



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

INFORME FINAL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN

CURRICULAR, MODALIDAD PRESENCIAL

TEMA:

**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN
TEJIDO PLANO DE ALGODÓN 100% AL APLICAR SOSA CÁUSTICA (NaOH) POR
EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO”**

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

Línea de investigación: Producción Industrial y Tecnología Sostenible.

Autor (a): Gaibor Puente Michael Esteban

Director: MSc. Chugá Chamorro Valeria Verónica

Ibarra - 2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento al Art. 144 de la Ley de Educación Superior, pongo a disposición el presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte con el propósito de su publicación en el Repositorio Digital Institucional, mediante la cual proporciono la siguiente información:

DATOS DEL AUTOR			
CÉDULA DE IDENTIDAD:		172059760-6	
APELLIDOS Y NOMBRES:		Gaibor Puente Michael Esteban	
DIRECCIÓN:		Ibarra	
EMAIL:		megaiborp@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0979224486
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN TEJIDO PLANO DE ALGODÓN 100% AL APLICAR SOSA CÁUSTICA (NaOH) POR EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO”		
AUTOR:	Gaibor Puente Michael Esteban		
FECHA:	04/03/24		
PROGRAMA:	Pregrado <input checked="" type="checkbox"/> Posgrado <input type="checkbox"/>		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil		
DIRECTOR:	MSc. Chugá Chamorro Valeria Verónica		

CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 4 días del mes de marzo de 2024

EL AUTOR:

Firma:  _____

Nombre: Gaibor Puente Michael Esteban

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 28 de febrero de 2024

MSc. Chugá Chamorro Valeria Verónica

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN CURRICULAR

Certifica:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Investigación 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.

MSc. Chugá Chamorro Valeria Verónica

C.C.: 040173225-0

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador del trabajo de integración curricular “**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN TEJIDO PLANO DE ALGODÓN 100% AL APLICAR SOSA CÁUSTICA (NaOH) POR EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO.**” Elaborado por **Gaibor Puente Michael Esteban**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Textil**, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

.....

MSc. Chugá Chamorro Valeria Verónica

C.C.: 040173225-0

.....

MSc. Esparza Encalada Willam Ricardo

C.C.: 100158901-7

DEDICTORIA

Con Amor Incondicional y Fraternal el presente trabajo de investigación se lo dedico a mi familia que gracias a sus consejos y palabras de aliento crecí como persona. A mis padres por su apoyo, confianza y amor.

Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi padre por brindarme los recursos necesarios juntamente con mi tía, por estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre.

A mi madre quien a pesar de estar supervisándome desde el cielo me enseñó a ser más fuerte y una mejor persona a través de su legado brindándome su aliento.

Gaibor Puente Michael Esteban

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, salud, cuidarme y guiarme durante mi etapa universitaria, porque sin su bendición nada de esto hubiese sido posible, por supuesto quiero agradecer a mi padre y mi tía, Gonzalo Gaibor y Violeta Puente, por su cariño, amor, comprensión, consejos, confianza y apoyo incondicional que me supieron brindar en la trayectoria estudiantil.

A mis abuelitos y principalmente a mi tío Ing. Marcelo Puente quienes siempre estuvieron ahí para guiarme y apoyarme económicamente como emocionalmente, mil gracias.

Agradezco también a la MSc. Elsa Mora, por ser un referente importante en el desarrollo de mi aprendizaje, por su paciencia, por sus palabras de aliento, por su permanente preocupación durante el desarrollo del proyecto. Además, mil gracias por compartir sus conocimientos, experiencias, sabiduría y por su buena voluntad de ayudar.

Sin duda quiero agradecer a la Universidad Técnica de Norte en especial a la Carrera de Textiles, y a cada uno de los docentes quienes supieron guiarnos por el buen camino con sus enseñanzas, conocimientos y valores en mi formación personal y profesional.

Gaibor Puente Michael Esteban

RESUMEN

La industria textil alrededor del mundo se encuentra en constante crecimiento, además se halla influenciada por los constantes avances tecnológicos y desarrollos impulsados para este sector. Por tal motivo, la presente investigación tuvo como objetivo el evaluar la resistencia a la tracción y elongación mediante la norma ISO 13934-2:2014 de un tejido plano de algodón 100%, al aplicar sosa cáustica (NaOH) por el método de agotamiento, a fin de mejorar las propiedades físicas y mecánicas. Para ello, se consideró un total de 40 muestras del tejido divididas en urdimbre y trama, las cuales fueron sometidas al proceso de agotamiento con (NaOH), a partir de, las diferentes concentraciones de 25, 28 y 32 Grados Baumé. En cuanto a la metodología se aplicó una investigación exploratoria y experimental, los instrumentos utilizados como soporte para la investigación fueron, el equipo IR Dyer y dinamómetro. Los resultados evidenciaron que, al someter el sustrato bajo una concentración de 25 °Be de (NaOH) y a una temperatura de 60°C, el mejor resultado se dio sobre la probeta M_3 en sentido de urdimbre, con un valor de 735 (N) de fuerza, lo que demuestra un incremento del 1.80% en la resistencia a la tracción, respecto a las diferentes muestras ensayadas. Se debe mencionar, que para el caso de la elongación se reflejó una tendencia de estabilización en 59.71% sobre el tejido que no cuenta con ningún tratamiento y siendo más notorio se sentido de trama.

