en agua, también es hipoalergénico lo que ayuda a evitar que por el sudor del cuerpo se formen hongos, irritaciones, infecciones, alergias, entre otras incomodidades que se pueden generar y no serían soportables al usar calcetines compuestos de este material. (Mallqui, 2017)

Este material textil puede ser aplicado para formar toda prenda de vestir como: calcetines, camisas, busos, ropa interior tanto para hombres y mujeres. Por la gran capacidad de absorción que posee es ideal para toallas, telas usadas en la cocina o para la limpieza del hogar. También tiene su lugar en prendas hospitalarias y de uso industrial ya que se requiere de comodidad y evitar daños o molestias por el uso. (Farinango, 2017)

1.1.5. Acrílico para La Industria Calcetera

El acrílico es una fibra sintética la cual es ligera y suave lo que da una sensación parecida que al usar tejidos de lana. Es muy resistente, más que las fibras naturales, cuenta con propiedades como:

- Aislamiento térmico, por la forma de la sección transversal se evita la pérdida de calor.
- Resistente a los rayos del sol, lo que permite el uso en exteriores.
- Da una sensación seca por el espacio capilar entre las fibras.
- Resistente al pilling y a la abrasión.
- Fácil calibración de máquina de tejido.
- Carga estática, esto causa problemas como la adherencia de suciedad, en confección la tela se pega a la máquina y difícil manipulación.

La aplicación de este material textil además de calcetines en prendas de vestir como sacos, ropa deportiva, ropa de tejido de punto, también para el hogar en alfombras, tapices de autos, también para el exterior en muebles, carpas y demás textiles que requieran de resistencia en aspectos como los mencionados. (Benavides, 2017)

1.1.6. Bambú usado en la Fabricación de Calcetines

El bambú es una fibra renovable adecuada para los textiles porque tiene menos impacto contaminante hacia el ambiente ya que, no necesita de productos químicos para su obtención o tratamiento, por lo que las empresas lo consideran para producir artículos de composición 100% o en diferentes mezclas. (Ajala, 2018)

Posee características como prevención de bacterias, evita malos olores y enfermedades en la piel, tiene propiedades térmicas, no genera irritación en pieles sensibles, ligero y es muy resistente, además de la capacidad de absorción de humedad, por las propiedades mencionadas se ha considerado que el bambú podría reemplazar al algodón. (Fuentes, 2016)

Además del su uso en calcetería tiene una amplia aplicación en productos como tejidos para muebles, sillas, mesas, instrumentos musicales, utensilios de cocina, productos para aseo, entre otros. (Ajala, 2018)

1.2. Marco Legal

1.2.1. Línea de Investigación de la Universidad Técnica del Norte

Art. 385.- El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

- a) Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
- b) Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
- c) Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir. (Ec Del Estado, 2015)

1.3. Marco Conceptual

1.3.1. La Calcetería en el Ecuador

Los calcetines tienen su origen en el neolítico, al igual que las botas. En siglos pasado eran conocidos como zapatos bajos o deslizadores, en la actualidad la Matriz Productiva de nuestro país Ecuador ha crecido en gran cantidad por la innovación en nuestros productos, por los emprendedores ya sean grandes o pequeños, entre otros factores de economía. Además, el cumplimiento de objetivos como la aplicación de sistemas de calidad en calcetería a nivel nacional por medio del implemento de normas, comercialización mediante socializaciones y el consumo de bienes y servicios teniendo en cuenta las indicaciones de cuidado del medio

ambiente logrando obtener la aprobación del Código Orgánico de la Producción y las normas INEN, brindando un producto o servicio de calidad.

Con ayuda de las diferentes aprobaciones, emprendimientos y productos, las Industrias Calceteras del Ecuador lograrán cumplir metas de competitividad gracias a la calidad de los artículos, generando mayor crecimiento en la economía del país, ya que las exportaciones del país pueden aumentar cada vez más. (Castillo, 2015)

1.3.2. Dinamómetro

Es un equipo de laboratorio usado para realizar mediciones de fuerzas, diseñado para precisión, eficacia y fácil de usar. Generalmente las pruebas de tracción son las más empleadas ya que se logra determinar la resistencia de un textil de diferentes materiales, siendo sometidos a tensión con velocidad constante hasta observar la rotura. El equipo cuenta con dos mordazas, una en cada extremo. Se mide la fuerza en newtons (N). Se aplica fuerza en sentido vertical o se realiza pruebas de tracción, elongación, entre otras. Algunas de las propiedades del equipo son resistencia a la tracción, alargamiento máximo, resistencia a la rotura, resistencia al estallido, entre otras. (James Heal, 2018)

Además, el dinamómetro tiene variedad de aplicaciones que abarca hilos, resistencia de costuras, telas de punto y de calada, cuerdas, juguetes, zapatos, partes de automóviles, etc. Cuenta con un programa avanzado llamado TestWise, dando la ventaja de realizar pruebas rápidas e inteligentes, su capacidad de medición es de 5 KN. (Quilo, 2023)

Figura 2.

Dinamómetro Titan 5



Fuente: (James Heal, 2018)

1.3.3. Resistencia al Estallido en Tejidos de Punto Calcetero

Un tejido calcetero debe tener excelente resistencia, ya que es una de las propiedades más importantes en las prendas de vestir y también para saber que uso es el adecuado según las características que posea.

La resistencia al estallido muestra el comportamiento de un tejido al ser sometido a fuerzas en todas las direcciones de su estructura aplicando presión de forma vertical sobre la muestra. Para el ensayo además del material textil, se toman consideraciones que pueden influir en los resultados, como el tipo de tejido puede ser liso, rizo y medio rizo, el tipo de acabado, la rigidez, la tensión, también los productos incluidos en el proceso de tintura, entre otros. (Uyanik, 2016)

Según estudios realizados el estallido se produce en los hilos más resistentes del tejido porque son menos elásticos, entonces llegan a su límite en poco tiempo y se rompen. Otros estudios afirman que el aumento de lycra en la composición de la prenda aumenta la resistencia de las muestras sometidas al ensayo. (Chowdhary, 2018)

1.3.4. Método de Bola de Acero Aplicado en Calcetería

El método consiste en aplicar presión con una bola de acero pulido de manera vertical en el tejido el cual está sujeto por abrazaderas circulares. Se realiza una prueba aplicando fuerza a velocidad constante sobre la muestra sujeta hasta observar el estallido.

Este método es adecuado para determinar la resistencia al estallido en textiles, está siendo usado por las industrias para obtener resultados de diferentes tejidos luego de los ensayos.

Los datos obtenidos a partir del Método con la norma ASTM D 3787, son analizados logrando determinar los resultados aceptables para generar una ficha del producto y poder realizar indicaciones de resistencia y además evitar desacuerdos entre vendedor-cliente y en ese caso de incertidumbre se puede hacer comprobaciones repitiendo el ensayo o con estadísticas registradas.

1.3.5. Tipos de Hilos Utilizados en la Industria Calcetera Ecuatoriana

Los materiales ideales para las industrias calceteras según un estudio realizado indica que las más utilizadas son lycra, poliéster, algodón, lana y sus respectivas mezclas. Se incluyen también fibras como acrílico, nylon, hilos texturizados de poliéster, elastano, entre otros. Los hilos se pueden encontrar en distintos títulos dependiendo de la necesidad. (Burga, 2022)

El uso del bambú también se ha generado recientemente y cuenta con aplicaciones en diversas áreas textiles una de ellas la calcetería. Se puede encontrar en gran parte del territorio ecuatoriano y tiene gran diversidad. Cuenta con las siguientes características:

- Su peso y resistencia es comparable con el acero.
- Es renovable.
- Es liviano.
- Tiene alta elasticidad y resistencia a la rotura.
- La resistencia a la tracción mayor que la del acero.

Figura 3.

