



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL**

**“ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE CÁMARA DE VAPORIZADO PARA EL
PLANCHADO DE CALCETINES CON HILOS DE ALGODÓN, ACRÍLICO Y
NYLON COMO FONDO”**



AUTOR: Cabrera Luna Jody Francisco

DIRECTOR: MSc. Ramírez Encalada Elvis Raúl

Ibarra – Ecuador

2025



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:	1004012082		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cabrera Luna Jody Francisco		
DIRECCIÓN:	Otavalo, Estévez Mora y Atahualpa		
EMAIL:	jfcabreral@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2928507	TELF. MÓVIL	0992077974

DATOS DE OBRA	
TÍTULO:	Elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado para el planchado de calcetines con hilos de algodón, acrílico y nylon como fondo.
AUTOR (ES):	Cabrera Luna Jody Francisco
FECHA:	14 de Julio del 2025
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero textil
DIRECTOR:	MSc. Ramírez Encalada Elvis Raúl

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 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 14 días del mes de julio del 2025

EL AUTOR:

A handwritten signature in black ink. The name 'Francisco' is written in a cursive script across the middle, and 'Cabrera' is written below it. The signature is enclosed within a large, stylized, circular flourish.

Cabrera Luna Jody Francisco

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

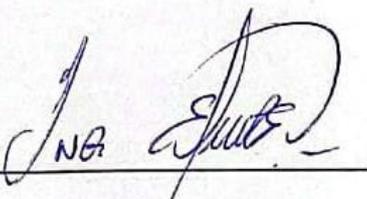
Ibarra, a los 14 días del mes de julio del 2025

MSc. Ramírez Encalada Elvis Raúl

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN 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.

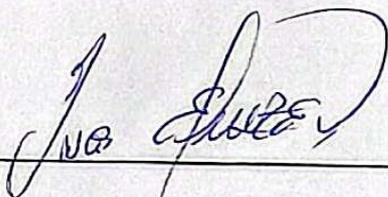
(1) 

MSc. Ramírez Encalada Elvis Raúl

C.C: 1001458973

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del Trabajo de Integración Curricular “Elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado para el planchado de calcetines con hilos de algodón, acrílico y nylon como fondo” elaborado por Cabrera Luna Jody Francisco, previo a la obtención de título de Ingeniero Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

①: 

Director

MSc. Ramírez Encalada Elvis Raúl

C.C: 1001458973

①: 
Asesor

MSc. Naranjo Toro Marco Francisco

C.C.: 1706870464

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a las personas que han sido el pilar fundamental en mi vida y en el desarrollo de este proceso educativo. A mi madre, cuyo amor incondicional y sacrificio constante me han guiado en cada paso que ha dado. Gracias por tu sabiduría, por enseñarme el verdadero significado de la perseverancia y por brindarme siempre el apoyo necesario para seguir adelante, incluso cuando el camino parecía incierto.

A mi pareja, Paola Paredes, por ser mi roca y mi refugio. Tu paciencia, comprensión y aliento han sido esenciales para que pudiera alcanzar este sueño. A lo largo de este recorrido, has estado a mi lado, compartiendo tanto las alegrías como los desafíos, y por eso te agradezco profundamente.

Y a mi hijo, Nicolás, quien ha sido mi mayor motivación. Tu sonrisa, tu energía y tu inocencia me recuerdan todos los días la razón por la cual vale la pena esforzarse. Eres el motor que me impulsa a ser mejor cada día, y gracias a ti, este logro tiene aún más significado.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este logro es tan suyo como mío, porque sin su amor, apoyo y confianza, no habría sido posible llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, han sido parte fundamental en la realización de este trabajo de titulación.

En primer lugar, agradezco profundamente a mi tutor, Elvis Ramírez, por su constante guía y apoyo a lo largo de este proceso. Su orientación y sabiduría han sido imprescindibles para la elaboración de este proyecto, y su dedicación y compromiso con mi aprendizaje han sido una fuente constante de motivación.

A los docentes de la carrera de textiles, quienes han compartido generosamente su vasto conocimiento y experiencia. Gracias por brindarme las herramientas necesarias para profundizar en este fascinante campo, y por su incansable esfuerzo para que cada uno de nosotros crezca tanto profesional como personalmente.

A todas las personas que, directa o indirectamente, se han involucrado en este proyecto. Gracias por su apoyo, por las ideas y perspectivas que han enriquecido este trabajo, y por siempre estar disponibles cuando se necesita una colaboración o un consejo.

Finalmente, agradezco a la empresa donde trabajo, por brindarme la oportunidad de aplicar mis conocimientos y por su apoyo en todo momento. La experiencia adquirida allí ha sido esencial para complementar los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de mi formación académica.

A todos ustedes, mi gratitud es infinita, y este logro es un reflejo de su confianza y apoyo.

RESUMEN

Este trabajo de titulación presenta la elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado orientado al planchado eficiente de calcetines elaborados con hilos de algodón, acrílico y nylon como fondo. Surge como respuesta a las limitaciones observadas en los métodos tradicionales de planchado, especialmente en microempresas, donde se identifican problemas de distribución de vapor, deterioro de la forma del producto y pérdida de eficiencia productiva.

La propuesta contempla una solución técnica basada en una estructura metálica de acero inoxidable, equipada con un sistema de generación y distribución controlada de vapor, buscando garantizar una termofijación uniforme. Se utilizaron métodos de investigación bibliográfica, de campo y cuantitativa. Para la validación del prototipo, se aplicaron pruebas mecánicas según la norma ISO 13934-1, evaluando la resistencia a la tracción y la elongación de los calcetines antes y después del proceso de vaporizado.

Los resultados mostraron mejoras en todos los materiales y estructuras ensayadas. Las mayores mejoras en tracción se observaron en el algodón rizo (+16,05%) y en elongación en el nylon rizo (+57,90%), demostrando que el proceso de vaporización influye positivamente en las propiedades mecánicas de los calcetines. Estas pruebas fueron validadas con análisis estadísticos utilizando software PAST4, confirmando la confiabilidad de los datos.

El estudio concluye que el prototipo diseñado no solo mejora la calidad estética y estructural de los calcetines, sino que también reduce el consumo energético y optimiza el proceso productivo, lo que representa un avance hacia la sostenibilidad y la mejora de la competitividad en la industria textil local.

Palabras clave: Técnica de vaporizado, cámara de planchado, medias, máquina textil, vapor

ABSTRACT

This graduation project presents the elaboration of a steam chamber prototype aimed at improving the ironing process of socks made with cotton, acrylic, and nylon yarns as the base. The project addresses key challenges observed in traditional sock ironing methods—particularly in small enterprises—such as uneven steam distribution, shape deformation, and low production efficiency.

The proposed solution consists of a stainless-steel chamber equipped with a controlled steam generation and distribution system, ensuring consistent heat setting. The research employed bibliographic review, fieldwork, and quantitative methods. To validate the prototype, mechanical tests were conducted following the ISO 13934-1 standard, measuring the tensile strength and elongation of socks before and after steam treatment.

The results showed clear improvements across all materials and fabric structures tested. The most notable increases in tensile strength were observed in loop-structured cotton socks (+16.05%), while the greatest improvement in elongation was found in loop-structured nylon socks (+57.90%). These outcomes were verified using statistical analysis software (PAST4), confirming the reliability of the data.

The study concludes that the developed prototype not only enhances the structural and aesthetic quality of the socks but also reduces energy consumption and optimizes production efficiency. This innovation contributes to a more sustainable and competitive textile industry, particularly benefiting small-scale manufacturers.

Keywords: Vaporization technique, ironing chamber, socks, textile machine, steam

LISTA DE SIGLAS

ISO (Siglas en Inglés) = Organización Internacional de Normalización

CV = Cámara de Vaporizado

Co = Algodón

PAN = Acrílico

PA = Nylon

SV = Sin Vaporizar

V = Vaporizadas

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema	1
Justificación	2
Objetivos	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Estudios Previos	4
1.1.1 Planchado de textiles.....	4
1.1.2 Propiedades y características de los calcetines.....	5
1.1.3 Proceso de planchado de calcetines	7
1.1.4 Maquinaria de planchado para calcetines	7
1.2 Bases teóricas.....	8
1.2.1 Calcetines	8
1.2.2 Tipos de planchado para calcetines.....	9
1.2.3 Termofijación	10
1.2.4 Cámaras de vaporización	11
1.2.5 Materiales utilizados en la elaboración de cámaras de vaporizado	13
1.3 Marco legal	15
1.3.1 Constitución de la República del Ecuador.....	15

1.3.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	16
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA.....	17
2.1 Enfoque y tipos de investigación a aplicar en la elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado para el planchado de calcetines	17
2.1.1 Investigación bibliográfica	17
2.1.2 Investigación de campo.....	18
2.1.3 Investigación cuantitativa	18
2.2 Diagramas de flujo	19
2.2.1 Diagrama de flujo de proceso de la elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado para el planchado de calcetines	19
2.2.2 Diagrama de flujo muestral del resultado de los calcetines planchados en el prototipo de cámara de vaporizado.....	20
2.3 Normas	21
2.3.1 ISO 13934 parte 1: Determinación de la fuerza máxima y del alargamiento a la fuerza máxima por el método de la tira	21
2.4 Materiales y equipos	21
2.4.1 Materiales	21
a. Acero inoxidable.....	21
b. Calcetines	22
2.4.2 Equipos.....	23
a. Equipo de Soldadura	23
b. Generador de vapor	23

c. Molde para calcetines	25
2.5 Métodos.....	26
2.5.1 Análisis de las características y propiedades de los calcetines.....	26
2.5.2 Diseño del prototipo de la cámara de vaporizado.....	26
2.5.3 Selección de materiales para la fabricación del prototipo de cámara de vaporizado	26
2.6 Prueba de laboratorio.....	27
2.6.1 Prueba de resistencia al alargamiento y la tracción en calcetines de algodón, nylon y acrílico como fondo	27
CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	28
3.1 Resultados.....	28
4.1.1 Resultados de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de algodón como fondo.....	28
4.1.2 Resultados de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de acrílico como fondo.....	30
4.1.3 Resultados de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de nylon como fondo.....	31
4.2 Discusión de resultados entre las variables aplicadas	33
4.2.1 Análisis de la varianza	33
4.2.2 Normalidad de los datos	34
4.2.3 Análisis de interpretación de los resultados	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48

Conclusiones	48
Recomendaciones	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Hilos para calcetines</i>	6
Tabla 2 Características y propiedades de los calcetines	22
Tabla 3 Características del caldero	24
Tabla 4 Calcetines de Algodón sin Vaporizar	28
Tabla 5 Calcetines de Algodón Vaporizados	29
Tabla 6 Calcetines de Acrílico sin Vaporizar	30
Tabla 7 Calcetines de Acrílico Vaporizadas	31
Tabla 8 Calcetines de Nylon sin Vaporizar	32
Tabla 9 Calcetines de Nylon Vaporizadas	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Elementos fundamentales del calcetín</i>	5
Figura 2 <i>Cámara vaporizada</i>	11
Figura 3 Diagrama P-T para el agua	12
Figura 4 <i>Acero Inoxidable</i>	14
Figura 5 <i>Tol Galvanizado</i>	15
Figura 6 Flujograma de proceso de la elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado	19
Figura 7 Diagrama de flujo muestral del prototipo de cámara de vaporizado.....	20
Figura 8 Acero Inoxidable	22
Figura 9 Equipo de Soldadura o Soldadora	23
Figura 10 Generador de vapor	25
Figura 11 Molde para calcetines	25
Figura 12 Normalidad de los datos conseguidos de los calcetines de algodón	35
Figura 13 Normalidad de los datos conseguidos de los calcetines de acrílico	35
Figura 14 Normalidad de los datos conseguidos de los calcetines de nylon	35
Figura 15 Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de algodón en el rizo	36
Figura 16 Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de algodón en el liso.....	37
Figura 17 <i>Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de algodón en el rizo (Modelo Graph)</i>	38
Figura 18 Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de algodón en el liso (Matrix Plot).....	39
Figura 19 Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de acrílico en el rizo	40
Figura 20 Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de acrílico en el liso.....	41
Figura 21 Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de acrílico en el rizo (Modelo Graph).	42
Figura 22 Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de acrílico en el liso (Matrix Plot).....	43

Figura 23 <i>Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de nylon en el rizo</i>	44
Figura 24 Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de nylon en el liso	45
Figura 25 Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de nylon en el rizo (Modelo Graph)	46
Figura 26 Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de nylon en el liso (Matrix Plot).....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Elaboración del prototipo de cámara de vaporizado	56
Anexo 2 Proceso de vaporizado	56
Anexo 3 Análisis en laboratorio del proceso de vaporizado	57

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

La problemática que enfrenta actualmente la industria textil en el ámbito del planchado de calcetines es multidimensional y afecta tanto la eficiencia productiva como la calidad estética del producto final. Las máquinas de planchado existentes, no logran abordar de manera efectiva la dispersión uniforme del vapor durante el proceso, esta carencia no solo impacta la eficiencia operativa al generar inconsistencias en los resultados, sino, que también incide directamente en la calidad final de los calcetines, evidenciando la necesidad de soluciones más especializadas (Hidalgo, 2022).

La ausencia de una cámara específicamente diseñada para la termofijación óptima, como señala Silva, plantea un vacío en las prácticas actuales de planchado, este aspecto crucial para la durabilidad y la estética de los calcetines no ha sido abordado de manera integral en las soluciones existentes, intensificar los desafíos en la producción y calidad del producto final.

Adicionalmente, la investigación revela que los métodos tradicionales de planchado, particularmente en microempresas, presentan desafíos en términos de durabilidad, apariencia y confort de los calcetines. La falta de técnicas optimizadas específicamente para mejorar la calidad estética de los productos destaca una brecha en las prácticas actuales (Morales, 2016).

En el contexto de las pequeñas empresas dedicadas a la fabricación de calcetines, el uso de moldes eléctricos para el proceso de planchado presenta retos significativos en términos de productividad y la preservación de la calidad del tejido; el riesgo de daño debido al calor se vuelve una preocupación clave.

Abordar estos desafíos requiere estrategias específicas, como, la cuidadosa selección de materiales, la capacitación del personal en el manejo preciso de los equipos y el control meticuloso de la temperatura y presión aplicadas, todo esto se enfoca en asegurar la uniformidad y excelencia en los productos finales ofrecidos al mercado; el problema central radica en la carencia de una solución integral y especializada que aborde las limitaciones del proceso de planchado de calcetines, la falta de una cámara de vaporizado diseñada específicamente para optimizar la termofijación, mejorar la distribución uniforme del calor y controlar la temperatura de manera precisa, contribuye significativamente a la ineficiencia en la producción y a la falta de calidad estética en los calcetines finales.

Este desafío es crucial y demanda una respuesta innovadora que permita superar estas limitaciones, proporcionando mejoras sustanciales en la eficiencia y calidad del proceso de planchado de calcetines en la industria textil

Justificación

La importancia del estudio en la elaboración de prototipo de una cámara de vaporizado para el planchado de calcetines, radica en la búsqueda constante de soluciones eficientes y especializadas en el cuidado de la ropa, ciertos estudios detallados permiten comprender a fondo las necesidades específicas de prendas como los calcetines, que, a pesar de su tamaño reducido, requieren un tratamiento diferenciado para mantener su calidad y apariencia (Morales, 2016).

El análisis exhaustivo de las propiedades de los materiales utilizados en la confección de calcetines es esencial en el proceso de desarrollo de la cámara de vaporizado, ya que los estudios de tejidos y fibras proporcionan información valiosa sobre la resistencia, la elasticidad y la sensibilidad de estos elementos, aspectos cruciales para diseñar un dispositivo que garantice el cuidado óptimo de cada tipo de calcetín.

El conocimiento profundo de las necesidades del usuario también es un componente clave en el estudio de la elaboración de la cámara de vaporizado, por lo tanto, comprender las expectativas y preferencias de quienes utilizan este tipo de dispositivos, contribuye a diseñar una solución que no solo sea efectiva en términos técnicos, sino también, fácil de usar y adaptada a las rutinas cotidianas (Olmos, 2015).

La investigación en la elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado no se limita únicamente a aspectos técnicos y de ingeniería, incluye también la evaluación de prácticas sostenibles, buscando no solo eficacia en el planchado de calcetines, sino también la minimización del impacto ambiental, tal enfoque refleja la importancia de la responsabilidad social en la innovación, destacando, cómo el estudio general puede influir en la concepción de productos respetuosos con el medio ambiente.

Cambiarse a un proceso industrializado de vaporizado desde el método convencional de planchado en moldes eléctricos, puede brindar a los fabricantes de calcetines beneficios significativos; el vaporizado ofrece mayor eficiencia en la producción, consistencia en la

calidad del producto y menos riesgo de daño en los materiales delicados, además, permite una mayor versatilidad en el diseño y potencial ahorro en costos de mantenimiento a largo plazo.