Palabras Clave: Sosa Cáustica, Tracción, Elongación, Agotamiento.

ABSTRACT

The textile industry around the world is constantly growing and is influenced by the constant technological advances and developments in this sector. For this reason, the present research aimed to evaluate the tensile strength and elongation by ISO 13934-2:2014 of a 100% cotton flat fabric, by applying caustic soda (NaOH) by the exhaustion method, in order to improve the physical and mechanical properties. For this purpose, a total of 40 samples of the fabric divided into warp and weft were considered, which were subjected to the exhaustion process with (NaOH), starting from, the different concentrations of 25, 28 and 32 Degrees Baumé. Regarding the methodology, an exploratory and experimental research was applied, the instruments used as support for the research were the IR Dyer equipment and dynamometer. The results showed that when the substrate was subjected to a concentration of 25 °Be of (NaOH) and a temperature of 60°C, the best result was obtained on the M3 specimen in the warp direction, with a value of 735 (N) of force, which shows an increase of 1.80% in the tensile strength, with respect to the different samples tested. It should be mentioned that in the case of elongation, a stabilization tendency of 59.71% was reflected on the fabric without any treatment, being more representative on the weft cut.

Keywords: Caustic Soda, Traction, Elongation, Exhaustion.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Introducción	1
Descripción del tema.....	1
Antecedentes.....	2
Importancia del estudio	4
Objetivo general.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Caracterización del sitio del proyecto.....	5
CAPITULO I.....	7
1. ESTADO DEL ARTE.....	7
1.1. Estudios previos	7
1.1.1. Estudio de la aplicación de sosa cáustica en el tejido plano algodón 100%	7
1.2. Marco Legal.....	9
1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte	9
1.2.3. Tulsma.....	10
1.3. Marco Conceptual	11
1.3.1. Aplicación de sosa cáustica en textiles	11
1.3.2. Resistencia a la tracción mediante el tratamiento con sosa cáustica	12
1.3.3. Tipos de acabados con sosa cáustica	13
1.3.3.1. El Descrude	14

1.3.3.2. El blanqueo.....	14
1.3.3.3. El mercerizado.....	14
1.3.3.4. Usos.....	14
1.3.3.5. Dosis.....	15
1.3.4. Procesos de aplicación de la sosa Caustica por método de agotamiento.....	15
CAPITULO II.....	16
2. METODOLOGÍA.....	16
2.1. Diseño, técnicas e instrumentos de la investigación.....	16
2.2. Enfoque de investigación.....	17
2.3. Tipos de investigación a aplicar.....	17
2.3.1. Investigación Exploratoria.....	17
2.3.2. Investigación Experimental.....	17
2.3.3. Investigación Cuantitativa.....	18
2.4. Flujograma de Proceso.....	18
2.4.1. Flujograma General.....	18
2.4.2. Flujograma muestral.....	19
2.5. Equipos y Materiales.....	20
2.5.1. Sosa Cáustica (NaOH).....	21
2.5.2. Peróxido de hidrógeno.....	21
2.5.3. Detergente no iónico.....	22

2.5.4.	Tejido plano algodón 100%.....	23
2.5.5.	IR Dyer.....	24
2.5.5.1.	Especificaciones de la máquina.....	24
2.5.6.	Dinamómetro Titan 5 James Heal	26
2.5.7.	Norma ISO: 13934-2:2014.....	27
2.5.7.1.	Etapas del proceso.....	28
2.5.8.	Procedimiento.....	28
2.5.8.1.	Corte de muestras tejido plano 100% algodón	28
2.5.8.2.	Los pesos obtenidos de urdimbre y trama para evaluar a 25°Be.....	29
2.5.8.3.	Los pesos obtenidos de urdimbre y trama para evaluar a 28°Be.....	30
2.5.8.4.	Los pesos obtenidos de urdimbre y trama para evaluar a 32°Be.....	31
2.6.	Datos y resultados de descruce.....	32
2.6.1.1.	Descruce de tejido plano 100% algodón.....	33
2.6.1.2.	Curva de proceso de descruce	34
2.6.1.3.	Proceso de agotamiento con sosa cáustica	34
2.6.1.4.	Proceso de secado	37
2.6.1.5.	Proceso de análisis de resultados.....	37
CAPÍTULO III.....		38
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	38
3.1.	Resistencia a la atracción y elongación.....	38