Planta De Bambú



Fuente: (Usanakornkul, 2016)

La industria textil calcetera innova diariamente incluyendo más características en los productos, por ello las ventajas de uso de bambú en hilos para artículos son:

- Se considera una nueva opción de material textil.
- Da sensación de seco en la piel.
- Da una sensación térmica.
- No causa alergias, irritaciones.
- Protege la piel de rayos UV.
- Es capaz de absorber líquidos 200 veces más que el algodón. (Guaytarilla, 2021)

Figura 4.*Calcetín de bambú*

Fuente: (Salutex, 2019)

Las aplicaciones que se puede obtener con bambú son varias en diferentes campos como medicina, química, en industrias de juguetes, eléctricas, textiles, entre otras. En Ecuador se logra encontrar pisos laminados, artesanías, muebles, ropa, calcetines, etc. (Guaytarilla, 2021)

Los hilos de algodón 100% natural usados para calcetería brindan al producto propiedades demandadas por la mayoría de los clientes, las cuales son: comodidad, durabilidad, suavidad, bajo costo, hipoalergénico evitando las infecciones, alergias, etc., absorbe hasta 27 veces su peso en agua, siendo ideal para prendas como calcetines, toallas, etc. (Quitama, 2020)

Figura 5.*Calcetín de algodón*

Fuente: (Dilly, 2021)

El hilo de acrílico se utiliza en gran cantidad para la elaboración de calcetines, puede estar a diferente porcentaje de composición en mezclas con otro tipo de fibra ya sea natural o artificial. Su principal característica es que es cálido haciéndolo ideal para el invierno o climas fríos, además es elástico, suave, es poco inflamable, resistente a la luz solar, ideal para tejidos hipoalergénicos, entre otras.

Es menos costoso en comparación a hilos de otros materiales, por lo que resulta viable generar producción en grandes cantidades con esta fibra sintética. Su aplicación amplia da paso a productos como calcetines, alfombras, ropa, sombreros, entre otros artículos. (Castillo, 2015)

Figura 6.

Calcetines de acrílico



Fuente: (Dilly, 2021)

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipos de Investigación

2.1.1. *Investigación Analítica*

La investigación analítica implica el análisis de una recopilación de datos seleccionados para poder explicar, comprender y graficar. Una vez determinados los datos más relevantes se forman registros numéricos para la correcta evaluación de las muestras de calcetines que por la resistencia mostrada y el material de que se componen indican cantidades altas de resistencia.

2.1.2. *Investigación Experimental*

También llamada investigación explicativa, la cual consiste en observar los cambios que se suscitan y si influyen o causan cambios en otra variable que altere el proceso. Al realizarse un experimento se toma en cuenta características como la manipulación de la información y esta puede tener diferencias o las denominadas condiciones. Otra característica es el control que se tiene con la investigación, evitando que se den variables independientes y dependientes. (Godoy, 2018)

2.1.3. *Investigación Comparativa*

En la investigación comparativa se toman en cuenta los métodos para realizar estudios teóricos que ayudan a la determinación de datos relevantes, brindando una mejor comprensión y realizar la comparación de una variable o varias.

2.2. Normas

2.2.1. *Norma Para Prueba Estándar De Resistencia Al Estallido De Textiles D 3787 – 01, Método De Bola De Acero.*

La prueba de medición de resistencia al estallido por el método de bola es ideal para los textiles con alto grado de elongación. La fuerza se incrementa conforme se observe la extensión de la muestra.

Las unidades de medida que indican un estándar del ensayo son la pulgada – libra, por ellos los valores varían si se presentan en newtons, por lo que hay que brindar las explicaciones necesarios en caso de ser necesario a los clientes.

La práctica con esta norma tiene cierto grado de peligro, por ello la responsabilidad del usuario que la realiza es tener la seguridad, salud y manera adecuada de aplicarla para evitar accidentes.

Dentro del método se toman en cuenta las siguientes referencias:

- D 1776: Práctica para el acondicionamiento de textiles para pruebas.

Al empezar la prueba se observa que el espécimen este sujeto firmemente a las placas circulares iniciando la aplicación de fuerza mediante la bola de acero hasta observar rotura. Además, las muestras deben tener un tamaño homogéneo, para evitar que los resultados sean dispares. Hay la opción de guiarse de valores de datos ya establecidos logrando obtener un análisis más acertado. (ASTM, 2019)

El número de ejemplares necesitados para la prueba es flexible y puede ser acordado, ya que la norma lo indica así, sin embargo, depende del laboratorista y sus indicaciones. El tamaño de la muestra es un cuadrado de 125 mm x 125 mm o un círculo de 125 mm de diámetro. (ASTM, 2019)

Se acondicionan las muestras a una atmosfera con equilibrio entre humedad y temperatura como está indicado en la norma D 1776. Luego, se inicia la aplicación de fuerza con el equipo manteniendo una precisión de 0,5 N en cada espécimen e indicando la composición y grado de resistencia al estallido. (ASTM, 2019)

Tabla 1.

Diferencia crítica para la resistencia al estallido de los materiales indicados en libras

	Número de observaciones en cada promedio	Precisión de un solo operador	Precisión dentro de un laboratorio	Precisiones de operador y laboratorio
Un Material	5	5.9	5.9	10.5
	10	4.2	4.2	9.6
	15	3.4	3.4	9.3
	20	3.0	3.0	9.1
Multi Material	5	5.9	5.9	14.9
	10	4.2	4.2	14.3
	15	3.4	3.4	14.1
	20	3.0	3.0	13.9

Fuente: (ASTM, 2019)

Nota: Indica las diferencias al realizar pruebas en muestras de un material y mezclas.

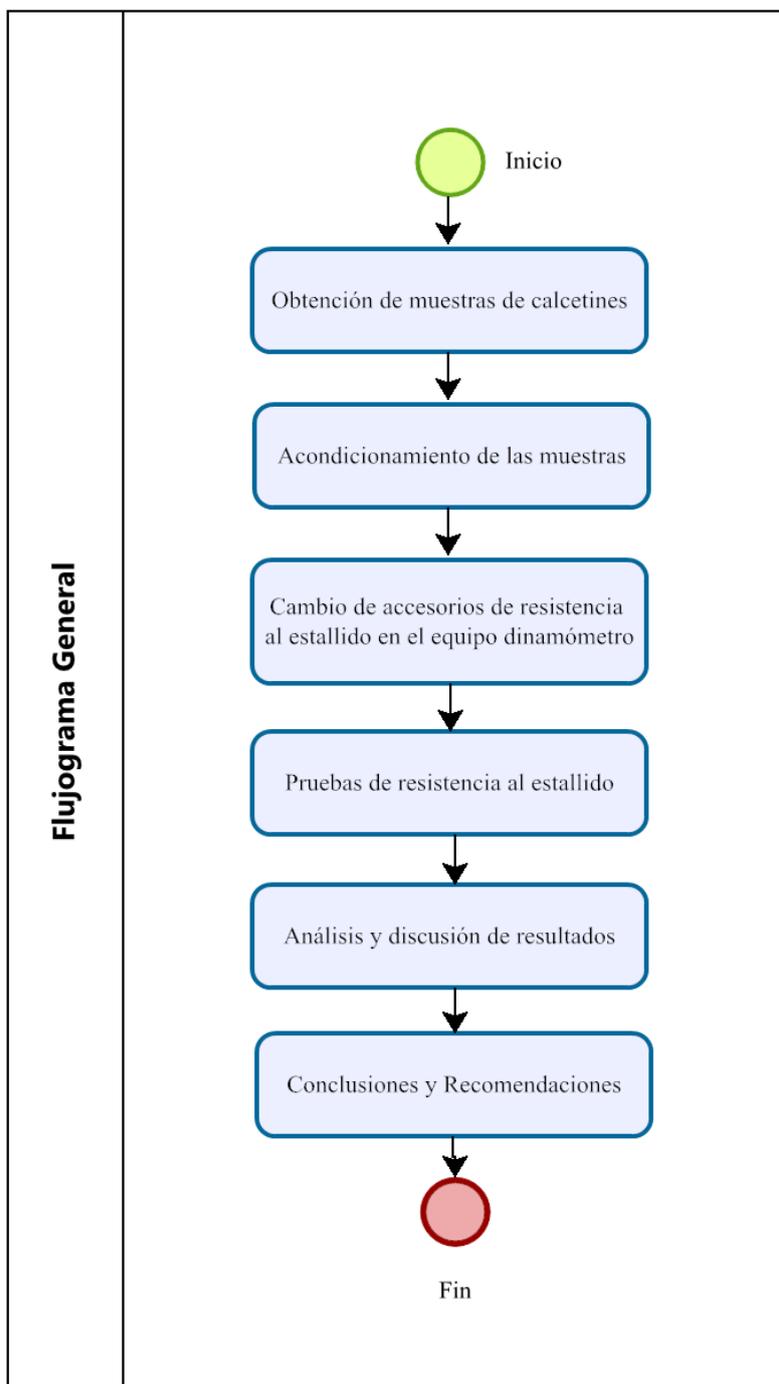
2.3. Flujogramas

2.3.1. Flujograma General

Para realizar la parte práctica del proyecto se indica el proceso a llevar a cabo mediante un diagrama de flujo, dando a conocer los pasos generales para realizar los ensayos de resistencia al estallido en calcetines de algodón 100%, acrílico 100% y bambú 100%.