Esta transición les ayudaría a cumplir con estándares internacionales y mejorar su competitividad tanto en el mercado nacional como en el extranjero; para lograr esta transición, se requeriría la adquisición de equipos adecuados, capacitación del personal y ajustes en los procesos de fabricación, comunicar las mejoras obtenidas mediante este cambio podría fortalecer su posición en el mercado.

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar un prototipo de cámara de vaporizado para el planchado de calcetines con hilos de algodón, acrílico y nylon como fondo.

Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica completa, que incluya fuentes académicas, como trabajos de grado y artículos, relacionados a la elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado para el planchado de calcetines.
- Analizar las propiedades de los calcetines de algodón, acrílico y nylon utilizados en la confección de calcetines, examinando las propiedades físicas y químicas de los materiales textiles para fundamentar el diseño de la cámara de vaporizado.
- Diseñar un prototipo de cámara de vaporizado que integre de manera eficiente los resultados del análisis de propiedades textiles, considerando factores como la distribución uniforme del calor, el control preciso de la temperatura y el tiempo de exposición, para asegurar un proceso de termofijación óptimo.
- Realizar pruebas de resistencia a la elongación y tracción de los calcetines de algodón, acrílico y nylon como fondo utilizando la norma ISO 13934-1 en el equipo dinamómetro, para obtener datos comparativos.
- Evaluar la confiabilidad de los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en los calcetines por medio del software estadístico past4 y Excel, para la valoración del impacto del vaporizado en comparación con los géneros calceteros sin este proceso.

CAPÍTULO 1:

MARCO TEÓRICO

1.1 Estudios Previos

1.1.1 Planchado de textiles

El planchado de textiles es el proceso de alisar y suavizar las fibras de un tejido utilizando calor y presión, este procedimiento ayuda a eliminar las arrugas y pliegues, mejorando la apariencia de la tela y proporcionando un aspecto más pulido y profesional a la prenda.

El objetivo del planchado en las prendas de vestir, es darle un buen acabado o aspecto final con el que llegará hasta el consumidor o usuario, este proceso se lo puede realizar de forma manual o mecánica, y esto dependerá del tipo de prenda o de las características de la tela; para conseguir un buen planchado se deben considerar parámetros como son: temperatura, presión, humedad y enfriamiento de la prenda (Hidalgo, 2022).

Existen diferentes procesos de planchado de textiles a considerar:

- **Planchado manual:** Incluye el uso de calor seco, con la plancha calentada electrónicamente, y calor húmedo, en el cual la plancha emite vapor; este enfoque se emplea para tratar una amplia variedad de tejidos.
- **Planchado mecánico:** Este método de planchado se lleva a cabo mediante prensas compuestas por dos platos, uno fijo en la parte inferior y otro móvil en la superior, ambos operando a altas temperaturas, un control preciso de la presión y la temperatura garantiza resultados óptimos. Hay dos variantes de planchado: en seco, donde la prenda se humedece externamente antes de plancharse, requiriendo un tejido de algodón en el plato inferior y contacto directo con la prenda en el plato superior; y en húmedo, donde los platos expulsan vapor a través de orificios, generado externamente y conducido hacia ellos mediante cámaras. La temperatura de los platos varía entre 90-120 °C, aplicando una presión suave.
- **Planchado automático:** Se trata de un sistema de planchado en posición vertical; dicho de otra manera, son estaciones de planchado diseñadas para abordar cualquier tipo de prenda de vestir.

1.1.2 Propiedades y características de los calcetines

La importancia de las propiedades y características de los calcetines, radica en la capacidad de la industria textil para ofrecer productos que satisfagan las necesidades y expectativas del consumidor; un enfoque en la calidad, la innovación y la adaptabilidad a las tendencias del mercado, contribuye al éxito de las empresas en el sector de los calcetines y la industria textil en general.

En la actualidad, la producción de calcetines es una industria vital para la confección de prendas que protegen los pies, sobre todo cuando los materiales conservan su forma tras varios lavados, es fundamental resaltar que la calidad del tejido impacta directamente en aspectos como la costura, el planchado, la durabilidad al lavar y el ajuste correcto del calcetín; por otro lado, al evaluar y establecer estándares para los cambios de tamaño, se logra mejorar considerablemente la calidad del producto, esto permite una fabricación más precisa y uniforme de los textiles, mejorando significativamente la calidad final de los calcetines (Lucero, 2023).

Acorde con la **Figura 1** los elementos fundamentales de un calcetín incluyen el puño, la transferencia, la pierna, el tobillo o pre-talón, el talón, el pie, el soporte del arco, la puntera y la pinza; estas partes se organizan según el tipo de tejido, el estilo del talón y la longitud de la pierna.

Figura 1

Elementos fundamentales del calcetín



Fuente: (Basra, 2020)

La selección del material para fabricar calcetines es de suma importancia, y está influenciada por varios factores, esto incluye la calidad y el aspecto deseado del producto final, el diseño específico del calcetín, las preferencias y necesidades del usuario, así como el tipo de

máquina utilizada para tejerlos; por consiguiente, en la industria de los calcetines se emplea una amplia variedad de hilos, los cuales pueden estar compuestos por fibras naturales, sintéticas o regeneradas, estas fibras pueden utilizarse de manera individual o combinadas entre sí, para lograr los resultados deseados (Lucero, 2023).

A continuación en la **Tabla 1** podemos encontrar los distintos tipos de hilos usados para fabricar calcetines:

Tabla 1

Hilos para calcetines

Material	Porcentaje (%)
Lana	100
Acrílico	100
Algodón	100
Viscosa	100
Poliéster	100
Lycra	100
Lana/Acrílico	50/50
Algodón/Acrílico	50/50
Algodón/ Bambú	50/50
Mélange algodón/ viscosa	85/15

Fuente: Hashan citado en (Lucero, 2023)

En cuanto a los calcetines, el bambú se ha vuelto popular porque absorbe bien la humedad, se siente suave, y es resistente a los hongos y a los rayos UV, también se ha descubierto que las fibras de bambú son antibacterianas, incluso después de lavarlas muchas veces; otro material usado es el spandex, que hace que los calcetines se ajusten mejor al pie, como si fueran una segunda piel, y mantiene esa forma durante mucho tiempo, aunque no absorbe mucha humedad y no es muy resistente al sol.

En cambio, las fibras naturales como el algodón y la lana son muy buenas para absorber la humedad, pero las fibras acrílicas no lo son tanto; un estudio con corredores mostró que los calcetines hechos totalmente de fibras acrílicas, en lugar de algodón, ayudaban a reducir la cantidad y el tamaño de las ampollas. En resumen, en la industria de los calcetines, aquellos que están hechos con fibras de acrílico y tienen una estructura especial son mejores que los de algodón, porque absorben bien la humedad, ayudan a mantener la forma y son más cómodos (Lucero, 2023).

1.1.3 Proceso de planchado de calcetines

El planchado de calcetines puede parecer un detalle pequeño, pero puede marcar la diferencia en cómo lucen y se sienten, aunque no es una tarea común, el proceso puede ser fundamental para mantener la apariencia y la durabilidad de los calcetines; desde el tipo de tela hasta la técnica adecuada, el planchado puede contribuir a mantener la forma y suavidad, asegurando que estos accesorios cotidianos luzcan impecables en cualquier ocasión.

El proceso de planchado de medias puede variar según la escala de producción en un taller o fábrica; existen diversas metodologías, desde las más sencillas y económicas, hasta las automatizadas. Una opción simple, implica el vaporizado manual utilizando moldes metálicos, seguido por el uso de pequeñas máquinas eléctricas que calientan los moldes; para una producción más grande, se encuentran las "hormadoras", máquinas de gran tamaño que ejecutan de manera automática el vaporizado y planchado de las medias, estas últimas son ideales para fábricas con una cantidad considerable, alrededor de más de 10 máquinas de producción de medias (Demitex, 2021).

1.1.4 Maquinaria de planchado para calcetines

La maquinaria para el planchado de calcetines es una parte esencial en la industria textil, que asegura la calidad y presentación óptimas de estos accesorios, estas máquinas están diseñadas para alisar y suavizar los calcetines, optimizando su apariencia y comodidad; van desde equipos simples de vaporizado, hasta sistemas automatizados de gran escala, la maquinaria de planchado ofrece una gama diversa de soluciones para adaptarse a las necesidades de producción, asegurando que cada par de calcetines tenga el acabado impecable que los consumidores esperan.

En el mundo de la calcetería podemos encontrar la siguiente maquinaria de planchado de calcetines:

- **SV10 BASIC:** Es una máquina para planchar calcetines para hombre, mujer y niño automática. con 10 hormas para planchar calcetines de hombre, mujer y de niño a través de 3 prensas eléctricas con temperatura ajustable revestidas en material especial.
- **20P2:** Es una máquina automática de planchado de calcetines para hombre y de deporte; de elevada productividad con posibilidad de cargar por medio de dos operarios, la máquina está equipada con un sistema de dos prensas eléctricas

con temperatura y presión regulables, y un dispositivo opcional de descarga con cintas y sucesivo apilador de los calcetines planchados.

- **GIBLI 120:** Máquina automática con 120 hormas para el planchado tradicional de vapor (hasta 3 bares de presión) de los calcetines, la carga de los productos puede ser efectuado por medio de 2 o 3 operarios; las formas de planchado se acercan a un "acordeón" en grupos de 30 unidades y entran en la cámara de vapor para el planchado. El largo tiempo de permanencia dentro de la cámara de planchado, permite un resultado cualitativo de nivel elevado, de esta manera, se consigue un perfecto secado de los calcetines manteniendo una productividad muy elevada como 1.200 pares/hora.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Calcetines

Los calcetines, una prenda específica para el pie, tienen la función de mantenerlo abrigado, absorber el sudor, resguardarlo de la suciedad y los roces, además, de reducir la fricción con el calzado; su diseño se adapta al calzado que cubre completamente el pie, ya sea deportivo, botas o zapatos formales, en algunas situaciones, se usan con sandalias o zapatillas de casa, también es común llevar los calcetines solos, mayormente en espacios interiores (Castillo, 2015).

Los calcetines, comúnmente tienen una amplia gama de usos, desde ocasiones informales hasta aplicaciones deportivas y médicas, en la actualidad, se diseñan calcetines con características especiales como propiedades antimicrobianas, antideslizables, con retardo a la llama, entre otras más, las calcetas están disponibles en diversos tamaños y colores en el mercado textil, su elección generalmente se basa en el tipo de material, siendo crucial en la fase de producción, ya que impacta significativamente en su calidad y desempeño (Carlosama, 2023).

La amplia gama de modelos disponibles en la actualidad, se adapta a distintas necesidades y actividades, abarcando categorías como calcetines de vestir, deportivos, para correr, caminar, ocasiones casuales, senderismo ligero o pesado, montañismo, esquí, snowboard, protección específica, especializados y para uso escolar (Benavides, 2017).

1.2.2 Tipos de planchado para calcetines

El proceso de planchado de calcetines no se encuentra normalizado para su respectiva elaboración; actualmente existen diferentes tipos de planchado de calcetines; desde un planchado mixto que incluye vapor, prensado con calor y secado en la misma máquina, y el tradicional con resistencias eléctricas colocadas en el interior de las hormas para cada talla (Morales, 2016).

- **Planchado por resistencias eléctricas**

Este proceso consiste en insertar el calcetín en una horma con el fin de que adquiera la forma de la misma, una vez insertado el calcetín en dicha estructura se procede al proceso de planchado, la estructura de horma tiene calor y ayuda a darle la forma adecuada al calcetín (Morales, 2016).

Según la empresa española Lemonade Attack como se citó en (Morales, 2016):

Durante el proceso de planchado el calcetín se introduce en una horma de metal que lo plancha en seco. Es en este momento cuando se controla que no haya defectos en el producto final y se le da su forma definitiva (p.70).

Por otro lado, la empresa mexicana PLATEX como se cita en (Morales, 2016) plantea “Después del proceso de costura viene el proceso de hormado, que es en el cual nuestros calcetines se ponen en una horma especial la cual se calienta y le da el tamaño y la textura deseada” (pág. 71).

- **Planchado por vapor y secado**

La calceta es llevada a la sección de planchado, donde se dispone manualmente cada unidad en moldes de aluminio dentro de la máquina termofijadora, aquí, la máquina realiza de manera completa una serie de procesos que incluyen humedecimiento mediante vapor, fijación térmica con calor, prensado también con calor y finalmente secado mediante ventilación (Moran, 2015).

- **Planchado por estufas u hornos de curado**

Este tipo de proceso va más allá del simple planchado que se realiza en prendas comunes, se enfoca en activar y fijar las resinas o sustancias químicas presentes en el tejido; los hornos de curado se destacan por su diseño especializado, destinado a prendas confeccionadas que demandan un proceso de curado a altas temperaturas, para lograr una

polimerización adecuada sin generar arrugas. Estos hornos pueden contar con sistemas de calentamiento eléctricos o a gas, permitiendo una distribución uniforme del calor para garantizar un proceso eficiente y preciso (Morales, 2016).

- **Planchado permanente**

Los avances en acabados antiarrugas representan un hito en la industria textil; el concepto de planchado duradero o permanente va más allá de simplemente evitar las arrugas; ahora se busca proporcionar pliegues permanentes en la ropa, manteniendo la forma y la apariencia deseada por un período prolongado.

Esta tecnología no solo aborda las arrugas, sino que también, se extiende hacia otros aspectos, como mejorar la resistencia al encogimiento de las prendas, protegerlas contra manchas y suciedad, lo que contribuye a la durabilidad y facilidad de mantenimiento de las mismas; estos tratamientos químicos especializados permiten crear prendas que conservan su aspecto original incluso después de múltiples lavados, lo que aumenta su vida útil y su atractivo estético (Martos, 2004).

1.2.3 Termofijación

El objetivo principal del termofijado es otorgar estabilidad dimensional a la tela, aunque este proceso genera beneficios adicionales, como una mejor recuperación de las arrugas y una buena alteración en la textura del tejido; durante la termofijación, las tensiones inherentes al hilo disminuyen, lo que conlleva a una disminución en la capacidad del tejido para adoptar nuevas formas al ser doblado, denominado como histéresis (Mejía, 2015).

En la industria textil, los textiles pasan por tratamientos térmicos importantes, como el termofijado, a temperaturas entre 160 y 210°C durante un tiempo aproximados de 30 a 90 segundos, este proceso es clave para otorgar a los tejidos las cualidades necesarias según su uso final en la industria; dicho proceso debe aplicarse de manera uniforme y precisa, cualquier error en este tratamiento puede generar defectos en el producto final, por lo que es esencial entender y controlar las temperaturas durante el termofijado (Gualpa, 2019).

La técnica de termofijado implica exponer los calcetines a altas temperaturas mediante el uso de vapor de agua, este tratamiento térmico, aplicado de manera controlada, posibilita que los materiales utilizados en la confección de los calcetines mantengan su forma y propiedades de manera duradera. El calor generado por el vapor de agua permite que las fibras se fijen entre sí, asegurando así la estructura del calcetín y garantizando propiedades como la

elasticidad, resistencia y forma, este proceso no solo es fundamental para la calidad del producto final, sino que también contribuye a su durabilidad y capacidad para mantener sus características a lo largo del tiempo, proporcionando comodidad y confianza al usuario (Morales, 2016).

El termofijado en la industria textil es crucial para estabilizar telas, mejorar la textura y recuperar arrugas, dicho proceso térmico garantiza propiedades como elasticidad y resistencia, requiriendo uniformidad para evitar defectos, en el caso de calcetines, el termofijado con vapor asegura durabilidad y forma, contribuyendo a la comodidad del usuario. En resumen, el termofijado es vital para la calidad textil, destacando su importancia en la satisfacción del consumidor por la calidad.

1.2.4 Cámaras de vaporización

Una cámara de vaporización tal como se indica en la **Figura 2**, es un dispositivo utilizado en diferentes procesos industriales, particularmente en la industria textil y química; su función principal es aplicar vapor de agua o sustancias químicas en forma de vapor sobre materiales o tejidos para varios propósitos, como el acabado de telas, el tratamiento de fibras, el blanqueamiento, la fijación de tintes o la eliminación de arrugas.

Dentro de la cámara, el vapor entra de manera continua, y se introduce aire caliente y aire frío en cantidades controladas, siguiendo las especificaciones del fabricante o las necesidades de la prenda a planchar; tanto el aire como el vapor, se desplazan desde el molde o maniquí, hacia la prenda, asegurando un tratamiento de planchado uniforme de adentro hacia afuera (Hidalgo, 2022).

Figura 2

Cámara vaporizada

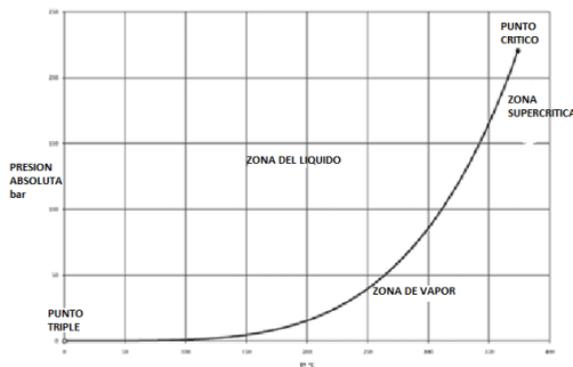


Fuente: (Hidalgo, 2022)

La producción de vapor o agua caliente, se realiza mediante la transferencia de calor durante el proceso de combustión dentro de la cámara, aumentando así la presión y temperatura; debido a estas condiciones, el recipiente contenedor o recipiente de presión debe diseñarse cuidadosamente para cumplir con los límites de diseño deseados, con un factor de seguridad adecuado (Balseca, 2006).