3.1.1.	Análisis de la resistencia a la tracción y elongación de tejido crudo.....	38
3.1.2.	Análisis de la resistencia a la tracción y elongación de tejido a 25°Be	41
3.1.3.	Análisis de la resistencia a la tracción y elongación de tejido a 28°Be	44
3.1.4.	Análisis de la resistencia a la tracción y elongación de tejido a 32 °Be	48
3.2.	Análisis de la normalidad de los datos	53
3.1.	Análisis de la varianza.....	56
CAPÍTULO IV		58
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
4.1.	Conclusiones.....	58
4.2.	Recomendaciones	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		60
ANEXOS		63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Líneas de Investigación Universidad Técnica del Norte	10
Tabla 2 Diseño técnicas e instrumentos	16
Tabla 3 Propiedades Físicas NaOH	21
Tabla 4 Propiedades Físicas H ₂ O ₂	22
Tabla 5 Grado de compatibilidad tensoactivos no iónicos.....	23
Tabla 6 Características generales del tejido plano algodón 100%	24
Tabla 7 Características de ensayos y materiales.....	27
Tabla 8 Pesos de muestras 1 - 5 en sentido de urdimbre para descruce.	29
Tabla 9 Pesos de muestras 1 - 5 en sentido trama para descruce	30
Tabla 10 Pesos de muestras 6 - 10 en sentido urdimbre para descruce	30
Tabla 11 Pesos de muestras 6 - 10 en sentido trama para descruce.....	31
Tabla 12 Pesos de muestras 11 - 15 en sentido urdimbre para descruce	31
Tabla 13 Pesos de muestras 11 - 15 en sentido trama para descruce.....	32
Tabla 14 Dosificación de receta de descruce	33
Tabla 15 Grados Baumé de la sosa cáustica.....	35
Tabla 16 Resultados del análisis sobre el tejido plano crudo en urdimbre y trama.....	39
Tabla 17 Resultados del análisis del tejido a 25°Be y 60°C	42
Tabla 18 Resultados del análisis sobre el tejido plano algodón 100% a 28° Be	45
Tabla 19 Resultados del análisis sobre el tejido plano a 32° Be y una temperatura 80°C.....	48
Tabla 20 Análisis de la normalidad de los datos para la urdimbre	54
Tabla 21 Análisis de la normalidad de los datos para la trama	54
Tabla 22 Análisis de la varianza de la urdiembre sobre el tejido crudo, 25, 28 y 32°Be	56
Tabla 23 Análisis de la varianza de trama sobre el tejido crudo, 25, 28 y 32 °Be	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la Planta Textil UTN.....	6
Figura 2 Flujograma general de procesos para el proceso de agotamiento con sosa cáustica....	19
Figura 3 Flujograma muestral	20
Figura 4 IR Dyer	25
Figura 5 Dinamómetro Titan 5 James Heal	26
Figura 6 Curva de descruce de tejido plano de algodón 100%.....	34
Figura 7 Curva del proceso de agotamiento a 25 °Be	35
Figura 8 Curva del proceso de agotamiento a 28 ° Be	36
Figura 9 Curva de proceso de agotamiento a 32 °Be	36
Figura 10 Gráfico comparativo fuerza (N) y elongación (%) tejido crudo	40
Figura 11 Gráfico de fuerza (N) vs extensión (%) muestras tejido crudo	40
Figura 12 Gráfico comparativo fuerza (N) y elongación (%) a 25°Be.....	43
Figura 13 Gráfico de fuerza (N) vs extensión (%) muestras tejido a 25°Be	44
Figura 14 Gráfico comparativo fuerza (N) y elongación (%) a 28°Be.....	46
Figura 15 Gráfico de fuerza (N) vs extensión (%) muestras tejido a 28 °Be	47
Figura 16 Gráfico comparativo fuerza (N) y elongación (%) a 32°Be.....	49
Figura 17 Gráfico de fuerza (N) vs extensión (%) muestras tejido a 32 °Be	50
Figura 18 Gráfico comparativo fuerza (N) y elongación (%).....	51

INTRODUCCIÓN

Descripción del tema

La siguiente investigación se centra en la evaluación de la resistencia a la tracción y elongación en un tejido plano 100% algodón, para lo cual se utilizó un tratamiento con sosa cáustica (NaOH), utilizando el proceso de agotamiento.

El hidróxido de sodio (NaOH), o conocido también como sosa cáustica, se utiliza mayoritariamente en la Industria, dentro de sus propiedades químicas se destaca por ser alcalina, corrosiva, que absorbe la humedad y el dióxido de carbono del aire, así como la capacidad para descomponer las proteínas a temperatura ambiente. Es un sólido cristalino sin olor y se lo puede encontrar en forma líquida, sólida, en perlas y escamas.