Figura 7.

Flujograma general para pruebas de resistencia al estallido



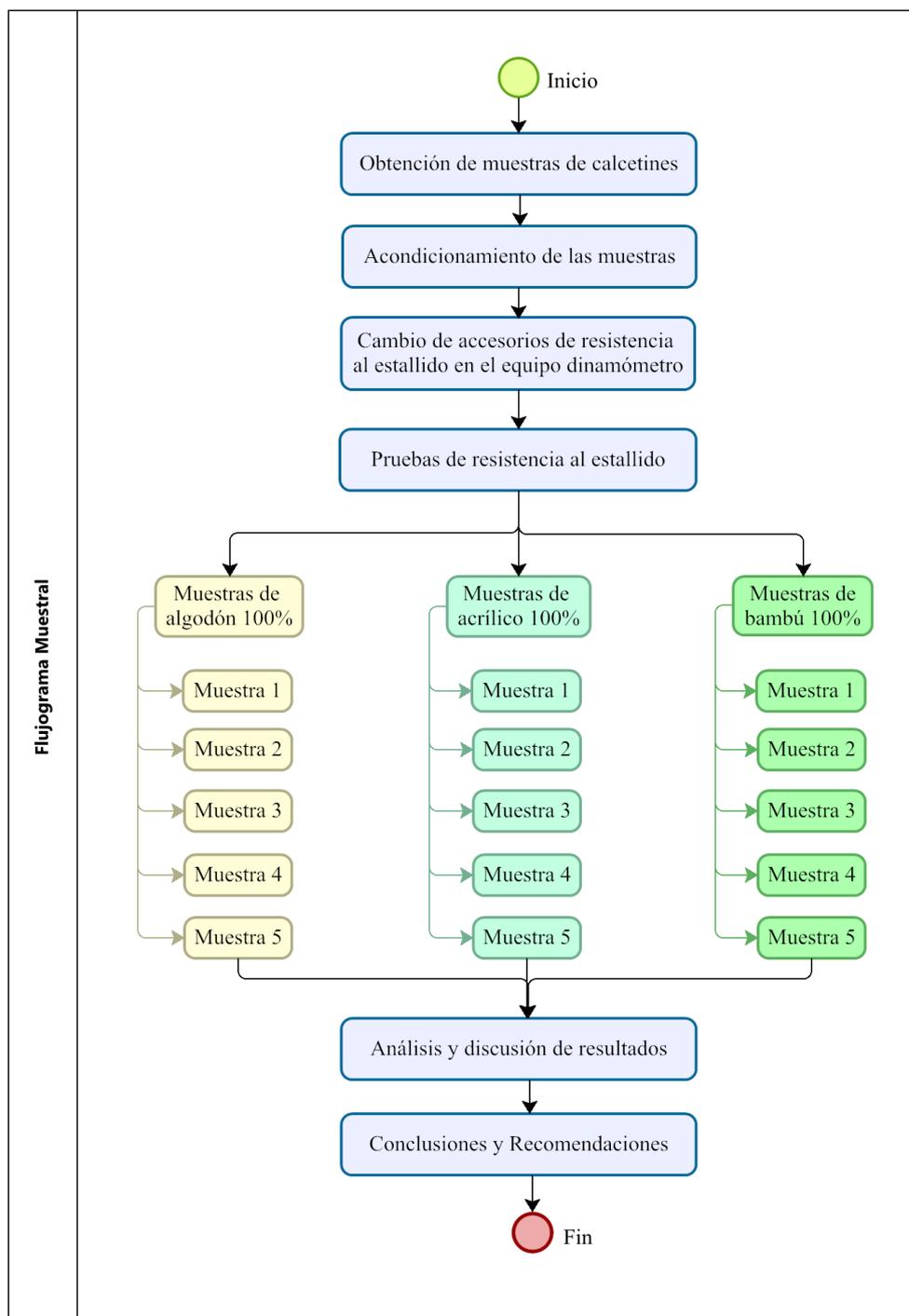
Fuente: El Autor

2.3.2. *Flujograma Muestral*

En las pruebas de resistencia al estallido se emplearon 5 muestras de calcetines de algodón, acrílico y bambú de cada material. En el siguiente flujograma se indica el procedimiento de ensayos que se realizó en cada uno de los especímenes de diferente composición.

Figura 8.

Flujograma muestral para pruebas de resistencia al estallido



Fuente: El Autor

2.4. Equipos y Materiales

2.4.1. *Parámetros y Variables*

Los parámetros son los indicados en la calibración de la máquina calcetera para la obtención de los calcetines y el equipo dinamómetro, como la distancia entre bola de acero y anillos.

Siguiendo la referencia del documento de la norma D 1776 Práctica estándar para acondicionar y ensayar textiles, se acondiciona las muestras según:

- El método de ensayo o especificaciones del cliente
- Las condiciones del laboratorio donde se realizan las pruebas de resistencia al estallido (Revuelta, 2019).

2.4.2. *Materiales*

Se realizó la correspondiente caracterización de los hilos usados para tejer los calcetines para realizar las pruebas de resistencia al estallido mostrados en las siguientes tablas:

Tabla 2.
Determinación del título de los hilos

Títulos			
Hilos	Longitud (metros)	Peso (gramos)	Título
Hilo de algodón	100 metros	2,9211	Ne 20/1
Hilo de acrílico	100 metros	2,8956	Ne 20/1 = Nm 1/35
Hilo de bambú	100 metros	3,0134	Ne 20/1

Fuente: El Autor

Tabla 3.
Determinación de la torsión de los hilos

Torsiones por metro	
Hilo de algodón	357,00 tpm
Hilo de acrílico	348,20 tpm
Hilo de bambú	516,14 tpm

Fuente: El Autor

Tabla 4.*Ensayo Pirognóstico de los hilos*

Ensayo Pirognóstico		
Hilos	Descripción	Fotografía
Hilo de algodón	<ul style="list-style-type: none"> - No se funde ni se encoje - Arde rápido, llama amarilla - Sigue ardiendo sin fusión - Humo color gris - Olor a papel quemado - Ceniza gris, ligera y suave 	
Hilo de acrílico	<ul style="list-style-type: none"> - Se funde alejándose de la llama - Arde fundiéndose, llama luminosa - Humo color negro - Olor acre, desagradable - Ceniza negra, gomosa, forma esferoidal 	
Hilo de bambú	<ul style="list-style-type: none"> - No se funde ni se encoje - Arde rápido - Humo color gris - Olor a papel quemado - Ceniza gris, ligera y suave 	

Fuente: El Autor

Nota: Las fibras de origen vegetal tienen el olor característico de papel quemado al ser sometidos a la llama y las fibras sintéticas emiten olor a plástico con diferentes características observadas luego de ser quemadas.

Tabla 5.*Hilos vistos a través del microscopio*

Vista de hilos través del microscopio	
Hilos	Vista a través del microscopio
Hilo de algodón	
Hilo de acrílico	
Hilo de bambú	

Fuente: El Autor

Tabla 6.*Materiales de las muestras*

Calcetines	Calcetines de algodón 100%
	Calcetines de acrílico 100%
	Calcetines de bambú 100%

Fuente: El Autor

2.4.2.1. Calcetines de Algodón.

Tabla 7.