El vapor se forma al alcanzar la temperatura de ebullición, denominándose vapor saturado en ese estado; si la temperatura es superior al punto de ebullición, se conoce como vapor sobrecalentado. Las propiedades específicas del vapor en cualquier momento se rigen por la presión y temperatura a las que está expuesto; en consecuencia, en la **Figura 3**, se ilustra las diferentes regiones del agua en relación con las variables presión (P) y temperatura (T) (Rodríguez, 2014).

Figura 3
Diagrama P-T para el agua



Fuente: (Rodríguez, 2014)

Para las cámaras de vapor, el sistema de distribución de vapor desempeña un papel crucial entre la fuente generadora de vapor y la aplicación, la fuente generadora, que comúnmente es un generador, debe suministrar vapor de alta calidad con caudal y presión adecuados para las aplicaciones, minimizando pérdidas y necesidades de mantenimiento. La obtención de vapor se logra a través de un generador, generalmente una instalación generadora, donde el agua ingresa en estado líquido, se enfría o satura, y sale como vapor saturado o recalentado (Rodríguez, 2014).

Las cámaras de vapor se presentan en diferentes tamaños y diseños, desde sistemas pequeños para aplicaciones en laboratorios, hasta grandes equipos industriales utilizados en plantas de producción textil; suelen contar con sistemas de control de temperatura, presión y tiempo para garantizar que se aplique el vapor de manera uniforme y controlada sobre los

materiales; en este sentido, se ha de considerar la importancia de la apreciación de una cámara vaporizadora.

La producción de vapor se emplea en cuatro tipos de telas con características distintas, tales como algodón, nylon, lino y poliéster, después de instalar el sistema, es necesario llevar a cabo la calibración y ajuste para determinar la cantidad de vapor que se aplicará a cada tipo de tela; en la programación, una variable específica regula la duración de apertura de la válvula de vapor, dependiendo de la tela seleccionada, se requiere un proceso de ajuste del tiempo de apertura de la válvula para optimizar la cantidad de vapor aplicada a cada tipo de tejido.

Generalmente, existen dos tipos de cámaras de vaporización: con vapor directo y vapor indirecto; las cámaras de vaporización con vapor directo tienen instaladas tuberías de acero inoxidable provistas de agujeros desde los que sale el vapor a baja presión; mientras que, las cámaras de vaporización con vapor indirecto producen vapor calentando un tanque de agua de llenado automático, equipado con un intercambiador de calor (Termolegno, 2017).

Las cámaras de vaporización juegan un papel crucial en la industria al aplicar vapor de agua o productos químicos a una variedad de materiales en procesos como el acabado de telas, blanqueo y fijación de tintes, estos dispositivos, comúnmente empleados en la industria textil y química, demandan un diseño meticuloso del contenedor para asegurar la seguridad y cumplir con los límites de diseño. La distribución eficiente de vapor desde la fuente generadora, hasta la aplicación, se logra mediante un sistema que requiere calibración y ajuste para optimizar la cantidad de vapor según el tipo de tejido seleccionado.

Las cámaras de vaporización, con variaciones en tamaño y diseño, suelen incorporar sistemas de control avanzados para garantizar una aplicación uniforme y controlada del vapor; la precisión en la calibración y la diferenciación entre cámaras de vapor directo e indirecto son elementos críticos para su operación efectiva en diversos entornos industriales.

1.2.5 Materiales utilizados en la elaboración de cámaras de vaporizado

Las cámaras de vaporizado son generalmente construidas rigurosamente en acero inoxidable y poseen dimensiones adecuadas, para construir una cámara de vaporizado para el planchado de calcetines, se recomienda utilizar materiales resistentes al calor y la humedad; opciones como el acero inoxidable, aluminio con recubrimiento anticorrosivo, plásticos de alta resistencia al calor, cerámica y vidrio resistente al calor son adecuadas y muy recomendadas; es fundamental cumplir con normativas de seguridad y considerar el diseño para garantizar eficiencia y seguridad.

El acero inoxidable indicado en la **Figura 4**, es una mezcla de hierro que contiene al menos un 10,5% de cromo; sus propiedades se derivan de la creación de una película de óxido de cromo adherente e invisible, la baja concentración de carbono contribuye a una mayor resistencia a la corrosión en diversas estructuras (ACEROCENTER, 2021).

Figura 4

Acero Inoxidable



Fuente: (ACEROCENTER, 2021)

La preferencia por utilizar acero inoxidable en la construcción de cámaras de vapor destinadas al planchado de medias se fundamenta en diversas consideraciones técnicas, en primer lugar, su destacada resistencia a la corrosión resulta crucial, dado que estas cámaras operarán en un entorno expuesto continuamente a vapor y humedad, además, el acero inoxidable ofrece una durabilidad significativa, lo que garantiza una vida útil prolongada, incluso en condiciones de uso constante.

Su facilidad de limpieza y mantenimiento es otro factor determinante, especialmente en entornos donde la higiene es prioritaria, como en la industria textil; la capacidad del acero inoxidable para soportar elevadas temperaturas de manera consistente es esencial para el funcionamiento eficaz de las cámaras de vapor.

Otro material para considerar en la elaboración de cámaras vaporizadoras es el tol galvanizado, mismo que se puede observar en **Figura 5**, el revestimiento galvanizado presenta una mayor dureza y resistencia en comparación con otros recubrimientos, eliminando la necesidad de mantenimiento; este tipo de revestimiento, es empleado en la fabricación de conductos para sistemas de aire acondicionado, muebles, mobiliario urbano, y equipamientos para carreteras, entre otros usos. (Acerocenter, 2022).

Figura 5

Tol Galvanizado



Fuente: (Acerocenter, 2022)

La elección del material galvanizado se fundamenta en consideraciones prácticas relacionadas con la disponibilidad en el mercado, así como en sus propiedades antioxidantes, maleabilidad y facilidad de manejo, de igual manera, la elección del acero galvanizado también se justifica por el significativo aumento en la vida útil en comparación con materiales similares, y su costo resulta aceptable en relación con los beneficios obtenidos, por esta razón, se puede optar por accesorios y tuberías fabricadas con acero galvanizado.

Para este tipo de material, se recomienda una soldadura blanda; se prefiere este tipo de soldadura debido a su capacidad para formar cordones completos, esenciales para prevenir filtraciones de agua y vapor; asimismo, dado el reducido espesor del material seleccionado, el uso de otro tipo de soldadura conlleva el riesgo de perforaciones debido al alto calor acumulado, por lo tanto, con la soldadura elegida, no es necesario realizar un tratamiento térmico de alivio de tensiones (Balseca, 2006).

También se han de considerar materiales como el aluminio, plásticos de ingeniería, fibra de vidrio reforzada y otros materiales que sean resistentes a la corrosión, la elección del material dependerá de diversos factores, entre los más importantes el evitar fugas de vapor y de agua, además de la durabilidad requerida, sin olvidar los requisitos particulares del proceso de vaporizado.

1.3 Marco legal

1.3.1 Constitución de la República del Ecuador

Con respecto a lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador (2008) establece que:

Art. 355.- El Estado reconocerá a las universidades y escuelas politécnicas autonomía académica, administrativa, financiera y orgánica, acorde con los objetivos del régimen de desarrollo y los principios establecidos en la Constitución.

Se reconoce a las universidades y escuelas politécnicas el derecho a la autonomía, ejercida y comprendida de manera solidaria y responsable. Dicha autonomía garantiza el ejercicio de la libertad académica y el derecho a la búsqueda de la verdad, sin restricciones; el gobierno y gestión de sí mismas, en consonancia con los principios de alternancia, transparencia y los derechos políticos; y la producción de ciencia, tecnología, cultura y arte.

Sus recintos son inviolables, no podrán ser allanados sino en los casos y términos en que pueda serlo el domicilio de una persona. La garantía del orden interno será competencia y responsabilidad de sus autoridades. Cuando se necesite el resguardo de la fuerza pública, la máxima autoridad de la entidad solicitará la asistencia pertinente.

La autonomía no exime a las instituciones del sistema de ser fiscalizadas, de la responsabilidad social, rendición de cuentas y participación en la planificación nacional.

La Función Ejecutiva no podrá privar de sus rentas o asignaciones presupuestarias, o retardar las transferencias a ninguna institución del sistema, ni clausurarlas o reorganizarlas de forma total o parcial.

1.3.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

La Universidad Técnica del Norte (UTN) es reconocida por su Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, que abarca diversas líneas de investigación en diferentes áreas de la ingeniería. Algunas de las áreas y líneas de investigación que se han desarrollado en la facultad incluyen:

- 1. Producción Industrial y Tecnología Sostenible**
- 9. Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico**

Estas líneas de investigación son clave para el desarrollo de nuevas tecnologías, la línea principal para el desarrollo de este proyecto de investigación es la gestión, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico. Dependiendo de los recursos, intereses y colaboraciones, esta área podría expandirse o enfocarse en futuros proyectos productivos.

CAPÍTULO 2:

METODOLOGÍA

2.1 Enfoque y tipos de investigación a aplicar en la elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado para el planchado de calcetines

El enfoque de la investigación se refiere a la estrategia general que se sigue para abordar un problema de investigación, recopilar datos, analizarlos e interpretar los resultados; este concepto incluye la metodología utilizada, el tipo de investigación (cualitativa, cuantitativa o mixta), y los principios y técnicas que guiarán el estudio.

El enfoque de la investigación define el marco y los métodos que se aplicarán para lograr los objetivos del estudio, proporcionando una estructura clara y coherente que facilita la obtención de resultados válidos y confiables; el enfoque de la investigación es esencial para diseñar y llevar a cabo un estudio eficaz y riguroso, proporcionando la estructura necesaria para investigar y comprender el fenómeno de interés.

2.1.1 Investigación bibliográfica

La revisión bibliográfica o documental implica examinar el material bibliográfico disponible en relación con el tema de estudio, este proceso representa uno de los pasos fundamentales en cualquier investigación y comprende la selección cuidadosa de fuentes de información relevantes. Es considerado esencial, debido a que engloba diversas fases, que van desde la observación y la indagación hasta la interpretación, reflexión y análisis, estas etapas se llevan a cabo con el propósito de adquirir los fundamentos necesarios para el desarrollo de cualquier estudio (Matos, 2015).

La investigación bibliográfica desempeña un papel crucial en este proyecto al proporcionar un contexto teórico sólido y fundamentar las decisiones metodológicas, esta revisión exhaustiva permite identificar brechas en el conocimiento, adaptar metodologías previas, y contextualizar el diseño de la CV con las tecnologías existentes; además, sirve como base para comprender las propiedades textiles clave, fundamentales para el desarrollo eficiente del prototipo.

Al basar las elecciones metodológicas y la interpretación de resultados en la literatura existente, se fortalece la validez y confiabilidad de la investigación, evitando redundancias y asegurando que el estudio contribuya de manera significativa al conocimiento actual sobre cámaras de vaporizado y planchado de textiles.

2.1.2 Investigación de campo

La investigación de campo desempeña un papel esencial en este proyecto al proporcionar datos empíricos directos que complementan la revisión bibliográfica; la investigación de campo, también conocida como trabajo de campo, implica la recolección de información en entornos externos al laboratorio o lugar de trabajo, en otras palabras, se obtienen los datos necesarios para la investigación en ambientes reales que no están controlados (Cajal, 2017).

Esta fase permitirá validar y contextualizar los hallazgos teóricos en un entorno práctico, proporcionando información valiosa sobre la efectividad del prototipo de cámara de vaporizado en condiciones reales de planchado de calcetines; además, facilitará la recolección de datos específicos, como la resistencia a la elongación y tracción de los calcetines, permitiendo una evaluación más precisa del impacto del vaporizado. La investigación de campo busca garantizar la aplicabilidad y relevancia práctica del prototipo desarrollado.

2.1.3 Investigación cuantitativa

La investigación cuantitativa implica la recopilación y análisis de datos a través de conceptos y variables medibles, utilizando herramientas informáticas, estadísticas y matemáticas, este enfoque busca cuantificar el problema y generalizar los resultados a una población más amplia; los experimentos cuantitativos siguen un formato estándar, con ligeras variaciones interdisciplinarias, y se caracterizan por la formulación de hipótesis demostrables mediante métodos matemáticos y estadísticos, a veces denominados "ciencia verdadera", estos experimentos utilizan medios tradicionales para medir los resultados de manera concluyente (Neill, 2018).

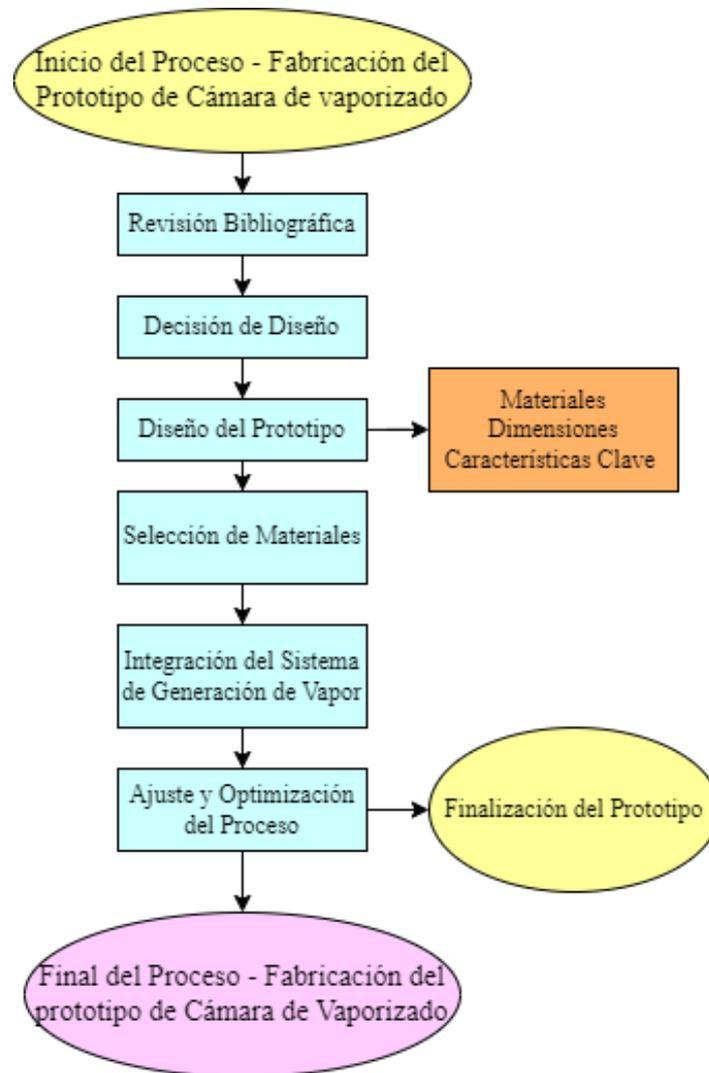
La investigación cuantitativa es esencial en este proyecto debido a su capacidad para proporcionar datos numéricos y medibles que permiten una evaluación precisa y objetiva de la eficacia del prototipo de cámara de vaporizado; a través de métodos cuantitativos, como pruebas de resistencia y análisis estadísticos, se obtendrán resultados cuantificables sobre la resistencia a la elongación y tracción de los calcetines, así como la confiabilidad de los efectos del vaporizado. Estos datos numéricos facilitarán la comparación, interpretación y generalización de los resultados, permitiendo conclusiones más sólidas y respaldando la toma de decisiones informada en el diseño y aplicación práctica del prototipo.