La sosa cáustica (NaOH), puede ser utilizada en diferentes etapas de fabricación de un producto textil, pero donde más se aplica es en la industria textil durante el proceso de descruce y mercerizado.

Dicho proceso de mercerizado tiene como objetivo modificar la estructura de la celulosa de un tejido de la fibra del algodón, permitiendo que las cadenas se ordenen de mejor manera y en consecuencia amplificando la resistencia del tejido y de esta forma prolongando su durabilidad.

En el proceso de mercerizado, se generan cambios en el tejido, pues al ingresar la sosa cáustica (NaOH) a las fibras promueve y mejora la orientación en las microfibrillas. A esta reacción, se les conoce como “álcali-celulosa”; y una vez obtenido este resultado se procede a lavar el material tratado para eliminar el excedente del sustrato.

Como primer aspecto para comprender y analizar la resistencia a la tracción y elongación del tejido plano 100% algodón, es pertinente desarrollar un correcto procedimiento de “descruce”,

el cual permite la eliminación de materias extrañas para posteriormente aplicar sosa cáustica (NaOH) en concentraciones de 25, 28 y 32 grados Baumé.

Finalmente, se aplicará mediante el proceso de agotamiento con el álcali, a fin de que permita realizar una comparación entre el tejido tratado y otro sin tratar. Todos estos análisis de parámetros, se los realizará utilizando el dinamómetro aplicando la Norma ISO 13934-2:2014, este instrumento forma parte de los equipos de laboratorio de la Carrera de Textiles, de la Universidad Técnica del Norte.

Antecedentes

Basado en investigaciones previas, la sosa cáustica (NaOH) aplicando el proceso de mercerizado provoca el incremento circular de las fibras textiles, mejorando de esta forma la capacidad de absorción del colorante, aumentando su brillo. Sin embargo, su cualidad más notoria es la estabilidad que da a las fibras, lo que mejora considerablemente la resistencia a la tracción (Rivera A. R., 2004).

Además, varios autores evidencian que, mediante la utilización de la sosa cáustica (NaOH), al aplicar sobre fibras, hilos y tejidos, se facilita llevar un proceso de tratamiento textil adecuado en todas las diferentes etapas de producción del algodón, quienes recomiendan utilizar en concentraciones de 28 y 34 °Be.

Durante la aplicación de la sosa cáustica, las fibras del algodón tienden hincharse, lo que favorece a reducir las dimensiones ocasionando que aumente la resistencia de las fibras.

Por otro lado, los autores (Yong Ju Yun a, Hyun Joo Lee a, Tae Hyeong Son b, Hyeontae Son b, Yongseok Jun c, 2019) manifiestan que el resultado sobre la mercerización es un proceso de

pretratamiento para aumentar las cualidades del tejido de algodón 100% siendo estas las siguientes: el brillo, la resistencia y la capacidad de teñido de las fibras.

Según (Solé, 2022), la mercerización altera la estructura química de la fibra de algodón, convirtiendo la celulosa en una estructura polimorfa, efecto que resulta ser más favorable ya que aumenta la superficie total de la fibra y su reflectancia, otorgando así más brillo y un tacto más suave al hilo y tejido resultante.

Como resultado, se puede señalar que la mercerización es un proceso de pretratamiento, donde las estructuras químicas y físicas de las fibras se modifican, lo cual conlleva a generar una fina y protectora capa de silicona encima del sustrato de algodón 100%.

A través del proceso de mercerización, según (EUROLAB, 2019), se puede conseguir una mejor permeabilidad, evitando que las fibras de un tejido de algodón se encojan menos al ser sometidas a los métodos de lavados. Así como permite mantener su forma y aumentar en general la afinidad de las fibras al teñido, también refuerza la profundización de colores y el aumento del brillo.

En el transcurso de este procedimiento, la fibra experimenta cambios en su estructura química y física, dando lugar a la formación de una delgada capa protectora de silicona que recubre la fibra de algodón. Esta capa confiere a la fibra una marcada afinidad por la humedad, permitiéndole absorber con facilidad soluciones de colorantes. Como consecuencia de esta propiedad, se puede propiciar la generación de soluciones de sosa cáustica (NaOH) con diversas concentraciones durante el proceso (Petronaftco, 2023).

Importancia del estudio

La investigación se centra en determinar cómo la aplicación de sosa cáustica (NaOH) por el método de agotamiento afectará la resistencia a la tracción y la elongación de un tejido plano, compuesto al 100% de algodón. Esto implica estudiar si el proceso químico, comúnmente utilizado en la industria textil tiene una influencia sobre las propiedades mecánicas del tejido, concretamente en su capacidad para soportar fuerzas de tracción y estiramiento.