Descripción de calcetín de algodón 100%

Características del calcetín			
			
Material	Hilo de fondo	Algodón 100%, 20/1 Ne	
	Hilo de vanizado	Lycra 75 dtex	
Densidad	Liso	Columnas: 25	Pasadas: 46
	Rizo	Columnas: 24	Pasadas: 48
Tipo de tejido	De punto calcetero		
Talla	10-12		
Tamaño	Tobillero		
Estructura	Medio rizo		
Ligamento	Jersey		

Fuente: El Autor

2.4.2.2. Calcetines de Acrílico.

Tabla 8.

Descripción de calcetín de acrílico 100%

Características del calcetín			
			

Características del calcetín			
Material	Hilo de fondo	Acrílico 100%, 20/1 Ne o 1/35 Nm	
	Hilo de vanizado	Lycra 75 dtex	
Densidad	Liso	Columnas: 22	Pasadas: 31
	Rizo	Columnas: 21	Pasadas: 42
Tipo de tejido	De punto calcetero		
Talla	10-12		
Tamaño	Tobillero		
Estructura	Medio rizo		
Ligamento	Jersey		

Fuente: El Autor

2.4.2.3. Calcetines de Bambú.

Tabla 9.

Descripción de calcetín de bambú 100%

Características del calcetín			
			
Material	Hilo de fondo	Bambú 100%, 20/1 Ne	
	Hilo de vanizado	Lycra 75 dtex	
Densidad	Liso	Columnas: 24	Pasadas: 48
	Rizo	Columnas: 25	Pasadas: 46
Tipo de tejido	De punto calcetero		
Talla	10-12		
Tamaño	Tobillero		
Estructura	Medio rizo		
Ligamento	Jersey		

Fuente: El Autor

2.4.3. Equipos

Para la obtención de las muestras de calcetines de algodón, acrílico y bambú, se usó la máquina calcetera y para las pruebas de resistencia al estallido se utilizó el equipo dinamómetro, detalladas sus características a continuación.

2.4.3.1. Máquina Calcetera.

Información de la máquina calcetera detallada en la siguiente tabla:

Tabla 10.

Descripción de la máquina calcetera

ITEM	DESCRIPCIÓN
Marca comercial	WEIHUAN
Modelo	WH-B
Numero de agujas	144 agujas
Diámetro	3 ¾ pulgadas
Velocidad	250-280 rpm
Peso	300 kg

Fuente: (ZHEJIANG WEIHUAN MACHINERY CO., LTD)

Figura 9.

Máquina calcetera



Fuente: (ZHEJIANG WEIHUAN MACHINERY CO., LTD)

2.4.3.2. Dinamómetro Titan 5.

Información del equipo de laboratorio dinamómetro detallada en la siguiente tabla:

Tabla 11.

Descripción del equipo dinamómetro

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Marca comercial	James Heal
Modelo	1410
Peso	82 kg
Presión de aire comprimido	7-10 bar
Sistema operativo de la computadora	Windows 10
Software	Programa TestWise

Fuente: (James Heal, 2018)

Figura 10.

Dinamómetro Titan 5



Fuente: (James Heal, 2018)

2.5. Procedimiento

Se indican los pasos que fueron realizados y seguidos para la obtención de los especímenes y practicar adecuadamente las pruebas de resistencia al estallido en calcetines según indica la norma ASTM D 3787 - 01:

a) Obtención de muestras

Se tejieron los calcetines en la máquina calcetera. Para el ensayo se requieren 5 especímenes de cada material por las indicaciones de la norma D 3787 -01. Se tomó en cuenta que puede haber problemas como pruebas erróneas, fallas en el tejido, entre otras, por ello se tejió el doble de la cantidad de muestras necesarias.

b) Acondicionamiento de las muestras

De acuerdo con las condiciones del laboratorio de la Carrera de Textiles se realizó el acondicionamiento de las muestras de calcetines. A una temperatura de 21°C , $\pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de 65% , $\pm 5\%$.

c) Pruebas de resistencia al estallido

Se colocan los accesorios para medir la resistencia al estallido, luego las muestras de calcetines son colocadas y sujetadas por los anillos para luego iniciar con las pruebas.

2.6. Pruebas de Laboratorio**2.6.1. Pruebas de Resistencia al Estallido de Textiles**

El procedimiento indicado por la norma ASTM D 3787 – 01, son las siguientes:

- a. Se realiza el correspondiente acondicionamiento de las muestras.
- b. Se coloca y sujeta el espécimen entre las placas circulares.
- c. Se aplica fuerza a velocidad constante con la bola de acero a una precisión de resistencia al estallido registrada con 0,5 N hasta observar la rotura del tejido.

El informe luego de realizar las pruebas debe contener la información de resistencia al estallido de cada una de las muestras y del promedio de 5 especímenes de cada material textil, es decir, de algodón, acrílico y bambú. Se puede realizar un análisis observando los datos indicados en la **Tabla 1**. (ASTM, 2019)

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizados los ensayos de resistencia al estallido en calcetines de algodón, acrílico y bambú con el equipo dinamómetro Titan 5. Los resultados obtenidos se tabularon y analizaron acorde a los requerimientos de este estudio.

3.1. Resultados

3.1.1. Resultados de las Pruebas al Estallido en Calcetines de Algodón

A continuación, en la **Tabla 12** se indican los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a los calcetines de algodón, donde se observa la media, el mínimo y máximo, el rango, la mediana, la desviación típica, los límites de confianza y el coeficiente de variación de la fuerza máxima, extensión y tiempo de rotura determinados por el programa del equipo dinamómetro luego de los ensayos mismos que alimentan la base de datos para un posterior análisis.

Tabla 12.
Resultados de calcetines de algodón

Resultados				
Probeta	Fuerza máxima (N)	Extensión (mm)	Tiempo de rotura (s)	
1	221,98	64,53	0:12	
2	243,15	57,9	0:11	
3	220,81	63,56	0:12	
4	222,59	55,88	0:11	
5	207,85	66,09	0:13	
Media	223,28	61,59	0:12	
Min	207,85	55,88	0:11	
Max	243,15	66,09	0:13	
Rango	35,3	10,22	0:02	
Mediana	221,98	63,56	0:12	
Desviación típica	12,66	4,45	0:00	
Límites de confianza	±15,70	±5,51	±00:01	
Coeficiente de Variación	5,67%	7,22%	7,06%	

Fuente: El Autor

3.1.2. Resultados de Pruebas al Estallido en Calcetines de Acrílico

Se presentan los resultados obtenidos de los calcetines de acrílico en la siguiente tabla, indicando los datos necesarios como la fuerza máxima, extensión y tiempo de rotura, adecuados para el análisis de las muestras sometidas al ensayo de resistencia al estallido.

Tabla 13.
Resultado de calcetines de acrílico

Resultados				
Probeta	Fuerza máxima (N)	Extensión (mm)	Tiempo de rotura (s)	
	1	230,42	48,99	0:09
	2	234,34	50,56	0:10
	3	234,01	48,68	0:09
	4	217,14	49,02	0:09
	5	226,04	48,54	0:09
Media		228,39	49,16	0:09
Min		217,14	48,54	0:09
Max		234,34	50,56	0:10
Rango		17,2	2,02	0:00
Mediana		230,42	48,99	0:09
Desviación típica		7,13	0,8115	0:00
Limites de confianza	±8,84		±1,01	±00:00
Coefficiente de Variación		3,12%	1,65%	2,07%

Fuente: El Autor

3.1.3. *Resultados de Pruebas al Estallido en Calcetines de Bambú*

Se obtuvo los siguientes datos de fuerzas máxima, extensión y tiempo de rotura, indicados en la tabla de las pruebas de resistencia al estallido realizadas en las muestras de calcetines de bambú.

Tabla 14.
Resultados de calcetines de bambú

Resultados				
Probeta	Fuerza máxima (N)	Extensión (mm)	Tiempo de rotura (s)	
	1	233,79	63,14	0:12
	2	231,67	69,63	0:14
	3	193,93	69,9	0:14
	4	224,31	72,71	0:14
	5	216,1	63,56	0:12
Media		219,96	67,79	0:13
Rango		39,86	9,57	0:01
Mediana		224,31	69,63	0:14
Desviación típica		16,12	4,23	0:00
Limites de confianza	±19,99		±5,24	±00:00
Coefficiente de Variación		7,33%	6,24%	5,94%

Fuente: El Autor

3.1.4. Tablas Generales de Resultados

Las siguientes tablas indican los datos reunidos de la fuerza máxima, extensión y tiempo de rotura obtenidos del programa TestWise que trabaja con el equipo dinamómetro para mostrar los resultados de los ensayos de resistencia al estallido en calcetines de algodón, acrílico y bambú.