2.2 Diagramas de flujo

2.2.1 Diagrama de flujo de proceso de la elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado para el planchado de calcetines

Figura 6

Flujograma de proceso de la elaboración de un prototipo de cámara de vaporizado

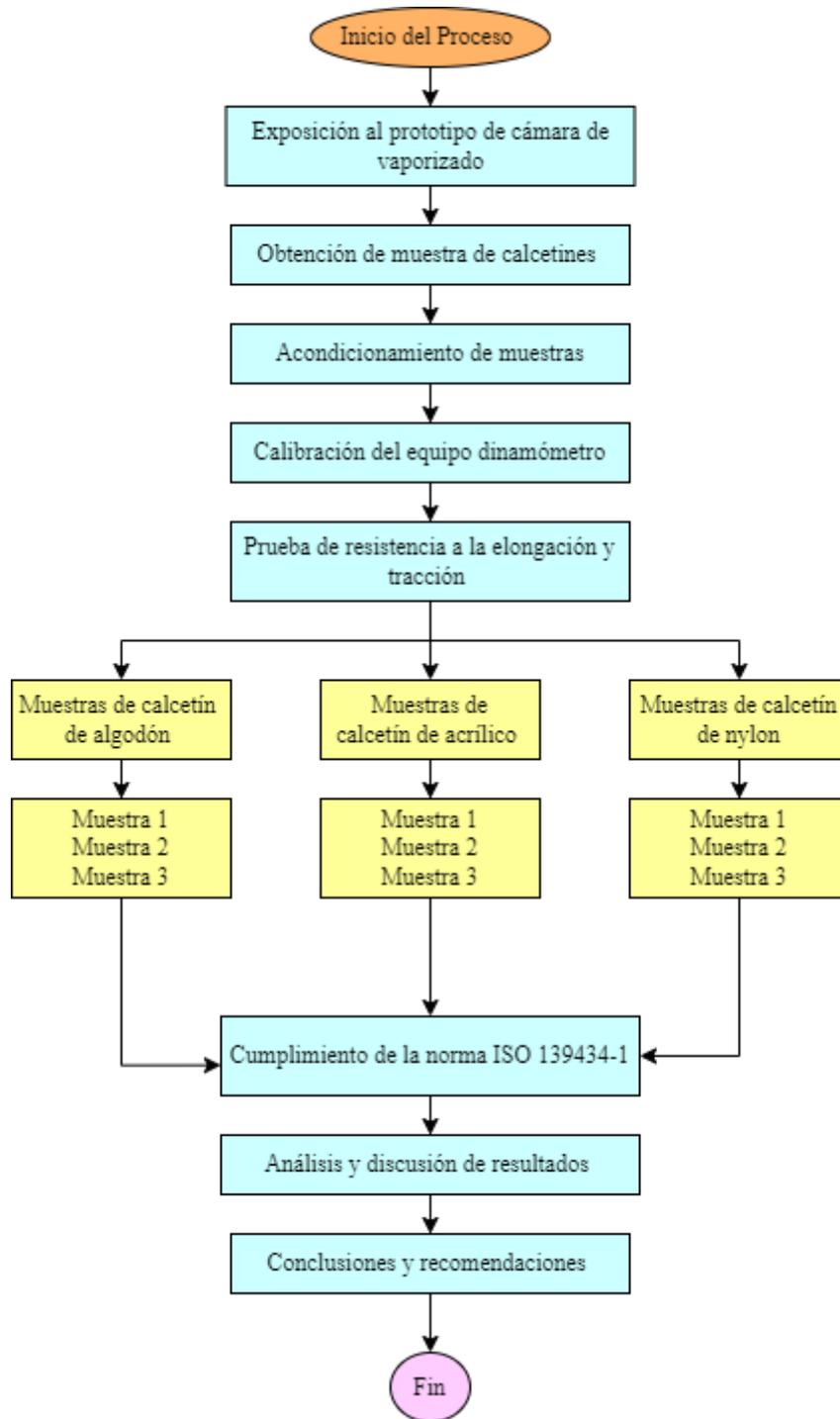


Fuente: El autor

2.2.2 Diagrama de flujo muestral del resultado de los calcetines planchados en el prototipo de cámara de vaporizado

Figura 7

Diagrama de flujo muestral del prototipo de cámara de vaporizado



Fuente: El autor

2.3 Normas

2.3.1 ISO 13934 parte 1: Determinación de la fuerza máxima y del alargamiento a la fuerza máxima por el método de la tira

La norma ISO 13934-1, establecida por la Organización Internacional de Normalización (ISO), describe un método de prueba para determinar la resistencia máxima y el alargamiento de tejidos textiles a su máxima resistencia mediante el método de la tira; este enfoque se aplica principalmente a telas tejidas, incluidas aquellas con propiedades de estiramiento proporcionadas por fibras elastoméricas o tratamientos mecánicos o químicos.

La norma detalla condiciones específicas, como la aplicación en telas tejidas y la limitación en geotextiles, telas no tejidas, y otros materiales específicos; además, especifica el uso de máquinas de prueba de velocidad de deformación constante y se relaciona con otros métodos de prueba para evaluar las propiedades mecánicas de productos textiles en general. En resumen, la ISO 13934-1 se centra en proporcionar un marco estandarizado para evaluar la fuerza máxima y el alargamiento de tejidos textiles utilizando el método de la tira (Eurolab, s.f.).

La norma ISO 13934-1 es fundamental para este proyecto al proporcionar un marco estandarizado para evaluar la resistencia máxima y el alargamiento de los tejidos textiles mediante el método de la tira, su enfoque específico en telas tejidas garantiza la consistencia en las pruebas, crucial para comprender el impacto del prototipo de la cámara de vaporizado en las propiedades mecánicas de los calcetines; esta norma no solo asegura la fiabilidad de los resultados, sino que también, facilita la comparación con estándares industriales, fortaleciendo la relevancia y utilidad de los hallazgos en el contexto textil.

2.4 Materiales y equipos

2.4.1 Materiales

a. Acero inoxidable

El acero inoxidable de 3mm de grosor indicado en la **Figura 8**, es una mezcla de hierro que contiene al menos un 10,5% de cromo; sus propiedades se derivan de la creación de una película de óxido de cromo adherente e invisible, la baja concentración de carbono contribuye a una mayor resistencia a la corrosión en diversas estructuras (ACEROCENTER, 2021).

Figura 8
Acero Inoxidable



Fuente: (ACEROCENTER, 2021)

La inclusión del acero inoxidable en la cámara de vaporizado es esencial debido a su contenido de cromo, que forma una película de óxido protectora; esta película invisible proporciona resistencia a la corrosión, crucial en un entorno de vaporizado, la baja concentración de carbono contribuye a la durabilidad estructural, asegurando la efectividad a largo plazo del prototipo.

b. Calcetines

Tal como se observa en la **Tabla 2**, se abordaron aspectos como su composición, tipo de calcetín (liso, rizo, medio rizo), entre otros; este proceso permitió obtener información importante para fundamentar el diseño eficiente del prototipo de la cámara de vaporizado. En el presente trabajo de titulación se utilizará calcetines con hilos de algodón, acrílico y nylon como fondo detallados a continuación:

Tabla 2
Características y propiedades de los calcetines

	Algodón	Acrílico	Nylon
Composición	100%	100%	100%
Talla	10 – 12	10 – 12	10 – 12
Ligamento	Jersey	Jersey	Jersey
Tipo de calcetín	Medio Rizo	Medio Rizo	Medio Rizo
Altura	Tobillera	Tobillera	Tobillera

2.4.2 Equipos

a. *Equipo de Soldadura*

La soldadora de la **Figura 9**, es un equipo de soldadura tradicional y convencional que utiliza un arco eléctrico para fundir el metal de los dos materiales que se están soldando; la soldadora tiene un rango de corriente de 90 a 210 amperios, lo que la hace adecuada para una variedad de aplicaciones de soldadura. El equipo también tiene una función de voltaje dual, lo que permite que se use en redes eléctricas de 110 o 220 voltios.

Un equipo de soldadura es un conjunto de herramientas empleadas para unir piezas metálicas utilizando calor y presión, incluye una fuente de energía, electrodos, pinzas, equipo de protección personal y, en ocasiones, gas protector; entre los métodos más usados están SMAW, MIG/MAG, TIG, resistencia y plasma utilizando en este caso el método TIG usando el electrodo de soldadura para acero inoxidable de color roja con una numeración E308L-16. Es esencial en industrias como la construcción y automotriz, y se deben seguir estrictas medidas de seguridad.

Figura 9

Equipo de Soldadura o Soldadora



Fuente: (Truper, 2020)

b. *Generador de vapor*

Un generador de vapor, como se enseña en la **Figura 10**, es un dispositivo crucial en diversas aplicaciones, desde la generación de energía hasta procesos industriales, sus características técnicas incluyen:

- La capacidad de producción de vapor varía desde pequeños generadores de 100 kg/h hasta instalaciones industriales de 20 t/h o más.

- La presión de vapor puede ser baja (0.5-2 bares), media (2-10 bares) o alta (más de 10 bares).
- La temperatura de vapor se sitúa en rangos como baja (120°C-200°C), media (200°C-500°C) o alta (más de 500°C).
- La eficiencia térmica de generadores modernos puede superar el 90%; pueden funcionar con diversos tipos de combustible, como gas natural, diesel, biomasa o carbón.

El caldero proporciona la fuente de vapor necesaria para alimentar esta cámara, contribuyendo así a los procesos de producción y tratamiento textil, tal como se indica en la **Tabla 3**, el caldero de la planta textil de la carrera posee una adecuada potencia, estructura robusta de placas de acero grueso, e sistema de control, la caja de mandos eléctricos, entre otros.

Tabla 3

Características del caldero

Caldero
Potencias de 10 BHP
Caja de mandos eléctricos
Tanque de alimentación de agua
Tanque de alimentación de combustible
Quemador no atmosférico para el proceso de combustión
Presostato para controlar el nivel máximo y mínimo del vapor de agua
Manómetro de 0 a 100 psi
Válvula de seguridad para controlar el exceso de vapor
Electricidad de 220 v
Escape de gases de combustión

Nota: Este caldero se posiciona como una herramienta esencial para el funcionamiento del prototipo de cámara de vaporizado.

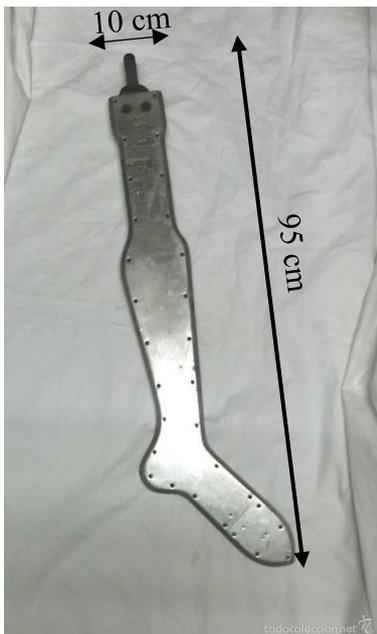
Figura 10
Generador de vapor



c. Molde para calcetines

El molde de planchado de calcetines expuesto en la **Figura 11**, es un tipo de molde que se utiliza para dar forma a los calcetines después de que se hayan tejido; el molde mide de 95 cm de alto por 10 cm de ancho, además, está hecho de metal y tiene agujeros en la parte inferior, esto permite que el vapor de la plancha pase a través del molde y caliente el calcetín uniformemente.

Figura 11
Molde para calcetines



Fuente: (Todocoleccion, 2022)

2.5 Métodos

2.5.1 Análisis de las características y propiedades de los calcetines

En esta fase del proyecto, se enfocó en realizar un análisis de las características y propiedades de los calcetines confeccionados a partir de hilos de algodón, acrílico y nylon que fueron sometidos al proceso de vaporizado en el prototipo de la cámara diseñada; además, se llevó a cabo una revisión detallada de la literatura existente, así como la recopilación de datos provenientes de fuentes académicas, trabajos de grado y artículos especializados relacionados con los materiales textiles utilizados en la confección de calcetines.

El análisis se realizó por la necesidad de comprender a fondo las propiedades de los materiales textiles que serán sometidos al proceso de vaporizado, este enfoque contribuyó a diseñar un prototipo que garantice la máxima eficacia en la termofijación de los calcetines, asegurando resultados óptimos en términos generales.

2.5.2 Diseño del prototipo de la cámara de vaporizado

El diseño del prototipo de la cámara de vaporizado tubo como base la información derivada del análisis de las propiedades textiles de los calcetines; se dio una atención especial a las propiedades únicas del acero inoxidable, que contiene un 10,5% de cromo, con el objetivo de garantizar resistencia a la corrosión y durabilidad en el entorno específico de la cámara de vaporizado.

Por medio del software de diseño Adobe se realizó el boceto con dimensiones aproximadas de 75 cm de ancho, 110 cm de alto y 60 cm de profundidad para la cámara de vaporización, estas medidas se determinaron cuidadosamente con el fin de proporcionar un espacio adecuado que permita el óptimo proceso de vaporizado y la disposición eficiente de los calcetines. Los moldes para los calcetines se encuentran ubicados estratégicamente a 15 cm de las paredes del prototipo, con una separación por molde de 10 cm cada una, para maximizar la eficacia del prototipo y evitar accidentes.

2.5.3 Selección de materiales para la fabricación del prototipo de cámara de vaporizado

Se llevó a cabo un proceso minucioso en la selección de materiales para la fabricación del prototipo de la cámara de vaporizado; la atención se centrará en asegurar la eficiencia y durabilidad del sistema, con un enfoque específico en el uso del acero inoxidable para la estructura principal.

La selección de acero inoxidable como material principal se basó primordialmente en la norma ASTM A240/A240M misma que trata sobre la selección de placas, láminas y tiras de acero inoxidable en la industria, diseñadas tanto para aplicaciones generales como para recipientes a presión. Esta norma establece los requisitos de composición química, propiedades mecánicas y calidad de los productos de acero inoxidable, asegurando que puedan soportar condiciones exigentes, como altas temperaturas y ambientes corrosivos.

2.6 Prueba de laboratorio

2.6.1 Prueba de resistencia al alargamiento y la tracción en calcetines de algodón, nylon y acrílico como fondo

Se llevó a cabo la prueba de resistencia al alargamiento y la tracción en calcetines de algodón, siguiendo el procedimiento establecido por la norma ISO 13934-1; este proceso implica la aplicación gradual de fuerza a los calcetines mediante un equipo dinamómetro, evaluando así su capacidad para resistir alargamiento y tracción. Para dicho análisis se procedió de la siguiente manera:

1. Especímenes de 50 mm de ancho y 100 mm de largo en sentido de urdimbre, tanto para liso como rizo
2. Acondicionar en un ambiente controlado a 20 °C y 65 % de humedad durante 24 horas.
3. Configurar el dinamómetro para la prueba de elongación y tracción.
4. Ajustar las mordazas a 100 mm de distancia.
5. Realizar el ensayo aplicando fuerza hasta que se rompa, registrando la fuerza máxima y el alargamiento en el momento de la ruptura.

Tras la finalización de la prueba, se realizó un análisis de los resultados, considerando la influencia de las fibras y su estructura en la resistencia general de los calcetines, a través de este enfoque de prueba, se obtuvo información precisa y cuantitativa sobre las propiedades mecánicas de los calcetines, lo que permitió realizar comparaciones antes y después del proceso de vaporizado. Esta evaluación orientó el análisis de los efectos del vaporizado en la resistencia de los calcetines.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Resultados

Por medio de la cámara de vaporizado se pudo obtener 30 muestras totalmente vaporizadas; 10 calcetines con hilo de algodón como fondo, 10 calcetines con hilo de acrílico como fondo y 10 calcetines con hilo de nylon como fondo; de igual manera se tomaron otras 10 muestras de cada tipo sin vaporizar como muestras 0 para sus respectivos análisis, en los 2 casos las muestras sin vaporizar y las vaporizadas se las corto en el sentido de la urdimbre.

Todas las muestras fueron evaluadas a través del dinamómetro (Titán 5), mismas que se les evaluó la resistencia a la elongación y tracción por el método de la tira con la norma ISO 13934-1:2013.

4.1.1 Resultados de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de algodón como fondo.

A través del ensayo de la resistencia a la elongación y tracción, la **Tabla 4** y la **Tabla 5** describen los resultados obtenidos del ensayo en el dinamómetro Titán 5, aplicados a los calcetines de algodón como fondo, mismos que, no atravesaron ningún proceso de vaporizados y aquellas probetas que su pasaron por el prototipo de cámara de vaporizado, de esta manera, convirtiéndose respectivamente en las muestras cero (probetas de comparación) y las muestras estándar.

Tabla 4

Calcetines de Algodón sin Vaporizar

Muestras Sin Vaporizar	Probetas	Resistencia a la Tracción (N)	Elongación (%)
Liso	1	347,18	50,55
	2	287,13	44,32
	3	387,72	50,02
	4	396,74	47,89
	5	403,68	49,4
	Promedio	376,97	48,97

Muestras Sin Vaporizar	Probetas	Resistencia a la Tracción (N)	Elongación (%)
Rizo	1	110,59	37,31
	2	174,61	48,91
	3	170,39	47,56
	4	129,89	37,33
	5	178,45	45,62
	Promedio	152,79	43,35

Tabla 5

Calcetines de Algodón Vaporizados

Muestras Vaporizadas	Probetas	Resistencia a la Tracción (N)	Elongación (%)
Liso	1	395,32	53,2
	2	416,73	52,09
	3	423,39	53,47
	4	411,02	52,35
	5	424,31	51,76
	Promedio	401,67	52,04
Muestras Vaporizadas	Probetas	Resistencia a la Tracción (N)	Elongación (%)
Rizo	1	176,69	51,4
	2	222,74	49,54
	3	178,83	45,17
	4	171,45	46,63
	5	160,33	45,42
	Promedio	182,01	47,63

Nota: Los calcetines ingresaron al prototipo de cámara de vaporizado en grupos de 5, tanto para el lizo como para el rizo; con un tiempo de exposición de 30 segundos a una temperatura de 100 ± 5 °C.