Esta evaluación es fundamental para comprender el alcance que pueden tener los procesos de acabado en las características físicas de los textiles de algodón, lo que, a su vez, puede tener implicaciones en la calidad y durabilidad de los productos textiles y en la sostenibilidad de los procesos de producción tales como:

- Aumento de la estabilidad dimensional
- El aumento de la resistencia
- Facilita la afinidad de los colorantes

La sosa cáustica (NaOH) también libra un papel en el proceso para blanquear los tejidos, donde opera como agente oxidante; por consiguiente, la utilización favorece en la capacidad de mejorar los tejidos, vigilando los grados Baumé previamente evaluados en investigaciones anteriores (Echemi, 2022).

(Asolengin, 2020) menciona que la adecuada aplicación del proceso, también la dosificación de la sosa cáustica (NaOH), permitirá optar por un factor favorable en el tratamiento; ayuda a obtener mayores beneficios, tanto en el sector productivo como en el sector social, ya que al mejorar las capacidades de las fibras estas podrán durar más tiempo y a su vez permite disminuir los residuos de las prendas o tejidos desechados.

Objetivo general

- Evaluar la resistencia a la tracción y elongación de un tejido plano de algodón 100% al aplicar sosa cáustica (NaOH) por el método de agotamiento.

Objetivos Específicos

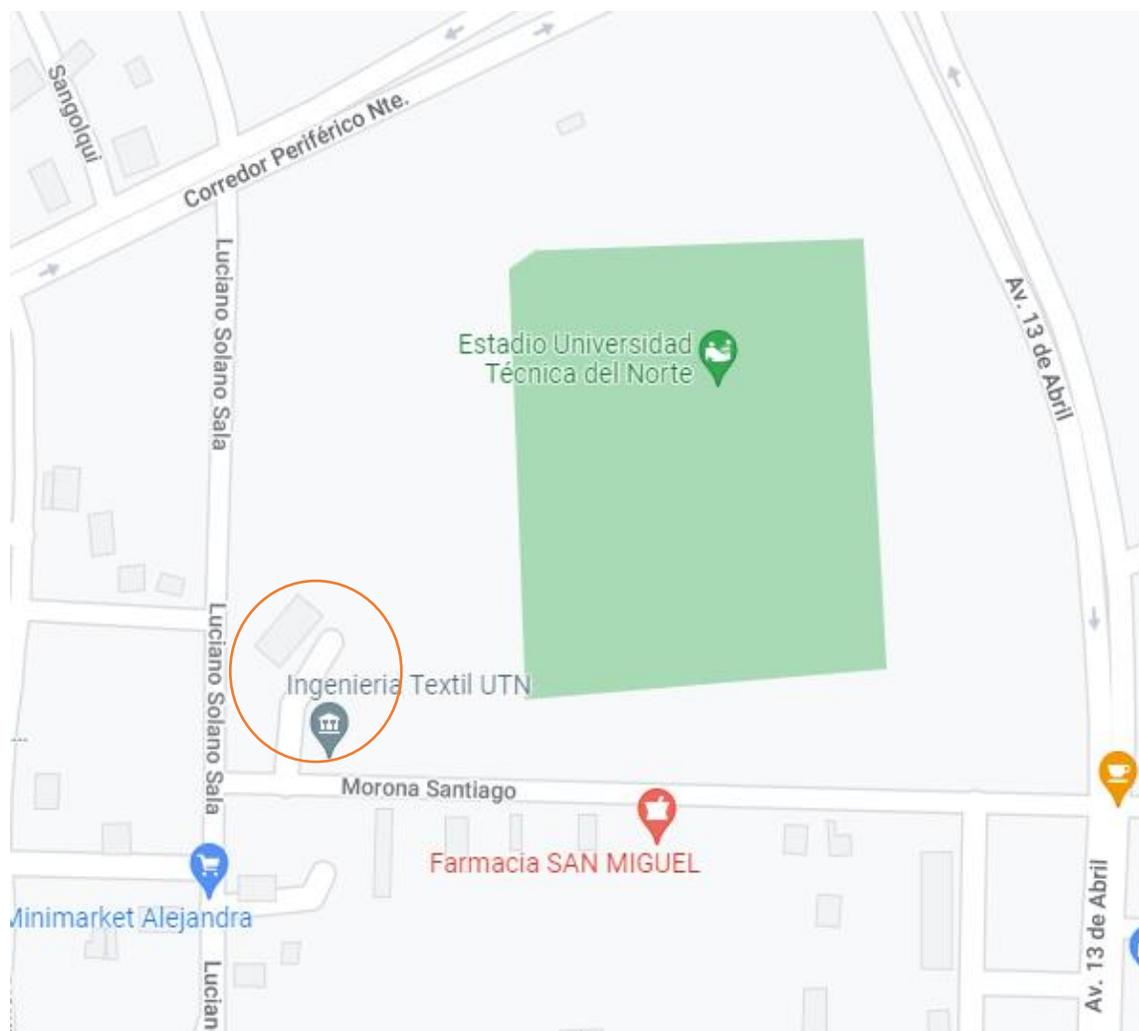
- Investigar en fuentes bibliográficas, la aplicación de la sosa cáustica en un tejido de algodón que permita evaluar la resistencia a la tracción y elongación.
- Aplicar sosa cáustica variando sus concentraciones en el tejido de algodón 100%.
- Determinar la resistencia a la tracción y elongación de tejido 100% algodón, utilizando el dinamómetro mediante la norma ISO 13934-2:2014, para analizar y comparar los resultados obtenidos mediante técnicas estadísticas.