En la **Tabla 15** se observa que las muestras de acrílico demuestran una fuerza máxima de 228,39 N siendo mayor que las probetas de algodón y bambú.

Tabla 15.
Tabla general de la fuerza máxima

FUERZA MÁXIMA (N)			
PROBETAS	MUESTRAS CO	MUESTRAS PAC	MUESTRAS BB
1	221,98	230,42	233,79
2	243,15	234,34	231,67
3	220,81	234,01	193,93
4	222,59	217,14	224,31
5	207,85	226,04	216,1
MEDIA	223,28	228,39	219,96

Fuente: El Autor

Nota: Abreviaturas corresponden a Newtons (N), Algodón (Co), Acrílico (Pac), Bambú (Bb).

La **Tabla 16** indica que la extensión de las muestras de bambú con 67,79 mm se extendió más que los calcetines de algodón y acrílico.

Tabla 16.
Tabla general de la extensión

EXTENSIÓN (mm)			
PROBETAS	MUESTRAS CO	MUESTRAS PAC	MUESTRAS BB
1	64,53	48,99	63,14
2	57,9	50,56	69,63
3	63,56	48,68	69,9
4	55,88	49,02	72,71
5	66,09	48,54	63,56
MEDIA	61,59	49,16	67,79

Fuente: El Autor

Nota: Abreviaturas corresponden a Milímetros (mm), Algodón (Co), Acrílico (Pac), Bambú (Bb).

Los tiempos de rotura de los calcetines se indican en la **Tabla 17**, observando que las muestras de bambú con 0:13 segundos, se demoraron más tiempo en estallar.

Tabla 17.
Tabla general del tiempo de rotura

TIEMPO DE ROTURA (s)			
PROBETAS	MUESTRAS CO	MUESTRAS PAC	MUESTRAS BB
1	0:12	0:09	0:12
2	0:11	0:10	0:14
3	0:12	0:09	0:14
4	0:11	0:09	0:14
5	0:13	0:09	0:12
MEDIA	0:12	0:09	0:13

Fuente: El Autor

Nota: Abreviaturas corresponden a Segundos (s), Algodón (Co), Acrílico (Pac), Bambú (Bb).

3.2. Análisis de Resultados

3.2.1. Análisis de Varianza

La varianza se logra determinar con los valores individuales que se diferencian de la media de un grupo de datos. Además, indica si el rango de valores es amplio o estrecho y con ello se conoce la distribución generada en los datos. Entonces se entiende que, si la varianza es mayor, la dispersión en resultados será mayor. (Guerrero, 2023)

Para mejor comprensión se indica que los valores que se obtienen a través del programa se representan y definen de la siguiente manera:

- **N:** número de muestras
- **Min:** valor mínimo que alcanzan las muestras
- **Max:** valor máximo que alcanzan las muestras
- **Mean:** media de los valores obtenido de las muestras
- **Std. Error:** error estándar del valor de la media
- **Variance:** varianza de las muestras
- **Stand. Dev:** desviación estándar
- **Coeff. Var:** coeficiente de variación

La varianza de las pruebas de resistencia al estallido se obtuvo a través del programa estadístico Past 4, lo cual se observa en la **Figura II**, esto permite realizar de mejor manera la comparación de fuerza máxima entre los calcetines de diferente composición.

Figura 11.*Varianza de la Fuerza Máxima*

	ALGODÓN	ACRÍLICO	BAMBÚ
N	5	5	5
Min	207,85	217,14	193,93
Max	243,15	234,34	233,79
Sum	1116,38	1141,95	1099,8
Mean	223,276	228,39	219,96
Std. error	5,662017	3,187419	7,210326
Variance	160,2922	50,7982	259,944
Stand. dev	12,66065	7,127286	16,12278
Median	221,98	230,42	224,31
25 prcntil	214,33	221,59	205,015
75 prcntil	232,87	234,175	232,73
Skewness	0,8544095	-1,197213	-1,32835
Kurtosis	2,346534	0,8726806	1,528062
Geom. mean	222,9937	228,2996	219,4668
Coeff. var	5,670406	3,120664	7,329869

Fuente: El Autor

Los resultados de la varianza de la extensión de las muestras de calcetines se obtuvieron a través de programa estadístico Past 4, los cuales se indican en la **Figura 12** para mejor comprensión y comparación de probetas de los tres materiales.

Figura 12.*Varianza de la Extensión*

	ALGODÓN	ACRÍLICO	BAMBÚ
N	5	5	5
Min	55,88	48,54	63,14
Max	66,09	50,56	72,71
Sum	307,96	245,79	338,94
Mean	61,592	49,158	67,788
Std. error	1,987394	0,3621657	1,891553
Variance	19,74867	0,65582	17,88987
Stand. dev	4,443948	0,8098271	4,229642
Median	63,56	48,99	69,63
25 prcntil	56,89	48,61	63,35
75 prcntil	65,31	49,79	71,305
Skewness	-0,5350843	1,885363	-0,2262265
Kurtosis	-2,393858	3,807808	-2,514129
Geom. mean	61,46151	49,15273	67,6817
Coeff. var	7,215138	1,647396	6,239514

Fuente: El Autor

Las **Figura 11** y **Figura 12** indican los resultados obtenidos luego de realizar el análisis de la varianza de los ensayos de resistencia al estallido.

Los resultados de varianza de la fuerza máxima permiten determinar que los calcetines de acrílico resistieron 234,17 N en comparación con las muestras de algodón que soportaron 232,87 N y bambú que toleraron 232,73 N. Los datos mencionados dan a entender que las probetas de acrílico son más resistentes.

En la varianza de la extensión se observa que los calcetines de bambú se extendieron 71,30 mm, con respecto a las muestras de algodón 65,31 mm y las de acrílico 49,79 mm, lo que da a entender que las probetas de bambú demuestran mayor extensión.

3.2.2. Normalidad de Datos

La normalidad calcula que los datos analizados pertenezcan a una población normal, mediante la hipótesis nula; donde los datos no presentan una amplia diferencia y la hipótesis alternativa; en la cual al menos un valor muestra diferencia. Para comprobar la probabilidad, se tiene que si $p > 0,05$ los valores son normales, pero si $p < 0,05$ los valores no son normales.

La normalidad mostrada por Jarque-Bera indica que si los datos no muestran simetría y curtosis se distribuyen normalmente. Los valores cercanos a cero indican que los valores se distribuyen adecuadamente y si estos se alejan del cero obligan a rechazar la hipótesis nula.

La **Figura 13** muestra los resultados de normalidad de la fuerza máxima, se tomó en cuenta la prueba de Jarque-Bera donde se indica que $p(\text{normal})$ es $> 0,05$, obteniendo confiabilidad de 95% de los ensayos de resistencia al estallido de cada uno de los materiales textiles.

Figura 13.

Normalidad de la Fuerza Máxima

	ALGODÓN	ACRÍLICO	BAMBÚ
N	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,8902	0,8778	0,8801
p(normal)	0,3583	0,2996	0,3097
Anderson-Darling A	0,4298	0,3469	0,35
p(normal)	0,1729	0,3078	0,3013
p(Monte Carlo)	0,187	0,3474	0,3504
Lilliefors L	0,3216	0,2121	0,2063
p(normal)	0,09027	0,6514	0,6926
p(Monte Carlo)	0,0996	0,6639	0,7184
Jarque-Bera JB	0,3094	0,6648	0,7413
p(normal)	0,8567	0,7172	0,6903
p(Monte Carlo)	0,8421	0,2747	0,1926

Fuente: El Autor

La **Figura 14** indica los resultados de normalidad de la extensión, la prueba de Jarque-Bera indica que $p(\text{normal}) > 0,05$, obteniendo una confiabilidad de 95% de las pruebas de resistencia al estallido de cada material textil.