4.1.2 Resultados de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de acrílico como fondo.

A través del ensayo de la resistencia a la elongación y tracción, la **Tabla 6** y la **Tabla 7** describen los resultados obtenidos del ensayo en el dinamómetro Titán 5, aplicados a los calcetines de acrílico como fondo, mismos que, no atravesaron ningún proceso de vaporizados y aquellas probetas que su pasaron por el prototipo de cámara de vaporizado, de esta manera, convirtiéndose respectivamente en las muestras cero (probetas de comparación) y las muestras estándar.

Tabla 6

Calcetines de Acrílico sin Vaporizar

Muestras Sin Vaporizar	Probetas	Resistencia a la Tracción (N)	Elongación (%)
Liso	1	329,63	54,54
	2	396,63	65,88
	3	371,99	62,44
	4	385,57	64,81
	5	378,74	59,49
	Promedio	390,51	61,43
Rizo	1	138,86	40,22
	2	114,75	39,23
	3	146,75	38,83
	4	122,63	37,28
	5	149,39	40,38
	Promedio	143,04	39,19

Tabla 7*Calcetines de Acrílico Vaporizadas*

Muestras Vaporizadas	Probetas	Resistencia a la Tracción (N)	Elongación (%)
Liso	1	438,45	95,66
	2	456,84	82,49
	3	424,83	95,41
	4	415,34	86,83
	5	420,56	93,11
	Promedio	413,21	90,7
Rizo	1	159,38	60,69
	2	154,15	58,92
	3	171,35	70,2
	4	190,02	73,78
	5	152,78	62,71
	Promedio	156,98	65,26

Nota: Los calcetines ingresados al prototipo de cámara de vaporizado fueron sometidos a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 5$; a un tiempo de exposición de 30 segundos.

4.1.3 Resultados de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de nylon como fondo.

A través del ensayo de la resistencia a la elongación y tracción, la **Tabla 8** y la **Tabla 9** describen los resultados obtenidos del ensayo en el dinamómetro Titán 5, aplicados a los calcetines de nylon como fondo, mismos que, no atravesaron ningún proceso de vaporizados y aquellas probetas que su pasaron por el prototipo de cámara de vaporizado, de esta manera, convirtiéndose respectivamente en las muestras cero (probetas de comparación) y las muestras estándar.

Tabla 8*Calcetines de Nylon sin Vaporizar*

Muestras Sin Vaporizar	Probetas	Resistencia a la Tracción (N)	Elongación (%)
Liso	1	720,74	92,31
	2	804,28	100,32
	3	653,77	91,6
	4	754,34	94,96
	5	612,41	87,48
	Promedio	746,4	96,41
Muestras Sin Vaporizar	Probetas	Resistencia a la Tracción (N)	Elongación (%)
Rizo	1	134,3	49,25
	2	110,66	44,03
	3	153	55,92
	4	146,42	53,29
	5	148,2	54,77
	Promedio	142,48	51,45

Tabla 9*Calcetines de Nylon Vaporizadas*

Muestras Vaporizadas	Probetas	Resistencia a la Tracción (N)	Elongación (%)
Liso	1	812,98	109,47
	2	823,26	103,16
	3	840,22	106,99
	4	784,13	98,92
	5	808,25	100,72
	Promedio	776,48	100,78

Muestras Vaporizadas	Probetas	Resistencia a la	Elongación
		Tracción (N)	(%)
Rizo	1	149,4	131,12
	2	162,96	124,27
	3	183,73	127,08
	4	166,23	114,57
	5	159,91	113,97
	Promedio	160,49	122,2

Nota: Los calcetines que ingresaron al prototipo de cámara de vaporizado tuvieron un tiempo de exposición de 30 segundos a una temperatura de 100 ± 5 °C

4.2 Discusión de resultados entre las variables aplicadas

En este apartado se discuten las variables aplicadas en la experimentación de la resistencia a la elongación y la tracción de los calcetines con hilos de algodón, acrílico y nylon como fondo

4.2.1 Análisis de la varianza

El análisis de la varianza aplicado de los datos permite evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la tracción y en la elongación de los calcetines, considerando el tipo de hilo utilizado como fondo (algodón, acrílico o nylon), el tratamiento de vaporización (vaporizado o sin vaporizar) y la estructura del tejido (liso o rizo).

Este análisis es pertinente dado que los datos cumplen con el supuesto de normalidad, como se comprobó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, y se asume que las varianzas son homogéneas y las muestras independientes.

La comparación de los promedios evidencia un comportamiento diferencial según los factores considerados. En cuanto a la resistencia a la tracción, se observa que los calcetines con fondo de nylon presentan los valores más altos, seguidos por los de acrílico y finalmente los de algodón.

Esta tendencia se mantiene tanto en muestras vaporizadas como en aquellas sin tratar. Además, se identifica un aumento sistemático en la resistencia tras la vaporización, lo cual sugiere que este tratamiento mejora las propiedades mecánicas del tejido, independientemente

del material o de la estructura. Por otro lado, la estructura liso muestra mayor resistencia a la tracción que la estructura rizo en todos los casos.

Con respecto a la elongación, los valores más altos también se encuentran en los calcetines con fondo de nylon, especialmente cuando han sido vaporizados. La vaporización incrementa notablemente la capacidad de elongación, particularmente en los tejidos rizo, lo cual puede atribuirse a una mayor libertad de movimiento de las fibras tras el tratamiento térmico. El acrílico vaporizado también muestra un aumento considerable en la elongación, mientras que el algodón presenta un efecto más moderado. La estructura rizo, a diferencia de la resistencia, favorece la elongación en mayor medida que el liso, probablemente por su diseño más flexible.

En términos aplicados, este análisis sustenta que el uso del nylon como hilo de fondo, junto con la vaporización y una estructura rizo, puede generar calcetines con mayor elongación sin sacrificar demasiada resistencia.

Por otro lado, si se busca mayor firmeza y menor deformabilidad, una estructura liso en combinación con vaporización y materiales como acrílico puede ser más adecuada. Esta información resulta útil tanto para fines industriales como para el diseño de productos específicos que requieran ciertas propiedades de resistencia y elasticidad.

4.2.2 Normalidad de los datos

La normalidad de los datos es un procedimiento que nos ayuda a corroborar que los valores obtenidos del ensayo dinamométrico de la resistencia a la elongación y tracción por el método de la tira en los calcetines vaporizados y sin vaporizar son totalmente confiables.

La prueba de Shapiro-Wilk se usa para saber si un conjunto de datos sigue una distribución normal; es decir, lo importante es el valor p , si es mayor a 0.05, se considera que los datos sí son normales; pero si es igual o menor a 0.05, se entiende que no siguen una distribución normal.

Esta prueba es bastante confiable, sobre todo cuando se trabaja con pocas muestras, por eso se usa mucho en análisis de ensayos textiles.

Figura 12*Normalidad de los datos conseguidos de los calcetines de algodón*

	Fuerza Máxima Co S'	Elongación Co SV(%)	Fuerza Máxima Co V	Elongación Co V (%)
N	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,8333	0,819	0,8213	0,885
p(normal)	0,1471	0,1147	0,1194	0,3325
Anderson-Darling A	0,4655	0,4723	0,5342	0,3361
p(normal)	0,1337	0,1273	0,08377	0,3311
p(Monte Carlo)	0,1504	0,1441	0,09	0,373
Lilliefors L	0,3173	0,2576	0,353	0,2432

Figura 13*Normalidad de los datos conseguidos de los calcetines de acrílico*

	Fuerza Máxima PAN	Elongación PAN SV(%)	Fuerza Máxima PAN	Elongación PAN V (%)
N	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,9027	0,9175	0,867	0,9002
p(normal)	0,4248	0,514	0,2544	0,4111
Anderson-Darling A	0,2983	0,2739	0,3762	0,3168
p(normal)	0,4258	0,5019	0,252	0,3768
p(Monte Carlo)	0,4924	0,5733	0,2864	0,4361
Lilliefors L	0,2136	0,1954	0,2542	0,2545
p(normal)	0,6405	0,7676	0,3628	0,3608
p(Monte Carlo)	0,6687	0,8068	0,3658	0,361

Figura 14*Normalidad de los datos conseguidos de los calcetines de nylon*

	Fuerza Máxima PA S'	Elongación PA SV(%)	Fuerza Máxima PA V	Elongación PA V (%)
N	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,8553	0,9045	0,9493	0,8898
p(normal)	0,2119	0,4354	0,732	0,3562
Anderson-Darling A	0,4227	0,3067	0,2647	0,3277
p(normal)	0,1819	0,4029	0,5174	0,3503
p(Monte Carlo)	0,2084	0,4635	0,611	0,4046
Lilliefors L	0,2787	0,2475	0,2432	0,241
p(normal)	0,2321	0,4044	0,4322	0,4468
p(Monte Carlo)	0,2401	0,4015	0,423	0,4426

Al utilizar el método de Shapiro-Wilk W para evaluar la normalidad de los datos, y al observar que los valores p son mayores a 0.05 ($p > 0.05$), se puede concluir que los resultados obtenidos en esta investigación cumplen con el supuesto de normalidad. Esto implica que los datos son confiables y representan un nivel de confianza del 95%; esta misma información se

refleja claramente en las **Figura 12**, **Figura 13** y la **Figura 14**, donde se visualiza el comportamiento estadístico de las muestras analizadas.

4.2.3 Análisis de interpretación de los resultados

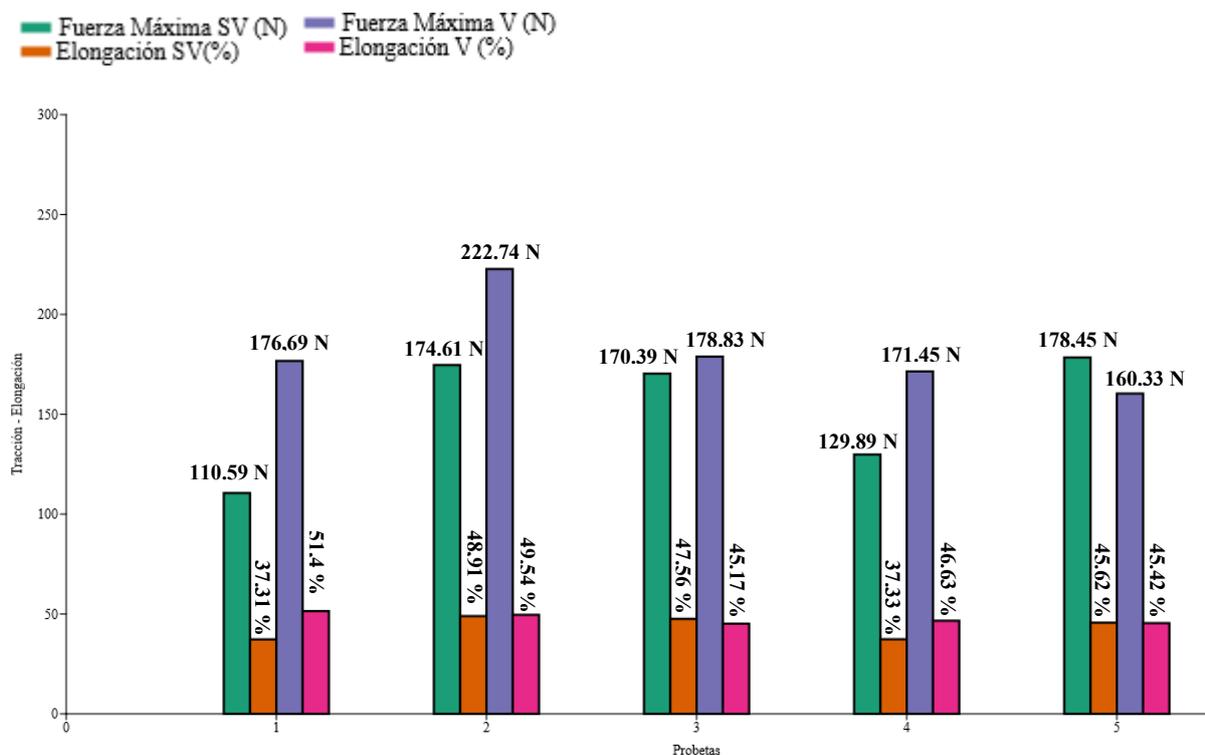
Para facilitar la comprensión de los resultados, se utilizaron gráficos estadísticos, como los diagramas de barras, el modelo graph y matrix plot, que permiten visualizar la información de manera más clara y accesible tal como se puede observar a continuación; resaltando el comportamiento de los calcetines al pasar por el proceso de vaporizado y al o hacerlo.

- **Análisis e interpretación de resultados de la resistencia a la elongación y tracción de calcetines de algodón**

La resistencia a la elongación y tracción es una propiedad importante en los calcetines, ya que permite conocer qué tanto pueden estirarse y cuánto esfuerzo soportan antes de romperse. Este análisis se realizó en calcetines de algodón, comparando muestras que fueron sometidas a un proceso de vaporizado con otras que no recibieron este tratamiento tal como se detalla a continuación.

Figura 15

Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de algodón en el rizo

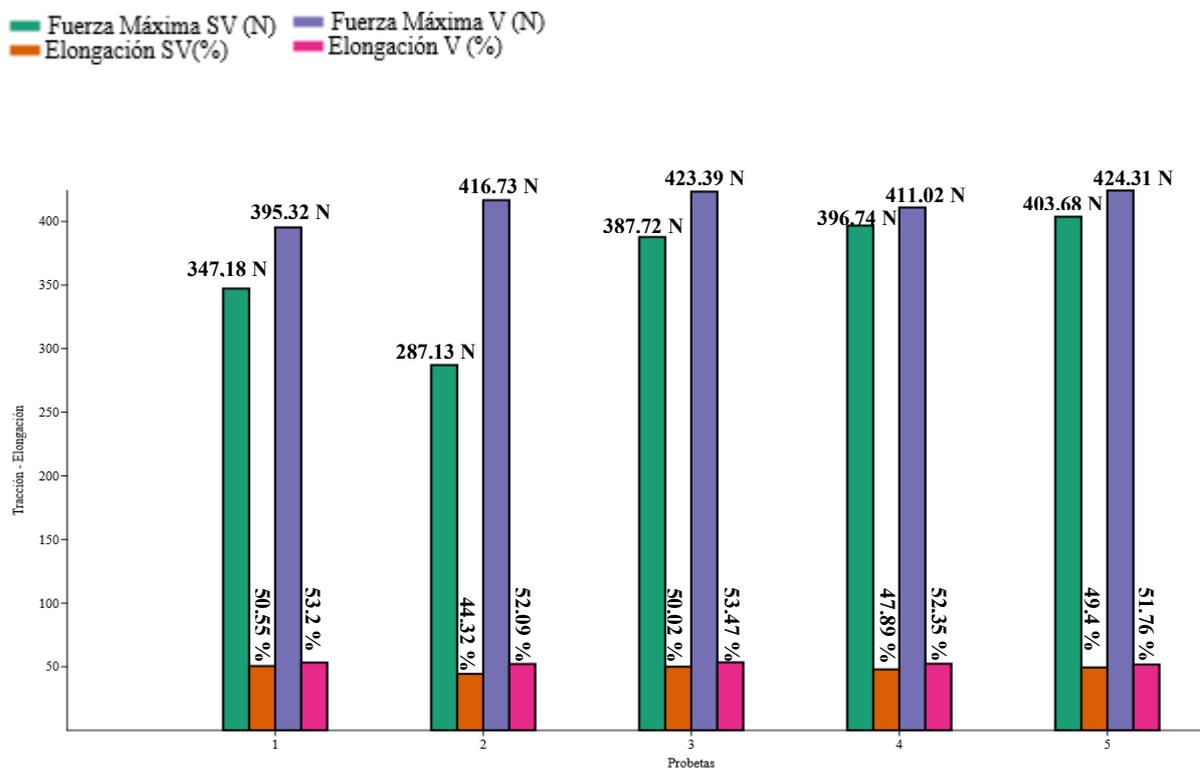


Al observar la **Figura 15**, se aprecia que el algodón vaporizado presenta mayores valores de resistencia a la tracción en el rizo que el nylon sin vaporizar. De esta manera, podemos observar que la fuerza máxima en los calcetines de algodón sin vaporizar alcanza los 178,45 N tal como se muestra en la probeta 5; mientras que, los calcetines de algodón vaporizados llega ha alcanzar los 222,74 N indicado en la muestra 2.

Con respecto a la elongación, el algodón sin vaporizar logra llegar a un 48,91% de resistencia a la elongación tal como lo revela la probeta 2; de igual manera, los calcetines de algodón que pasaron por el proceso de vaporizado llega a alcanzar a un valor porcentual del 51,4 tal como se observa en la muestra 1.