Caracterización del sitio del proyecto

El presente proyecto se realizó en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, en los laboratorios de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica de Norte, en donde se encuentra una amplia gama de equipos y máquinas estandarizadas de alta tecnología, ubicada en el barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala, con las siguientes coordenadas (0°22'43.9"N 78°07'20.2"W).

Figura 1

Ubicación de la Planta Textil UTN



Nota: Señalización en el mapa de la ubicación Exacta de las Instalaciones de la Planta Académica Textil UTN.

Fuente: (Maps, 2023).

CAPITULO I

1. ESTADO DEL ARTE

1.1. Estudios previos

A continuación, se detalla la información necesaria, obtenida de fuentes de datos confiables, sobre la aplicación de la sosa cáustica sobre textiles, a través de esta investigación se busca evaluar si la aplicación de dicho álcali mejora las capacidades de tracción y elongación de un tejido plano 100% algodón.

1.1.1. Estudio de la aplicación de sosa cáustica en el tejido plano algodón 100%

La sosa cáustica en estado sólido se puede aplicar en solución al 50%, es utilizada en el tratamiento para la maceración de telas, siendo este un producto muy efectivo en el tratamiento de tejidos orgánicos considerando que se utiliza para obtener un aumento de la consistencia sobre los tejidos, podría ser el caso de que se utilice en el algodón para realizar un blanqueo. También permite mejorar la capacidad de resistencia de los tejidos de celulosa como es el caso del algodón. Al utilizar sosa cáustica se debe considerar que es un producto altamente corrosivo por lo que desprende vapores que resultan ser nocivos para la salud, al ser diluida en agua, por lo que se debe tener cuidado especial en sus aplicaciones (Pochteca G. , 2010).

El tejido al ser sometido a un tratamiento con sosa cáustica se debe considerar una exposición con altas concentraciones permitiendo que el tejido genere nuevas propiedades como podrían ser: aumentar la reactividad del tejido a los colorantes, mejorar la estabilidad dimensional, eliminar neps.

Al aplicar sosa cáustica se produce un abultamiento de la estructura interna de las fibras la parte superior de las estructuras internas genera un ajuste en las dimensiones del tejido generando el famoso encogimiento, considerando la capacidad para retracción, se debe enfocar en el tipo de tejido; ya que en tejidos densos tiende a generar menores cambios, al contrario de tejidos abiertos que generan una mayor contracción de las fibras haciendo que el proceso sea más dependiente sobre la densidad de los tejidos. Se toma en cuenta que el posterior a la aplicación de la sosa cáustica el tejido tiende a perder ancho por lo que las estructuras al hincharse tienden a encogerse. El grado de estrechamiento que se genera, afecta con mayor exactitud sobre aquellos hilos que conforman el tejido, que cuentan con una mayor torsión por lo que álcali debe cubrir una mayor área sobre el mismo; por lo que para obtener un proceso favorable, cuando el tejido permite tener una absorción adecuada de la sosa cáustica, considerando la utilización de humectante para permitir que la aplicación de la sosa cáustica se extienda por todo el tejido de manera equiparada (Martin, 2018).

1.1.2. La etapa de la aplicación consta de tres zonas

- Zona de penetración para ocasionar hinchamiento de fibra.
- Zona de control dimensional del tejido para impedir encogimiento y ayudar en orientación de la fibra.
- Zona de estabilización en la que la concentración de NaOH es reducida mediante un lavado hasta concentraciones en las que no ocurra encogimiento.
- La eliminación de la NaOH remanente debe realizarse mediante un lavado eficiente incluyendo la neutralización.

1.2.Marco Legal

1.2.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución De La República Del Ecuador 2008 en su Art.350 afirma que:

El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo (p. 103). Por otro lado, en la sección octava referente a la ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales en el Art. 385 afirma que: El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

- Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos
- Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales;
- Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir (p. 111) (CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 Decreto Legislativo 0 Registro Oficial, 2008).

1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

Como se detalla en la **Tabla 1**, se evidencian las líneas de investigación con las que cuenta la UTN refleja la diversidad y enfoque innovador de sus proyectos académicos.

Tabla 1*Líneas de Investigación Universidad Técnica del Norte*

La Universidad Técnica de Norte presenta proyectos de investigación de carácter científico los cuales tiene que estar relacionados con las 10 líneas de investigación

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

Nota: La carrera de textiles cuenta con los lineamientos 1 y 9 como principios fundamentales de investigación aplicada a la industria textil.