Figura 14.

Normalidad de la Extensión

	ALGODÓN	ACRÍLICO	BAMBÚ
N	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,8903	0,7737	0,8701
p(normal)	0,3586	0,0486	0,2669
Anderson-Darling A	0,3443	0,6175	0,3922
p(normal)	0,3133	0,04656	0,2254
p(Monte Carlo)	0,3544	0,0414	0,2484
Lilliefors L	0,2711	0,3677	0,2684
p(normal)	0,269	0,02699	0,2827
p(Monte Carlo)	0,2856	0,026	0,2895
Jarque-Bera JB	0,6397	1,333	0,5717
p(normal)	0,7263	0,5134	0,7514
p(Monte Carlo)	0,313	0,0358	0,4383

Fuente: El Autor

La interpretación de los valores de distribución normal se deduce de la siguiente manera: si $(p > 0,05)$ son normales y si $(p < 0,05)$ no se distribuyen normalmente.

3.2.3. Discusión De Resultados

Para discusión de resultados se realizaron los análisis estadísticos pertinentes usando los programas Past 4 y Excel, utilizando los datos de fuerza máxima, extensión y tiempo de rotura de las muestras de algodón, acrílico y bambú indicados en la **Tabla 15**, **Tabla 16** y **Tabla 17** las cuales fueron obtenidas del programa TestWise que trabaja con el equipo dinamómetro Titan 5 en el cual se realizaron las pruebas de resistencia al estallido.

Los siguientes gráficos estadísticos brindan una mejor comprensión de los resultados:

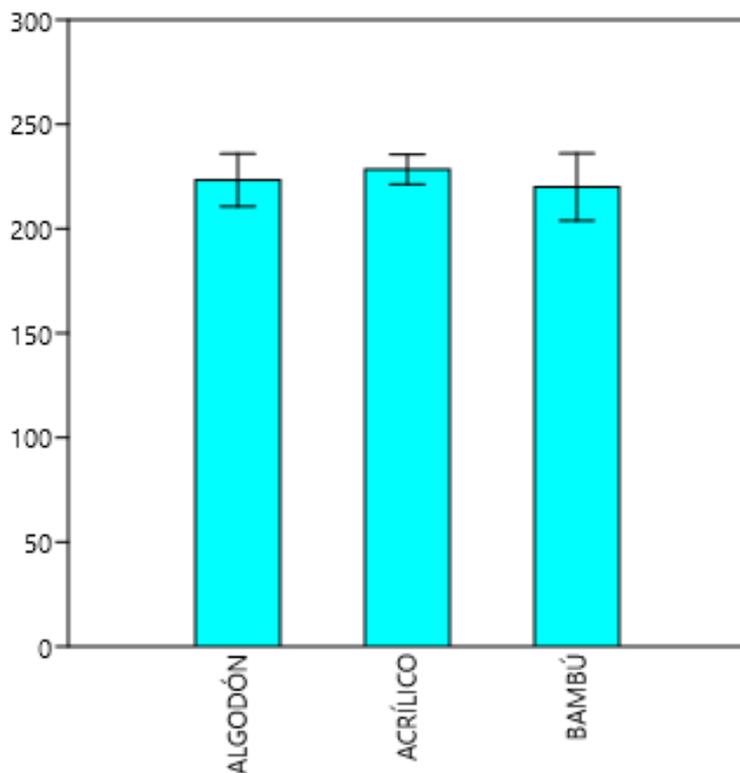
- Box Plot

La **Figura 15** indica los valores obtenidos de fuerza máxima en Newtons en la **Tabla 15**, se observa que la barra de las muestras de acrílico tiene mayor altura, en comparación a las

probetas de algodón y bambú, lo que da a entender que los calcetines de acrílico mostraron más resistencia al estallido por lo que requieren de más fuerza para provocar el estallido.

Figura 15.

Box Plot, Fuerza máxima



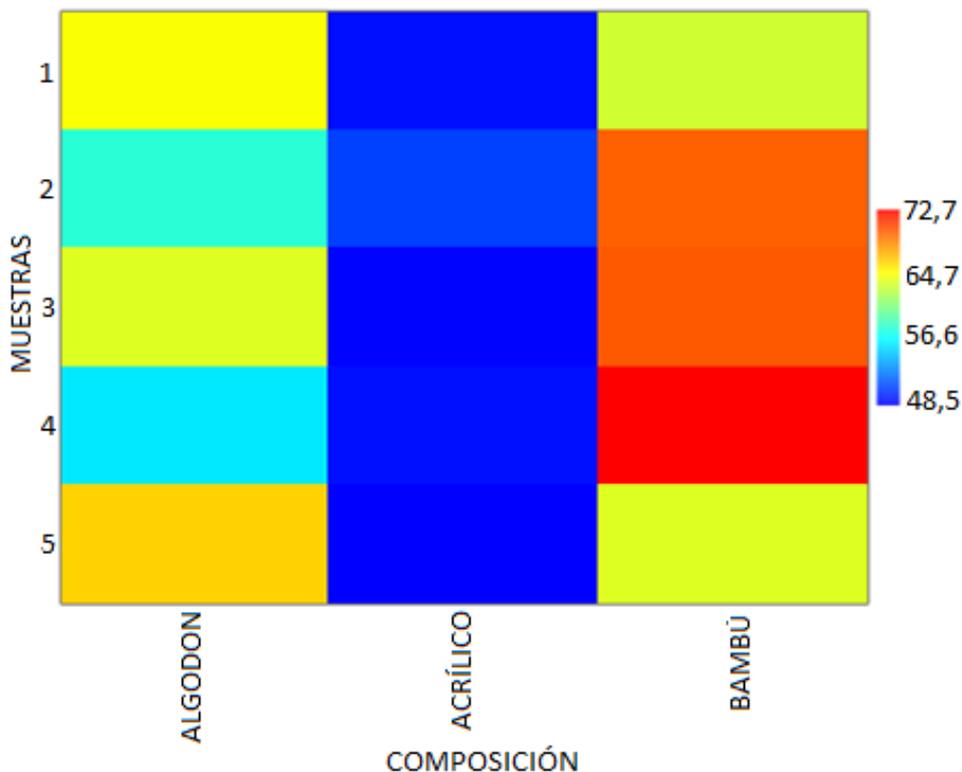
Fuente: El Autor

- Matrix Plot

El gráfico matrix plot se muestra como una escala de color, la cual indica que el valor más alto se torna de color rojo y el valor más bajo de tonalidades de azul, mostrando diferentes tonalidades según la variación de los datos.

La **Figura 16** indica la extensión máxima y mínima de las muestras de los tres materiales textiles. Luego de las pruebas resistencia al estallido se obtuvieron datos con variaciones desde 48,5 mm a 72,7 mm. Se consideró que las probetas con mayor extensión son las de bambú, y se observa que en la figura se tornan de colores amarillo, naranja y rojo los cuales representan los valores más altos.