Figura 16

Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de algodón en el liso



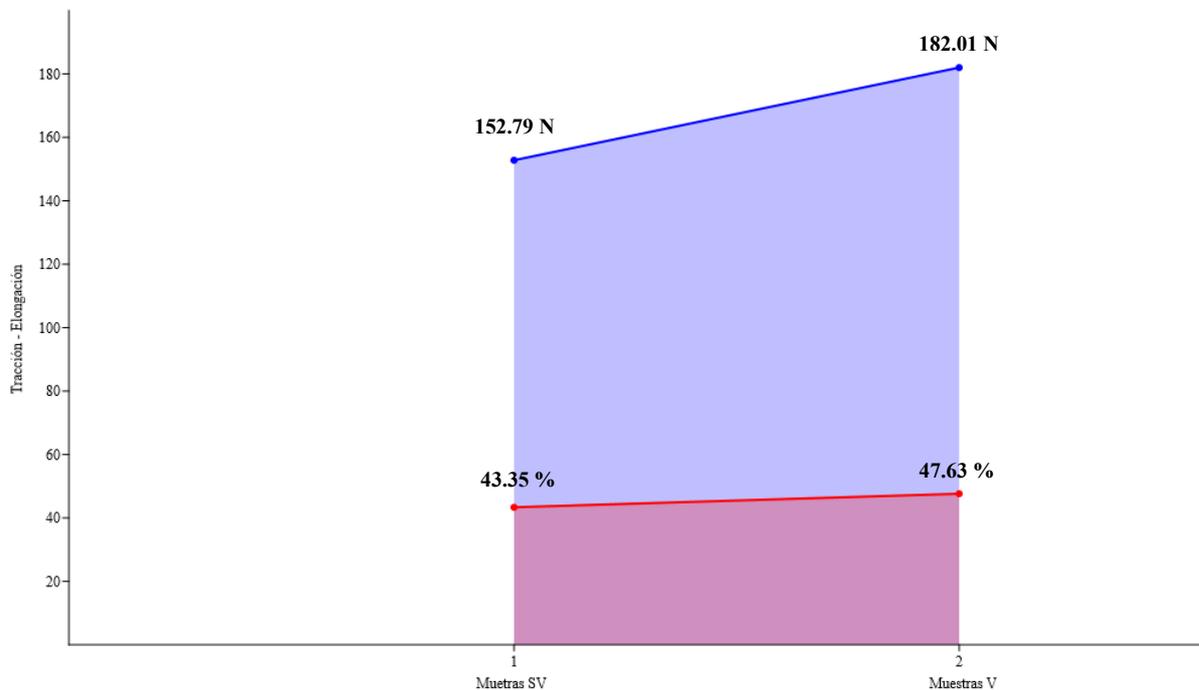
Al observar la **Figura 16**, se aprecia que el algodón vaporizado presenta mayores valores de resistencia a la tracción en el liso que el algodón sin vaporizar. De esta manera, podemos observar que la fuerza máxima en los calcetines de algodón sin vaporizar alcanza los 403,68 N tal como se muestra en la probeta 5; mientras que, los calcetines de algodón vaporizados llega a alcanzar los 424,31 N indicado en la muestra 5.

Con respecto a la elongación, el algodón sin vaporizar logra llegar a un 50,55% de resistencia a la elongación en el liso tal como lo revela la probeta 1; de igual manera, los calcetines de nylon que pasaron por el proceso de vaporizado llega a alcanzar un valor porcentual del 53,47 tal como se observa en la muestra 1.

Figura 17

Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de algodón en el rizo (Modelo Graph)

■ Fuerza Máxima Promedio (N)
■ Elongación Promedio (%)

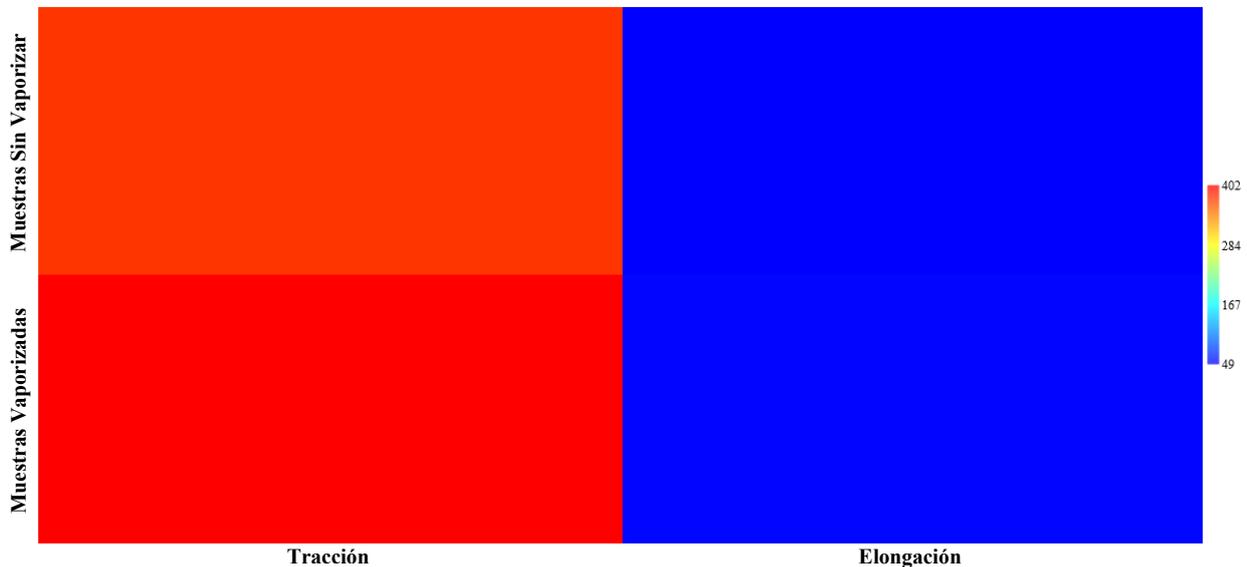


La **Figura 17** indica el comportamiento de la resistencia a la elongación y la tracción promedio en el rizo de las probetas sin vaporizar y aquellas que si se encontraban vaporizadas, denotando un incremento en comparación a sus valores iniciales. De esta manera, las muestras vaporizadas presentan una mayor resistencia a la tracción, superando en 29,22 N a la muestras sin vaporizar; indicando que el tejido de las probetas vaporizadas soportan más carga antes de romperse.

De igual manera, las muestras vaporizadas indican un aumento del 4,28% en la resistencia a la elongación con respecto a las probetas que no pasaron por la cámara de vaporizado.

Figura 18

Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de algodón en el liso (Matrix Plot)



La **Figura 18** muestra un gráfico matrix plot que compara los promedios del comportamiento de los calcetines de algodón sin vaporizar y de los calcetines de algodón vaporizados en el liso. Las variables analizadas son la fuerza máxima promedio (en Newton) y la elongación promedio (en porcentaje), evaluadas de las cinco probetas.

El uso del matrix plot permite visualizar rápidamente las diferencias a través de colores: tonos más rojos indican mayor resistencia a la tracción, mientras que tonos azules más claros representan mayor elongación.

Las muestras sin vaporizar registraron una resistencia de 376.97 N, que se visualiza con un rojo anaranjado, y una elongación de 48.97 %, representada con un azul oscuro. En cambio, las muestras vaporizadas alcanzaron una mayor resistencia, con 401.67 N, asociada a un rojo intenso, y una elongación de 52.04 %, que se muestra con un azul levemente más claro.

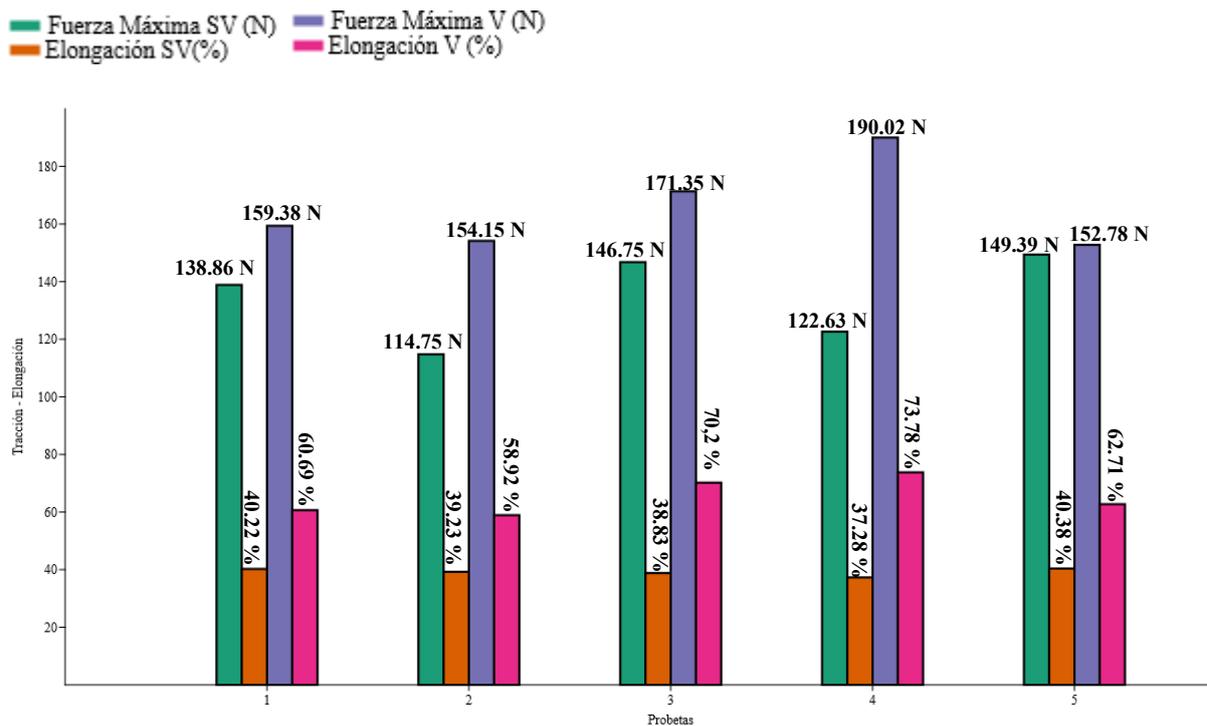
- **Análisis e interpretación de resultados de la resistencia a la elongación y tracción de los calcetines de acrílico.**

En este análisis, se trabajó con calcetines de acrílico para observar cómo responden a la resistencia a la elongación y la tracción. Para ello, se compararon muestras que pasaron por un

proceso de vaporizado con otras que no lo hicieron. La idea fue descubrir si este tratamiento ayuda a que el tejido soporte mejor la tracción y se elongación tal como se detalla a continuación.

Figura 19

Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de acrílico en el rizo



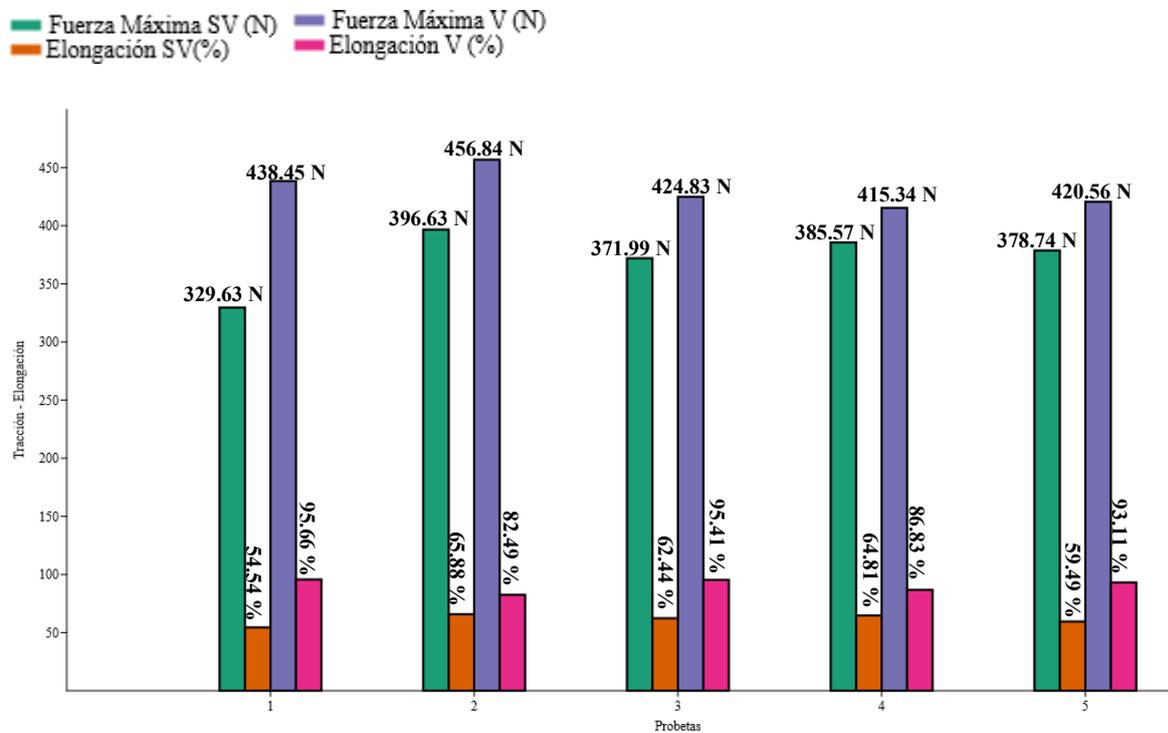
Al observar la **Figura 19**, se aprecia que el acrílico vaporizado presenta mayores valores de resistencia a la tracción en el rizo que el acrílico sin vaporizar.

De esta manera, podemos observar que la fuerza máxima en los calcetines de acrílico sin vaporizar alcanza los 149,39 N tal como se muestra en la probeta 5; mientras que, los calcetines de acrílico vaporizados llega a alcanzar los 190,02 N indicado en la muestra 4.

Con respecto a la elongación, el acrílico sin vaporizar logra llegar a un 40,38% de resistencia a la elongación tal como lo revela la probeta 5; de igual manera, los calcetines de acrílico que pasaron por el proceso de vaporizado llega a alcanzar a un valor porcentual del 73,78 tal como se observa en la muestra 4.

Figura 20

Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de acrílico en el liso



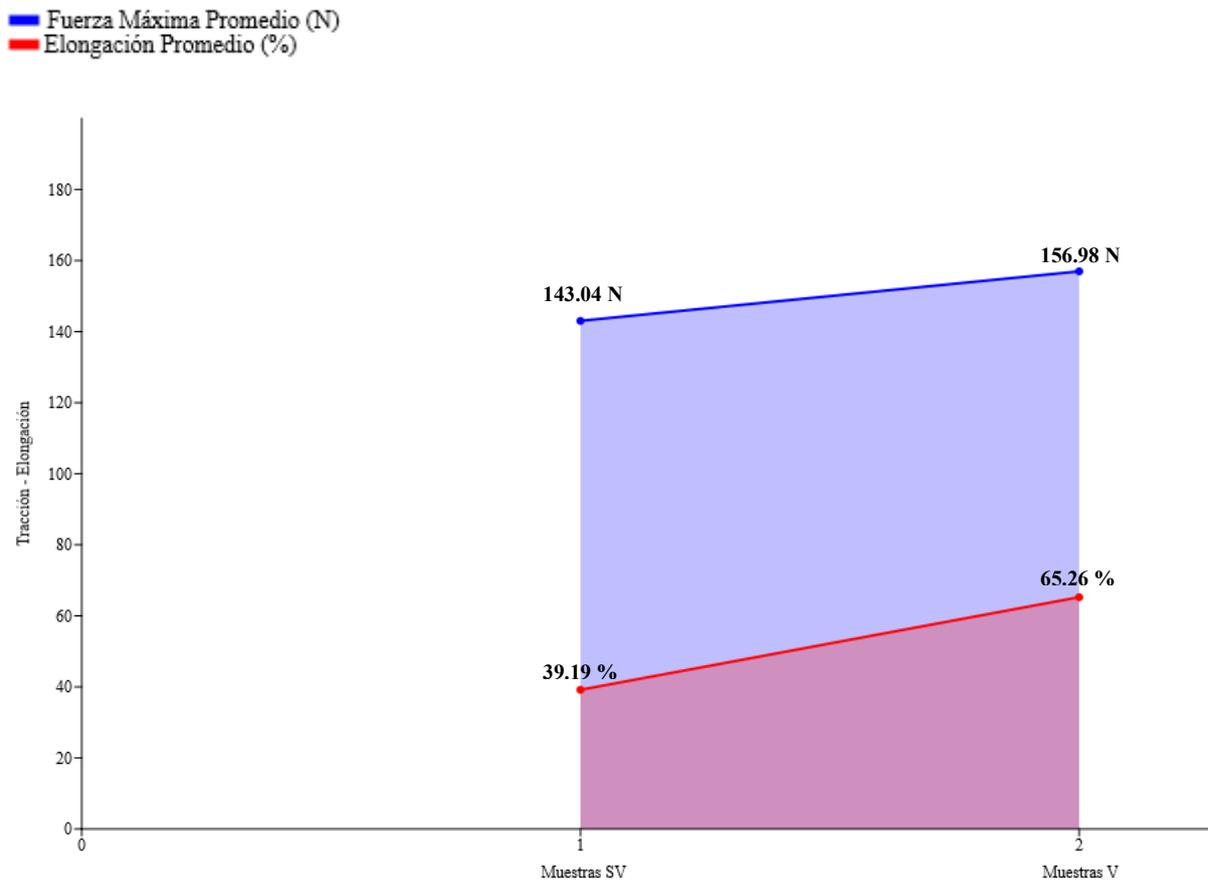
Al observar la **Figura 20**, se aprecia que el acrílico vaporizado presenta mayores valores de resistencia a la tracción en el liso que el acrílico sin vaporizar.