1.2.3. Tulsma

El Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente es el encargado de regularizar sobre temas relacionados con el ambiente en territorio ecuatoriano, en su Art. 245 de las tecnologías afirma que:

La Autoridad Ambiental Nacional fomentará la investigación, la innovación y el desarrollo en el campo de diversas tecnologías, tanto a través de la cooperación nacional como internacional, para la aplicación de tecnologías limpias, económicamente viables y socialmente aceptables. Se

fomentará y fortalecerá en el marco de lo establecido en este Libro y en la aplicación de otros mecanismos pertinentes, la diversificación de tecnologías limpias y uso de productos orgánicos para la producción agropecuaria, con niveles de calidad aceptables por norma para consumo interno y externo, bajo el principio de respeto a la soberanía alimentaria.

Además, en el Art. 246 de la estrategia de producción y consumo sustentable dice que: Se enfoca a reducir los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida de los artículos producidos, desde su extracción, creación, transporte, almacenamiento, utilización hasta su disposición final. La Autoridad Ambiental Nacional impulsará al país hacia una biosociedad, que deberá producir y consumir limpio en el marco de la sostenibilidad, consciente de la realidad ambiental local y de los problemas ambientales a los que se enfrenta, que busca desarrollar las mejores prácticas a nivel industrial, productivo y de consumo para preservar los recursos naturales, fomentar un mercado verde nacional, reducir la contaminación ambiental, paliar los efectos del cambio climático, la desertificación y la pérdida de la biodiversidad (Ambiente, 2018).

1.3.Marco Conceptual

1.3.1. Aplicación de sosa cáustica en textiles

La sosa cáustica (NaOH) es un producto químico utilizado a nivel industrial por sus grandes cualidades de aplicación, al ser un producto cáustico posee la facilidad de corrosión haciéndolo fácilmente aplicable y efectivo si se utiliza en tejidos que sean de carácter orgánico (Nazza, 2022). La aplicación de la sosa cáustica puede causar la inflamación de las fibras de celulosa, lo que permite que se reorganicen facilitándoles la obtención ciertas cualidades como: el brillo; mejorar la absorción del colorante y mayor resistencia. Las fibras de algodón tienen un módulo moderadamente alto que se estima es similar al del poliéster, esto ayuda para que las fibras se mezclen bien con otras. La utilización de sosa cáustica (NaOH) comúnmente es empleada para

procesos de blanqueo de las fibras, facilitando el proceso posterior de tintura sobre el sustrato. (Palacios, 2020)

El proceso de blanqueo es utilizado con el fin de eliminar las impurezas que posee el sustrato, por lo que permite no solo obtener un grado de blanco, sino que también facilita la homogenización de las variaciones del tono. Durante el proceso se debe considerar que la temperatura no supere los 30° Centígrados el rango de un pH debe estar entre los 4 y 9 dando lugar al proceso de blanqueamiento. El mercerizado es un tipo de tratamiento que comúnmente se suele dar los hilos y tejidos de algodón, ya sea, que se encuentren en tejido plano, de punto o tubulares, mejora la capacidad brillo de las fibras, permite lograr un recubrimiento de las fibras inmaduras por lo que mejora la estabilidad dimensional y eficiencia de estas fibras en un proceso de teñido, el procedimiento llevado a cabo utilizando Sosa Cáustica en concentraciones que rondan los 28 y 30 °Be, lo que se aproxima a 270 y 330 g/L. Las altas concentraciones del álcali permiten que las fibras tengan un hinchamiento, ocasionando que estas se vuelvan más traslucidas; aumentando la resistencia a la tracción, pero sacrificando la resistencia a la torsión y flexión. Al aplicar sosa caustica en concentraciones menores que van desde los 24 ° Be hacia abajo, el proceso de tratamiento se denomina cáustificado que se utiliza específicamente para mejorar la capacidad de las fibras en la tintura, permitiendo que el colorante mejore la cualidad de absorción ante el colorante(Fidel Licuan, 2012).

1.3.2. Resistencia a la tracción mediante el tratamiento con sosa cáustica

Se denomina resistencia a la tracción a la capacidad de fortaleza de un tejido a la rotura, esta capacidad se la puede obtener tanto en los tejidos, las costuras, e hilos siendo evaluada en el equipo dinamómetro (Manatex, 2020).

(Imbaquingo, 2015) Afirma: “El algodón posee un porcentaje variable de entre 10 a 20% en su resistencia cuando se encuentra en estado húmedo en comparación en seco” (p.12). La resistencia puede incrementarse por un proceso de mercerización, en los que los hilos o las telas se someten simultáneamente a tensión y a un tratamiento controlado con hidróxido de sodio, en su estructura el algodón posee una presencia de espirales invertidas las cuales disminuye la carga a la rotura en aproximadamente 30%, tiene un grado de cristalinidad medianamente alto, pero una orientación relativamente baja; en comparación con otras fibras celulósicas, el algodón es más débil que el lino, pero más fuerte que el rayón.