Figura 16.
Matrix Plot, Extensión



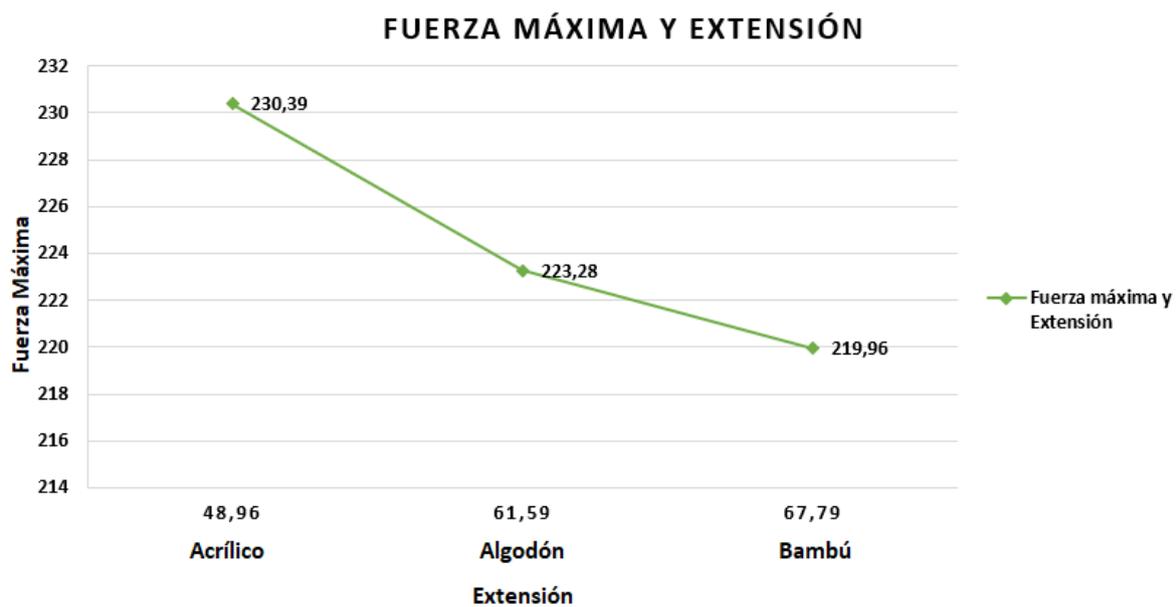
Fuente: El Autor

- Gráfico de líneas o de áreas

El gráfico de líneas muestra la tendencia o los cambios que se dan en una serie de puntos de datos que se conectan por líneas rectas.

La **Figura 17** muestra los datos obtenidos de las pruebas de resistencia al estallido, en el cual la fuerza máxima se representa en el eje Y en newtons desde 214 N a 232 N y en el eje X donde se indica la extensión en milímetros que se generó en las probetas durante el ensayo que va desde 48,96 mm a 67,79 mm, los cuales son la media de los parámetros más importantes del ensayo. La línea verde observada en la figura señala los valores exactos de la fuerza máxima (N) de cada material textil y en el eje X se observa la composición y los valores de extensión (mm). En el inicio de la gráfica se identifica la media de las muestras de acrílico, ya que resistieron más fuerza, pero se extendieron menos. En el caso de las probetas de algodón la resistencia fue menor pero la extensión aumento. Y en los especímenes de bambú se genera más extensión, pero resistieron menos que los dos materiales anteriores.

Figura 17.
Fuerza máxima y Extensión



Fuente: El Autor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La presente investigación se desarrolló de acuerdo con las condiciones indicadas por los equipos de laboratorio y norma establecida para las pruebas de resistencia al estallido de los calcetines de algodón, acrílico y bambú, se determinan siguientes conclusiones:

- La fundamentación teórica de esta investigación se sustentó en estudios previos realizados en libros, tesis y artículos científicos, los cuales contenían información acerca del ensayo de resistencia al estallido en tejidos de punto para estructurar la parte teórica del estudio.
- Utilizando hilos de algodón Ne 20/1, acrílico Nm 1/35 y bambú Ne 20/1, se fabricó los calcetines en la máquina calcetera WEIHUAN WH-B de 3 ¾ de diámetro y 144 agujas, realizando la calibración, enhebrado, tomando en cuenta los parámetros de tejeduría calcetera acorde al fabricante, obteniendo una docena de muestras de algodón, acrílico y bambú de talla 10-12, con características similares como el título de hilo, densidad similar de las columnas y pasadas tanto en el tejido liso como en el tejido rizo del calcetín para el correcto análisis comparativo de resistencia al estallido entre las probetas de diferente material.
- Las pruebas de resistencia al estallido de calcetines deportivos se realizaron en el laboratorio de la Planta Académica de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte con el equipo dinamómetro el cual cuenta con el programa TestWise el cual facilita la obtención de datos necesarios para comparar y según las indicaciones y parámetros de la norma ASTM D 3787 – 01, se realizó la calibración del equipo, las muestras se acondicionaron y cortaron adecuadamente para ser colocadas en los accesorios usados y ejecutar correctamente el ensayo.
- Los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia al estallido según la norma ASTM D 3787-01 realizadas a las muestras de diferente material obteniendo datos de fuerza máxima indicados en la **Tabla 15** donde se observa que los calcetines de acrílico son más resistentes con 228,39 N por ser una fibra sintética y de tipo de hilo HB el cual tiene una estructura con puntos de aire, seguido de las muestras algodón con 223,28 N y las probetas de bambú con 219,96 N las cuales son menos resistentes. También se midió la extensión de los calcetines lo cual se indica en valores en la **Tabla 16**, donde se observa que las probetas de bambú tienen 69,79 mm de extensión en 13 segundos, en comparación con las muestras de algodón con 61,69 mm en 12 segundos y los

especímenes de acrílico con 49,16 mm en 9 segundos los cuales se extendieron menos que los dos materiales anteriores, pero siendo estas muestras más resistentes.

Recomendaciones

- Para llevar a cabo una investigación que incluya una parte práctica, es necesario analizar si se dispone de la normativa adecuada que establezca los parámetros e indicaciones necesarios para realizar el estudio, así como contar con el equipo óptimo para llevar a cabo los ensayos planteados y completar la tesis o artículo.
- Es importante tomar en cuenta si los materiales a utilizar en la investigación sean de fácil adquisición, si el tiempo de entrega es adecuado, si la calidad de procedencia es buena, entre otras características que eviten contratiempos en el desarrollo del estudio.
- Se recomienda seguir los parámetros de fabricación de calcetines según el fabricante de la maquinaria y materiales textiles y también las indicaciones de la norma ASTM D 3787 - 01 para la correcta realización de las pruebas de resistencia al estallido.
- Se recomienda realizar las pruebas de resistencia al estallido con probetas de características similares como los títulos de hilo y densidad del tejido para que los datos obtenidos del ensayo permitan realizar una justa comparación.
- Colocar correctamente las muestras en las placas circulares ranuradas y ajustar las probetas entre las mordazas adecuadamente para evitar que se deslicen y se generen lecturas erróneas de los parámetros medidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ajala, J. (2018). Aplicación Del Zumo De Bambú En Medias Casuales Para Efectos Antibacterianos.

[Http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/7929/1/04%20it%20224%20trabajo%20de%20grado.Pdf](http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/7929/1/04%20it%20224%20trabajo%20de%20grado.Pdf)

Angamarca, M. (2022). Reacondicionamiento, Reparación Y Puesta En Funcionamiento De Una.

- [Http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/12150/2/04%20it%20293%20trabajo%20grado.Pdf](http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/12150/2/04%20it%20293%20trabajo%20grado.Pdf)
- Arroyo, J. (2015). Implementación De Un Laboratorio De Control De Calidad De Materias Primas. [Http://Industrial.Unmsm.Edu.Pe/Investigacionfii/Wp-Content/Uploads/2017/10/In-Extenso-Sin-Sin-2015-Arroyo.Pdf](http://Industrial.Unmsm.Edu.Pe/Investigacionfii/Wp-Content/Uploads/2017/10/In-Extenso-Sin-Sin-2015-Arroyo.Pdf)
- Astm. (2019). Método De Prueba Estándar Para La Resistencia Al Estallido De Textiles: Prueba De Estallido De Bola. [Https://Worldwidestandard.Net/Wp-Content/Uploads/2019/07/D-3787.Pdf](https://Worldwidestandard.Net/Wp-Content/Uploads/2019/07/D-3787.Pdf)
- Benavides, K. (2017). Acabado Antibacterial En Calcetines De Acrilico Con Triclosàn. [Http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/6615/1/04%20it%20192%20trabajo%20de%20grado.Pdf](http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/6615/1/04%20it%20192%20trabajo%20de%20grado.Pdf)
- Burga, C. (2022). Comparación De La Resistencia A La Abrasión De Los Calcetines De Trabajo 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 Nomra Iso 12947-2. [Http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/13458/2/02%20it%20314%20trabajo%20de%20grado.Pdf](http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/13458/2/02%20it%20314%20trabajo%20de%20grado.Pdf)
- Carlosama, A. (2023). *Evaluación De La Resistencia A La Llama De Un Acabado Con Borax En Calcetines 100% Algodon Para Trabajo, Por El Metodo De Pulverizado*. [Http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/13547/2/04%20it%20321%20trabajo%20de%20grado.Pdf](http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/13547/2/04%20it%20321%20trabajo%20de%20grado.Pdf)
- Carrera, E. (2015). Principales Ensayos Fisicos Para Evaluar La Calidad De Los Tejidos Textiles. [Https://Core.Ac.Uk/Download/Pdf/41821554.Pdf](https://Core.Ac.Uk/Download/Pdf/41821554.Pdf)
- Castillo, A. (2015). Proyecto De Factibilidad Para La Creación De Una Empresa Productora Y Comercializadora De Medias Para Damas, En La Ciudad De Loja. [Https://Dspace.Unl.Edu.Ec/Jspui/Bitstream/123456789/10652/1/Tesis%20final.Pdf](https://Dspace.Unl.Edu.Ec/Jspui/Bitstream/123456789/10652/1/Tesis%20final.Pdf)
- Chowdhary, U. (7 De 2 De 2018). Resistencia Al Estallido Y Extensión Para Jersey. [Https://Crimsonpublishers.Com/Tteft/Pdf/Tteft.000506.Pdf](https://Crimsonpublishers.Com/Tteft/Pdf/Tteft.000506.Pdf)
- Ciobanu, A. R. (2016). Análisis Comparativo De La Resistencia Al Estallido De Tejidos Sándwich De Punto.