De esta manera, podemos observar que la fuerza máxima en los calcetines de acrílico sin vaporizar alcanza los 396,63 N tal como se muestra en la probeta 2; mientras que, los calcetines de acrílico vaporizados llega a alcanzar los 456,84 N indicado en la muestra 2.

Con respecto a la elongación, el acrílico sin vaporizar logra llegar a un 65,88% de resistencia a la elongación en el liso tal como lo revela la probeta 2; de igual manera, los calcetines de acrílico que pasaron por el proceso de vaporizado llega a alcanzar un valor porcentual del 95,66 tal como se observa en la muestra 1.

Figura 21

Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de acrílico en el rizo (Modelo Graph).



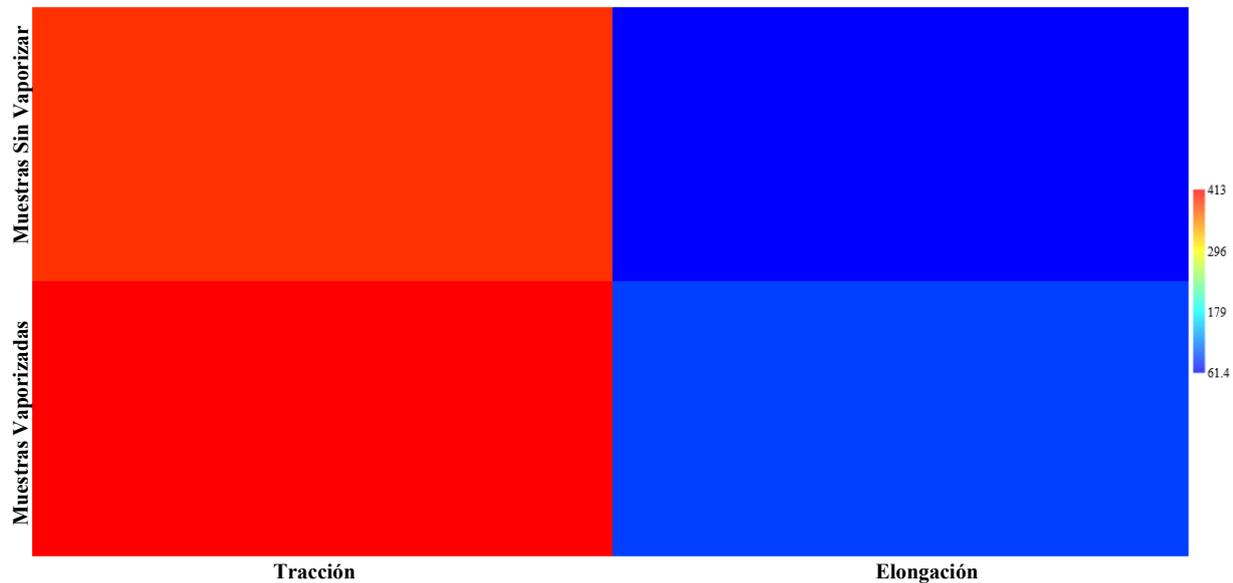
La **Figura 21** indica el comportamiento de la resistencia a la elongación y la tracción promedio en el rizo de las probetas sin vaporizar y aquellas que si se encontraban vaporizadas, denotando un incremento en comparación a sus valores iniciales.

De esta manera, las muestras vaporizadas presentan una mayor resistencia a la tracción, superando en 13,94 N a la muestras sin vaporizar; indicando que el tejido de las probetas vaporizadas soportan más carga antes de romperse.

De igual manera, las muestras vaporizadas indican un aumento del 26,07% en la resistencia a la elongación con respecto a las probetas que no pasaron por la cámara de vaporizado.

Figura 22

Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de acrílico en el liso (Matrix Plot)



La **Figura 22** muestra un gráfico matrix plot que compara los promedios del comportamiento de los calcetines de acrílico sin vaporizar y de los calcetines de acrílico vaporizados en el liso. Las variables analizadas son la fuerza máxima promedio (en Newton) y la elongación promedio (en porcentaje), evaluadas de las cinco probetas.

El modelo matrix plot utiliza colores para representar los valores: mientras más intenso es el color rojo, mayor es la resistencia a la tracción, y mientras más claro es el azul, mayor es el porcentaje de elongación.

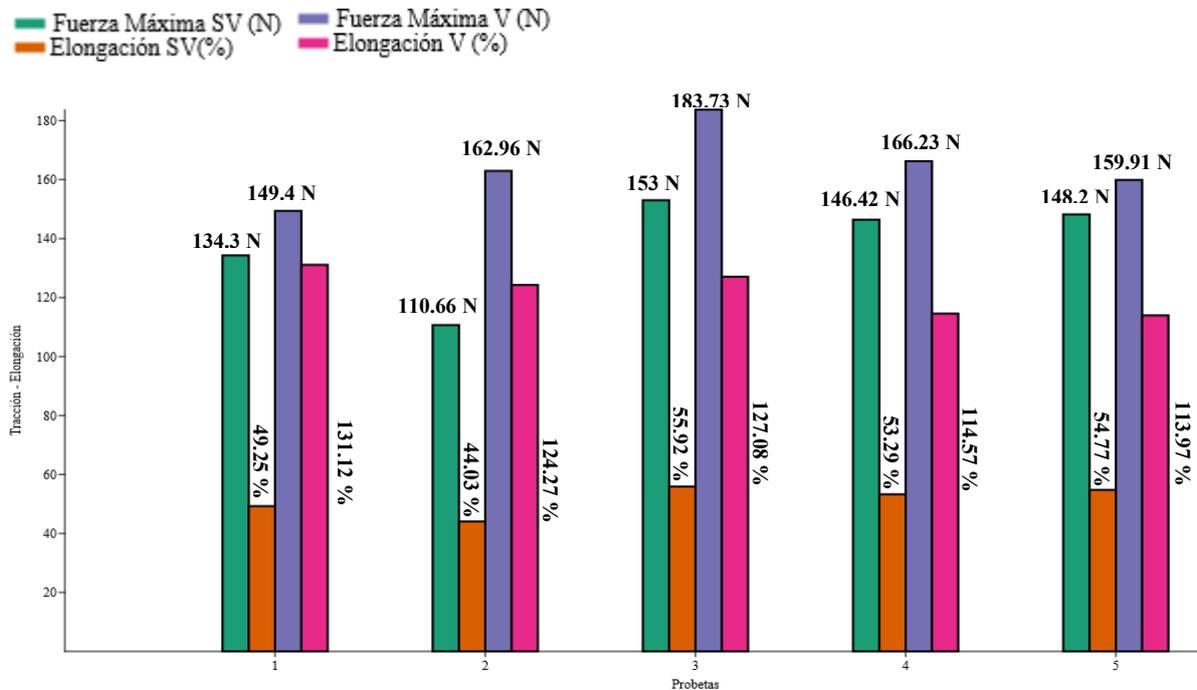
Las muestras sin vaporizar obtuvieron un valor de 390.51 N en la prueba de tracción, representado en el gráfico con un tono rojo anaranjado, lo que indica una alta resistencia, aunque no la más elevada del conjunto. En cuanto a la elongación, alcanzaron un 61.43 %, que se refleja en un azul oscuro, indicando una elongación media dentro de la escala usada en la matriz de colores.

Por su parte, las muestras vaporizadas superaron estos valores: registraron 413.21 N en tracción, lo cual se representa con un rojo intenso en el gráfico, señalando el valor más alto de resistencia. En elongación, alcanzaron un notable 90.7 %, visualizado mediante un azul más claro, que en este gráfico significa mayor capacidad de estiramiento.

- **Análisis e interpretación de resultados de la resistencia a la elongación y tracción de los calcetines de nylon.**

Figura 23

Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de nylon en el rizo



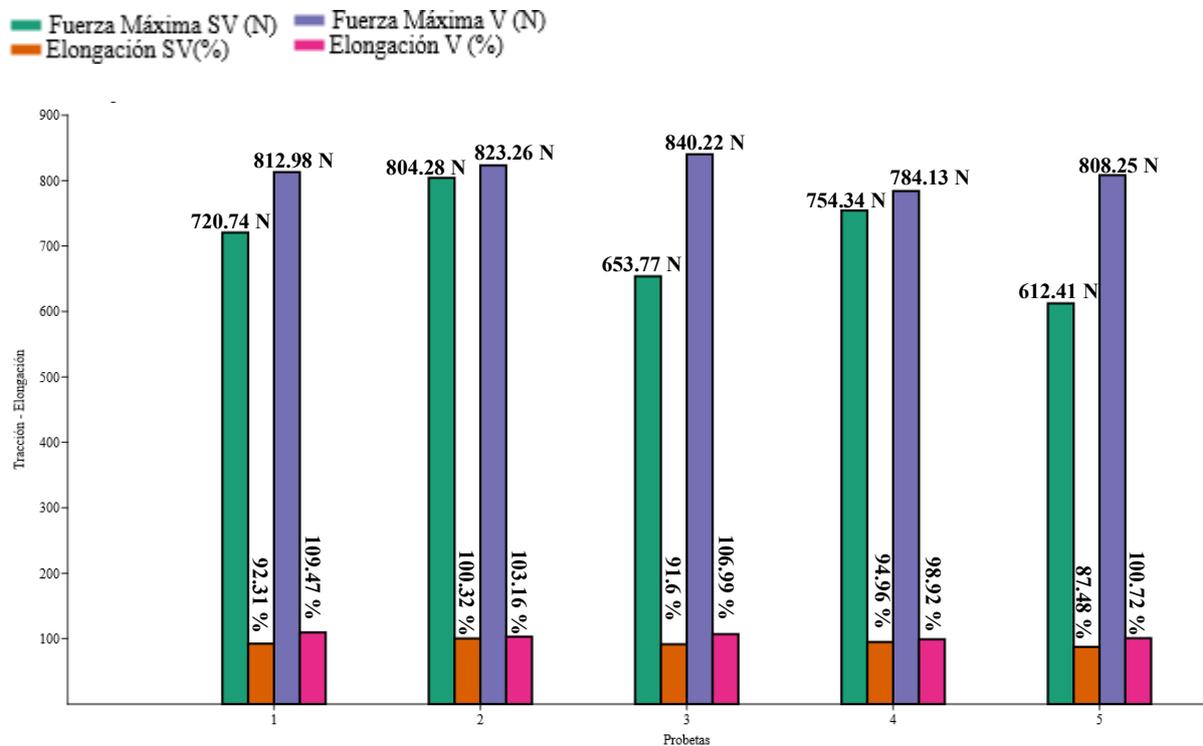
Al observar la **Figura 23**, se aprecia que el nylon vaporizado presenta mayores valores de resistencia a la tracción en el rizo que el nylon sin vaporizar.

De esta manera, podemos observar que la fuerza máxima en los calcetines de nylon sin vaporizar alcanza los 153 N tal como se muestra en la probeta 3; mientras que, los calcetines de nylon vaporizados llega a alcanzar los 183,73 N indicado en la muestra 3.

Con respecto a la elongación, el nylon sin vaporizar logra llegar a un 55,92% de resistencia a la elongación tal como lo revela la probeta 3; de igual manera, los calcetines de acrílico que pasaron por el proceso de vaporizado llega a alcanzar a un valor porcentual del 131,12 tal como se observa en la muestra 1.

Figura 24

Gráfico de barras del resultado de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de nylon en el liso



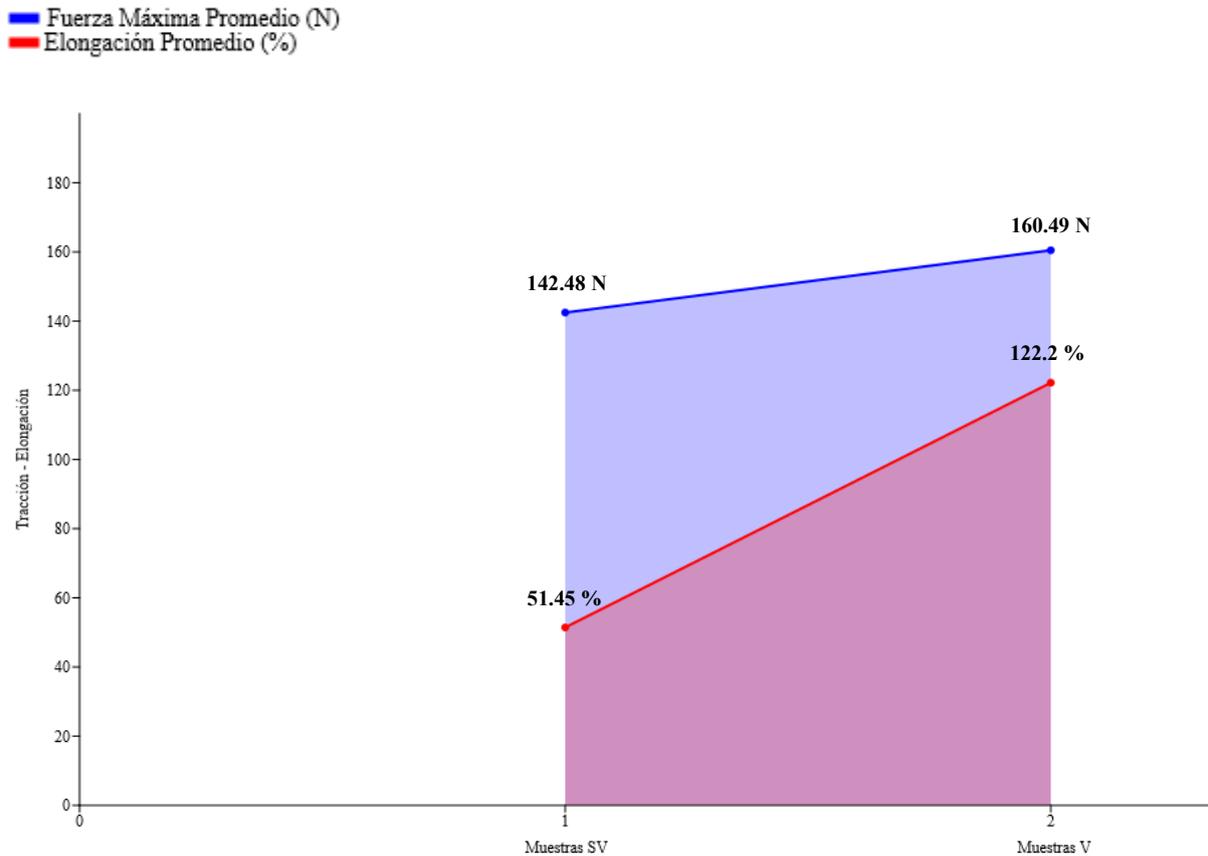
Al observar la **Figura 24**, se aprecia que el nylon vaporizado presenta mayores valores de resistencia a la tracción en el liso que el nylon sin vaporizar.

De esta manera, podemos observar que la fuerza máxima en los calcetines de nylon sin vaporizar alcanza los 804,28 N tal como se muestra en la probeta 2; mientras que, los calcetines de nylon vaporizados llega a alcanzar los 840,22 N indicado en la muestra 3.

Con respecto a la elongación, el nylon sin vaporizar logra llegar a un 100,32% de resistencia a la elongación en el liso tal como lo revela la probeta 2; de igual manera, los calcetines de nylon que pasaron por el proceso de vaporizado llega a alcanzar un valor porcentual del 109,47 tal como se observa en la muestra 1.

Figura 25

Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de nylon en el rizo (Modelo Graph).