- Cortez, E. (2018). Caracterización De Tejido De Punto Inglés E Italiano Mediante Pruebas De. <https://www.esfm.ipn.mx/assets/files/esfm/docs/rnafm/articulos-2020/xxvrnafm026.pdf>
- Degirmenci. (2016). Relación Entre Las Propiedades De Extensión Y Resistencia Al Estallido De Los Tejidos De Punto De Mezclilla De Fibras Celulósicas.
- Dilly, L. (2021). Calcetines. <https://www.rei.com/learn/expert-advice/socks.html>
- Ec Del Estado. (2015). https://www.ecuadorencifras.gob.ec/lotaip/2017/diju/octubre/la2_oct_diju_constitucion.pdf
- El-Hady, R. A. (2014). Nvestigación De Las Propiedades Térmicas Y El Comportamiento Antimicrobiano De Los Calcetines Tejidos Con Hilos Conductores. <https://scialert.net/fulltext/?doi=ajt.2014.1.17>
- Farinango. (2017). Estudio Comparativo De Las Propiedades Obtenidas En Camisetas Deportivas, Calceteria, Prendas De Bebè Y Productos Para Limpieza, Elaborados Con Microfilamentos De Polièster Y Algodòn. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7203/1/04%20it%20202%20trabajo%20de%20grado.pdf>
- Fuentes, I. (1 De 2016). El Bambú, Innovación En El Sector Textil Peruano. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/618276/Tarazona_YI.pdf?sequence=1
- Godoy, C. (2018). *Tipos De Investigación*. <https://tesisdeceroa100.com/conoce-todo-sobre-los-tipos-de-investigacion/>
- Google Maps. (2023). Ubicación De Laboratorio Ctex. www.googlemaps.com
- Guaytarilla, M. D. (2021). Desarrollo De Laminados A Escala De Laboratorio Utilizando Celulosa De Bambú Y Polímeros Naturales. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11204/2/04%20it%20290%20trabajo%20grado.pdf>
- Guerrero, C. (2023). Análisis De Las Propiedades Antibacterianas De Un Acabado A Base De Bórax Por El Método De Impregnación Sobre Gabardina Pes/Co 65/35.

[Http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/13540/2/04%20it%20320%20tra bajo%20grado.Pdf](http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/13540/2/04%20it%20320%20tra%20bajo%20grado.Pdf)

James Heal. (2018). Dinamometro.

[Https://Www.Jamesheal.Com/Sites/Default/Files/Styles/Hero_Sq_990w/Public/2021-09/Titan-Image-1.Jpg?Itok=P2hb4bwf](https://Www.Jamesheal.Com/Sites/Default/Files/Styles/Hero_Sq_990w/Public/2021-09/Titan-Image-1.Jpg?Itok=P2hb4bwf)

Mallqui, O. (2017). Algodón Orgánico Como Elemento Clave De Una Estrategia De Diferenciación, Orientada A La Exportación Para El Sector Textil. [Https://Repositorioacademico.Upc.Edu.Pe/Bitstream/Handle/10757/621872/Quispe_P e.Pdf?Sequence=5](https://Repositorioacademico.Upc.Edu.Pe/Bitstream/Handle/10757/621872/Quispe_P_e.Pdf?Sequence=5)

Quilo, L. (2023). Determinación De Las Propiedades Físicas Aplicando Plasma A Un Tejido Jersey 100% Algodón. [Http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/13447/2/04%20it%20316%20tra bajo%20grado.Pdf](http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/13447/2/04%20it%20316%20tra bajo%20grado.Pdf)

Quitama, A. (2020). Análisis De Resistencia A La Tracción De Hilos Retorcidos 100% Algodón En Relación A Su Título, Torsiones Y Doblados. [Http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/10964/2/04%20it%20286%20tra bajo%20grado.Pdf](http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Bitstream/123456789/10964/2/04%20it%20286%20tra bajo%20grado.Pdf)

Revuelta, A. R. (2019). Astm D1776 Práctica Estándar Para Acondicionar Y Ensayar Textiles. [Https://Slideplayer.Es/Slide/14500089/](https://Slideplayer.Es/Slide/14500089/)

Salutex. (2019). Calcetines De Bambú. [Https://Www.Salutex.Es/Calcetines-Terapeuticos/9-Calcetines-De-Bambu.Html](https://Www.Salutex.Es/Calcetines-Terapeuticos/9-Calcetines-De-Bambu.Html)

Sitotaw, D. (1 De 2017). Una Investigación Sobre La Dependencia De La Resistencia Al Estallido De Los Tejidos De Punto En Las Estructuras De Punto. [Https://Www.Researchgate.Net/Publication/321079565_An_Investigation_On_The_Dependency_Of_Bursting_Strength_Of_Knitted_Fabrics_On_Knit_Structures](https://Www.Researchgate.Net/Publication/321079565_An_Investigation_On_The_Dependency_Of_Bursting_Strength_Of_Knitted_Fabrics_On_Knit_Structures)

Usanakornkul. (2016). 123fr. [Https://Es.123rf.Com/Photo_169137150_Bosque-De-Bamb%C3%Ba-Verde-Fresco.Html?Vti=Njh9qr6497vvyoyyyz-1-6](https://Es.123rf.Com/Photo_169137150_Bosque-De-Bamb%C3%Ba-Verde-Fresco.Html?Vti=Njh9qr6497vvyoyyyz-1-6)

Uyanik, S. (2016). Examen De La Relación Entre El Número Y La Ubicación De Las Puntadas De Pliegue Y La Resistencia Al Estallido En Tejidos Circulares De Punto.

Zhejiang Weihuan Machinery Co., Ltd. (S.F.). Máquina De Tejer De Nueva Condición Para
Calcetines Terry. <https://www.weihuansocksmachines.com/single-cylinder-computerized-hosiery-machine/knitting-machine-for-terry-socks.html>

ANEXOS

Anexo 1.*Certificado de laboratorio*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA DE
TEXTILES



Ibarra, 20 de junio del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

Yo, **MSc. Fausto Gualoto M.** en calidad de responsable del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Textiles:

CERTIFICO

Que el señor MONTENEGRO FUERTES SANTIAGO JAVIER, portador de la cedula de ciudadanía N° 100497975-1, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA AL ESTALLIDO DEL TEJIDO RIZO DE CALCETINES CON HILOS DE FONDO DE ALGODÓN, ACRÍLICO Y BAMBÚ" los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **MÁQUINA CALCETERA WEIHUAN WH-B**
- **DINAMÓMETRO TITAN 5 MODELO 1410- ASTM D 3787 – 01:** Método estándar para la resistencia al estallido de textiles. Método de bola de acero.

Además, se le ayudó con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad la metodología establecida en cada una de las normas.

Atentamente:



MSc. FAUSTO GUALOTO M.

RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX

Anexo 2.*Elaboración de calcetines en máquina calcetera*

Anexo 3.
Pruebas de resistencia al estallido