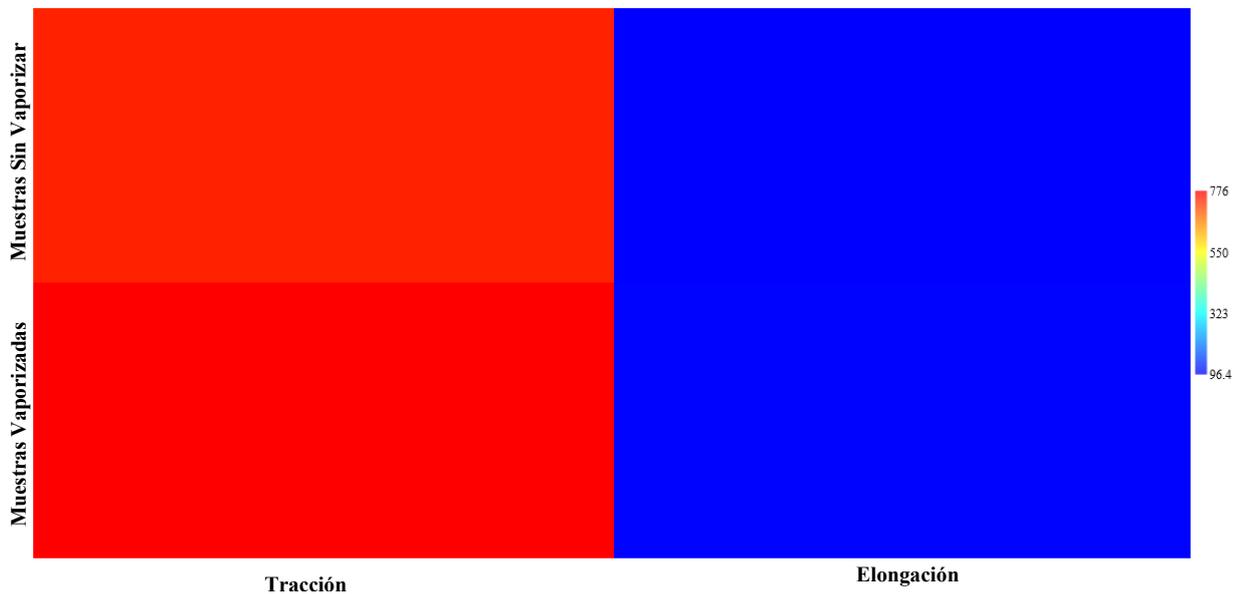
La **Figura 25** indica el comportamiento de la resistencia a la elongación y la tracción promedio en el rizo de las probetas sin vaporizar y aquellas que si se encontraban vaporizadas, denotando un incremento en comparación a sus valores iniciales.

De esta manera, las muestras vaporizadas presentan una mayor resistencia a la tracción, superando en 18,01 N a la muestras sin vaporizar; indicando que el tejido de las probetas vaporizadas soportan más carga antes de romperse.

De igual manera, las muestras vaporizadas indican un aumento del 70,75% en la resistencia a la elongación con respecto a las probetas que no pasaron por la cámara de vaporizado.

Figura 26

Gráfico de resultados de los promedios de la resistencia a la elongación y tracción en calcetines de nylon en el liso (Matrix Plot)



La **Figura 26** muestra un gráfico matrix plot que compara los promedios del comportamiento de los calcetines de nylon sin vaporizar y de los calcetines de nylon vaporizados en el liso. Las variables analizadas son la fuerza máxima promedio (en Newton) y la elongación promedio (en porcentaje), evaluadas de las cinco probetas.

En este tipo de gráfico (matrix plot), los colores rojos más intensos indican mayor resistencia a la tracción, mientras que los tonos azules más claros reflejan una mayor elongación.

Las muestras sin vaporizar alcanzaron una resistencia de 746.4 N, visualizada con un rojo anaranjado, y una elongación de 96.41 %, representada con un azul oscuro. En cambio, las muestras vaporizadas mostraron mejores resultados en ambos aspectos: 776.48 N en tracción, lo que se representa con un rojo más intenso, y 100.78 % en elongación, que aparece con un azul ligeramente más claro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La revisión bibliográfica realizada proporcionó una base sólida de conocimientos, recopilando información relevante de trabajos académicos y artículos especializados. Este análisis permitió identificar los principios fundamentales y las tecnologías utilizadas en sistemas similares, lo que resultó clave para el diseño del prototipo.
- El análisis de las propiedades físicas y químicas de los materiales textiles, como el algodón, el acrílico y el nylon, reveló información importante sobre su comportamiento térmico y su respuesta a procesos de vaporizado. El algodón, al ser una fibra natural no termoplástica, no se funde sino que se carboniza a temperaturas cercanas a los 255 °C, de igual manera presenta una alta resistencia al vaporizado y se recomienda aplicar temperaturas entre 90 y 100 °C; en el caso del acrílico, una fibra sintética, su punto de fusión abarca los 230 °C y puede deformarse si se expone a temperaturas superiores a los 130 °C, pero para el vaporizado, se recomienda una temperatura entre 100 y 120 °C; por su parte, el nylon, también fibra sintética, presenta un punto fusión de 250 °C, es muy sensible al vapor caliente y puede contraerse si se expone a temperaturas superiores a los 110 °C, de tal manera, se recomienda vaporizado entre 90 y 100 °C, en tiempos breves. Estos datos fueron esenciales para fundamentar el diseño del prototipo, permitiendo ajustar variables como la temperatura, el tiempo de exposición y la distribución del vapor según las características específicas de cada material. Este enfoque garantizó que el proceso de vaporización preservara la calidad y funcionalidad de los calcetines.
- El diseño del prototipo integró de manera eficiente los resultados del análisis textil, logrando una distribución uniforme del calor y un control de la temperatura; la tubería fue colocada en forma de “U” invertida alrededor de la parte central de la CV para poder llegar a todas partes, es decir desde la puntera hasta el elástico; la tubería para el flujo de vapor colocada en la cámara de vaporizado es de acero galvanizado con un diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada, misma que consta de salidas de vapor con una separación de 5 cm cada una. La cámara diseñada también permitió optimizar el tiempo de exposición de los calcetines al vapor, asegurando un proceso de vaporizado efectivo. A nivel industrial, fabricantes reconocidos como Brückner y Monforts han estandarizado el diseño cuadrado o rectangular en sus cámaras de vaporizado por su eficiencia térmica, por esta razón la cámara adopta una forma rectangular de 1m de alto x 0,60 m de ancho

x 0,75 m de profundidad; misma que consta de válvula de media vuelta para la purga, drenando el excedente de condensado del interior hacia el exterior por una tubería de acero inoxidable con un diámetro de ½ pulgada; de igual manera consta de una tubería en acero inoxidable de ½ pulgada para el libre desfogue del vapor evitando una peligrosa descompresión; también lleva una válvula de media vuelta en acero inoxidable de ¾ de pulgada como desfogue regulable de vapor por medida de emergencia. Este equilibrio entre la funcionalidad técnica y las necesidades del proceso productivo demuestra la viabilidad del prototipo como una solución práctica y eficiente para la industria de confección de calcetines.

- Los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia a la tracción y elongación de los calcetines elaborados con algodón (Co), acrílico (PAN) y nylon (PA), tanto en tejido rizo como liso, bajo la norma ISO 13934-1, permiten identificar notables diferencias entre los materiales y condiciones de vaporización aplicadas. En general, se evidencia que los calcetines vaporizados presentan mejores desempeños en ambas propiedades mecánicas, en comparación con los no vaporizados. En cuanto al algodón, el tejido liso alcanzó mayor resistencia (401,67 N vaporizado y 376,97 N sin vaporizar) y elongación (52,04 % y 48,97 %, respectivamente) frente al tejido rizo (182,01 N y 152,79 N; 47,63 % y 43,35 %), demostrando que el proceso de vaporizado influye considerablemente en el comportamiento del material. Respecto al acrílico, se observó un aumento importante en la elongación del tejido rizo al vaporizarse (65,26 % frente a 39,19 %), de la misma manera, la tracción en el tejido rizo vaporizado mejoró en comparación a las muestras sin vaporizar (156,98 N frente a 143,04 N respectivamente), mientras que en tejido liso los valores también mejoran (413,21 N y 90,7 % vaporizado frente a 390,51 N y 61,43 % sin vaporizar), lo cual sugiere que la vaporización optimiza de forma notable tanto la resistencia como la capacidad de estiramiento del material. Finalmente, el nylon mostró los resultados más altos en todos los ensayos; en tejido liso, la resistencia llegó a 776,48 N y la elongación a 100,78 % al ser vaporizado con respecto a los 746,4 N y 96,41% sin vaporizar, superando ampliamente al tejido rizo (160,49 N y 122,2 % vaporizado contra los 142,48 N y 51,45% no vaporizadas). Además, incluso sin tratamiento, los valores del nylon fueron superiores a los de algodón y acrílico, lo que reafirma su eficiencia mecánica.
- A través del uso de herramientas estadísticas PAST4, se evaluó la confiabilidad de los resultados obtenidos en las pruebas de tracción y elongación aplicadas a calcetines de

algodón (Co), acrílico (PAN) y nylon (PA), utilizando una temperatura de 100 °C y un tiempo de 30 segundos, con el fin de valorar el impacto del proceso de vaporizado frente a las muestras sin tratar. Los datos revelan que todos los materiales evaluados experimentaron mejoras en sus propiedades mecánicas tras la vaporización. En cuanto a los resultados de tracción y elongación se puede resumir: Los calcetines de algodón vaporizados en liso tienen mayor resistencia que los no vaporizados en 6,39% y un incremento de la elongación en 5,96%, en tanto que tejido rizo vaporizado se incrementa la resistencia a la tracción en 16,49% y en elongación 8,98%; en los calcetines sometidos a la cámara de vapor de acrílico en liso existen un aumento de la resistencia a la tracción en 5,49% y en elongación 32,27%, en tanto que en el tejido con rizo vaporizado se incrementa la resistencia a la tracción en 8,88% y en elongación 39,95%; finalmente en los calcetines de nylon liso vaporizados el incremento de la resistencia a la tracción es de 3,87% y de elongación 4,34%, y en tejido rizo vaporizado la tracción aumenta 11,22% y la elongación 57,89%. Los resultados estadísticos confirman que el proceso de vaporizado mejora de manera confiable las propiedades de los calcetines; validando así el proceso de vaporización de calcetines en el prototipo de cámara de vaporizado.

Recomendaciones

- Realizar pruebas con diferentes tiempos de vaporizado en calcetines de liso y rizo de algodón, acrílico y nylon, para investigar cuál serían otras temperaturas óptimas para conseguir mejores resistencias a la tracción y de elongación.
- Realizar pruebas para investigar porcentajes de encogimiento en diferentes tipos de medias fabricadas con distintas materias primas al aplicarles el vaporizado.
- Realizar posibles mejoras tecnológicas a la cámara de vaporizado, para una mejor eficiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Bibliografía**

ACEROCENTER. (2021). *Laminas de Acero*. Obtenido de ACEROCENTER:
<https://acerocenter.com.ec/wp-content/uploads/2021/06/Laminas-de-acero.pdf>

Acerocenter. (05 de Agosto de 2022). *Planchas Metálicas*. Obtenido de Acerocenter Soluciones para Construir: https://acerocenter.com.ec/wp-content/uploads/2022/08/5.-Planchas-Metalicas-comprimido_compressed.pdf

Balseca, G. (2006). *Diseño y construcción de un modelo de vaporizador solar para esterilizado de implementos quirúrgicos en subcentros de salud del área rural*. Sangolquí: Repositorio ESPE. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/267/6/T-ESPE-014363.pdf>

Basra, S., Asfand, N., Azam, Z., Iftikhar, K., & Irshad, M. (2020). Analysis of the factors affecting the dimensional stability of socks using full-factorial experimental design method. *Revista de fibras y tejidos de ingeniería*, 10. doi:<https://doi.org/10.1177/1558925020948219>

Benavides, K. (2017). *Acabado Antibacterial En Calcetines De Acrilico Con Triclosán*. Ibarra: Repositorio UTN. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6615/1/04%20IT%20192%20TRA BAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Cajal, A. (2017). *Investigación de Campo: Características, Tipos, Técnicas y Etapas*. Obtenido de <https://s9329b2fc3e54355a.jimcontent.com/download/version/1545253266/module/9548087369/name/Investigaci%C3%B3n%20de%20Campo.pdf>

Carlosama, A. (2023). *Evaluación de la resistencia a la llama de un acabado con bórax en calcetines 100% algodón para trabajo, por el método de pulverizado*. Ibarra: Repositorio UTN. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13547/2/04%20IT%20321%20TRABAJO%20DE%20GRADO.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*. Loja: Repositorio Digital UNL. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10652/1/TESIS%20FINAL.pdf>

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Imprenta del Gobierno. Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Demitex. (07 de Julio de 2021). *¿Conoces los procesos para la producción de medias y calcetines?* Obtenido de DEMITEX: <https://demitex.com.pe/2021/07/07/conoces-el-procedimiento-para-la-produccion-de-medias-y-calcetines/>

Demitex. (07 de Julio de 2021). *¿Conoces los procesos para la producción de medias y calcetines?* Obtenido de DEMITEX: <https://demitex.com.pe/2021/07/07/conoces-el-procedimiento-para-la-produccion-de-medias-y-calcetines/>

Eurolab. (s.f.). *ISO 13934-1 Textiles - Propiedades de tracción de los tejidos - Parte 1: Determinación del alargamiento a la fuerza máxima y máxima utilizando el método de la tira*. Obtenido de Eurolab Laboratory Services: <https://www.eurolab.net/es/testler/tekstil-testleri/iso-13934-1-tekstiller-kumaslarin->

cekme-ozellikleri-bolum-1-serit-yontemi-kullanilarak-maksimum-kuvvette-ve-
maksimum-kuvvette-uzamanin-belirlenmesi/

Gualpa, E. (2019). *Análisis de demanda y eficiencia energética en el portador eléctrico del proceso de termofijado en una industria textil*. Latacunga: Repositorio UTC. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5687/1/PI-001143.pdf>

H2O TEK. (2022). *Generador de Vapor*. Obtenido de H2O TEK: <https://h2otek.com/tienda/>

Hashan, M., Hasan, F., Khandaker, R., Karmaker, K., Deng, Z., & Zilani, M. (2017). Functional Properties Improvement of Socks Items Using Different Types of Yarn. *International Journal of Textile Science*, 9. Obtenido de <http://article.sapub.org/10.5923.j.textile.20170602.02.html>

Hidalgo, E. (2022). *Diseño y construcción de una máquina para planchado industrial de prendas de vestir, en la Asociación de Confecciones Hidalgo Hermanos "ASOCONHIHER"*. Ambato: Repositorio UTA. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/34707/1/Tesis%20I.M.%20673%20-%20Hidalgo%20Silva%20Edison%20Enrique%20-%20Mec%c3%a1nica.pdf>

Jaya, F. (2015). *Estudio de los parámetros de diseño térmico y su influencia en la calidad del planchado de calcetines deportivos*. Ambato: Repositorio UTA. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21747/1/Tesis%20I.M.%20319%20-%20Jaya%20S%c3%a1nchez%20Fernando%20Germ%c3%a1nico.pdf>

Lucero, M. (2023). *Evaluación del cambio dimensional en el lavado de calcetines deportivos confeccionados con hilos de algodón, acrílico y bambú*. Ibarra: Repositorio UTN. Obtenido de <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15132/2/04%20IT%20360%20Tesis.pdf>

- Martos, F., Rivera, J., & Ochoa, O. (2004). *Mozos/as Limpiadores/ras del Cabildo Insular de la Gran Canaria*. Sevilla: Mad, S.L. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=URj8C599TkYC&lpg=PA2&hl=es&pg=PA2#v=onepage&q&f=false>
- Matos, A. (2015). *Investigación Bibliográfica: Definición, Tipos, Técnicas*. Obtenido de <https://s9329b2fc3e54355a.jimcontent.com/download/version/1545253266/module/9548086969/name/Investigaci%C3%B3n%20Bibliogr%C3%A1fica.pdf>
- Mejía, F. (2015). *Programa de Textilización*. Philadelphia: Philadelphia Textile University. Obtenido de <https://programadetextilizacion.blogspot.com/>
- Morales, V. (2016). *Estudio del proceso de planchado permanente para mejorar la calidad del producto calcetines aplicado a microempresas*. Ambato: Repositorio UTA. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20280/1/Tesis%20I.M.%20315%20-%20Morales%20Roalino%20Vanessa%20Fernanda.pdf>
- Moran, M. (2015). *Optimización de procesos en la fábrica de calcetines MEMOTEX, mediante la utilización del molde MRPII*. Quito: Repositorio UTE. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5438>
- Neill, D., & Cortéz, L. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. Machala: UTMACH. Obtenido de <https://www.studocu.com/cl/document/universidad-de-santiago-de-chile/tecnicas-de-investigacion-ii/cap4-investigacion-cuantitativa-y-cualitativa/25326667>
- Olmos, M. (2015). *Sistema de planchado industrial automático*. Cartagena : Repositorio UPCT. Obtenido de

<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4347/pfc5885.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, D., & Rubio, O. (2014). *Diseño del sistema de distribución de vapor y selección del caldero para el hospital San Juan de Dios*. Cuenca: Repositorio UPS. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7026/6/UPS-CT003710.pdf>

Termolegno. (04 de Agosto de 2017). *Cámaras de Vaporización VAP*. Obtenido de Termolegno Srl: <https://www.termolegno.com/spa/steaming-kilns-vap>

Truper. (2020). *Equipos para Soldar*. Obtenido de Truper: <https://www.truper.com/herramientas/maquinas-electricas/maquinas-para-soldar>

ANEXOS

Anexo 1

Elaboración del prototipo de cámara de vaporizado



Anexo 2

Proceso de vaporizado



Anexo 3

Análisis en laboratorio del proceso de vaporizado