Las fibras de algodón tienen un módulo de resistencia moderadamente alto que se estima es similar al del poliéster; esto ayuda para que las fibras se mezclen bien con otras (Imbaquingo, 2015). Al utilizar sosa cáustica (NaOH) sobre un textil denotamos que se utilizan para dar un proceso de acabado, proporcionando al sustrato textil la capacidad de tener una mejor consistencia, lo que permite mejorar en cierto modo el brillo, la absorción de los colorantes y mejorar la capacidad de resistencia del sustrato.

1.3.3. Tipos de acabados con sosa cáustica

- El descruce
- El Blanqueo
- El mercerizado

1.3.3.1.El Descrude

De acuerdo con (Tecotex, 2023). El proceso de descrude se realiza sobre un tejido que posea en su composición algodón o lana, con el objetivo de eliminar las sustancias, tales como; grasas naturales de las fibras, contaminaciones y manchas que se pueden encontrar sobre dichos tejidos.

1.3.3.2. El blanqueo

Para lograr un alto grado de blancura sobre las telas crudas de algodón, se debe aplicar el proceso de blanqueo que sea más adecuado; así como, la adición de agentes blanqueadores denominados ópticos. Es muy importante obtener un grado de blancura uniforme, permitiendo así un grado de tintura y acabado favorable en telas preparadas adecuadamente, y que han sido sometidas a tratamientos para eliminar todas las sustancias que puedan interferir en los procesos siguientes (Stöhr, 2022).

1.3.3.3.El mercerizado

Este proceso involucra al algodón ante una solución concentrada de sosa cáustica (NaOH) en frío o caliente, posteriormente se debe realizar un lavado cuidadoso para obtener un pH neutro como resultado, las fibras del algodón experimentan cambios a nivel estructural, como un acrecentamiento en su tamaño, lo que mejora su brillo, resistencia y estabilidad dimensional (Kendra, 2015).

1.3.3.4.Usos

Tiene varios usos en la industria de jabones, aceites y grasas tradicionales, en la química obtención de tensoactivos, hojas y películas celulósicas, obtención de hipoclorito de sodio, entre otros usos (Pochteca, 2021).

1.3.3.5.Dosis

Dependiendo del uso al que se destine este compuesto pueden ser concentraciones inferiores a los 24 ° Be y en concentraciones altas de 25 – 34° Be, los acabados que se utilizan por medio de la sosa cáustica se pueden definir a 3 tipos de aplicación que se dan dentro de la industria textil los cuales son:

- Blanqueamiento
- Mercerizado
- Cáustificado

1.3.4. Procesos de aplicación de la sosa Caustica por método de agotamiento

Como afirma (Cañizares, 2018), el método de agotamiento se lleva a cabo al sumergir un material textil en un equipo específico determinando ciertos parámetros, llegando a conseguir la saturación total sobre el sustrato.

Las diferentes máquinas para este proceso realizan una acción mecánica que actúa sobre el material textil, en el baño o sobre ambas a la vez y esto sucede gracias al tipo de movimiento que se genera en el interior de la máquina; por consiguiente, la intervención del tiempo y temperatura, al momento de aplicar dicho método, considerando que si ciertos valores son inadecuados el procedimiento será ejecutado de manera ineficientes obtenidos resultados desfavorables.

El agotamiento que se da durante el mercerizado cuenta con un periodo de humectación el cual facilita la hidrofiliidad de sustrato a utilizar. Zona de agotamiento en la cual se da con una solución de sosa caustica (NaOH) en una concentración de 30° Be con una temperatura de trabajo de entre 15 y 20 grados Centígrados, temperatura ambiente. Durante un tiempo no mayor de entre 30 y 50 segundos (Antonio Solé Cabanes, 2022).

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA

Facilita la identificación de los datos que se generan durante el proceso de investigación científica, con la finalidad de conseguir un objetivo. Esto involucra definir las tareas y habilidades necesarias para alcanzar dicho propósito, lo que se traduce en la realización de pruebas cuantitativas que permitirán evaluar el estudio que se va a desarrollar.

2.1. Diseño, técnicas e instrumentos de la investigación

Esta investigación utilizó el ámbito exploratorio, descriptivo y analítico para poder evaluar la resistencia a la tracción y elongación del tejido plano 100 % algodón, aplicando sosa cáustica (NaOH) en sus diferentes concentraciones, detallado en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Diseño técnicas e instrumentos

Método	Cuantitativo
Técnicas	Observación, test, pruebas de rendimiento
Instrumentos	Registro de datos del obtenidos del dinamómetro en Excel. Sistema informático past 4 de análisis de datos.

Nota: Resumen de los métodos técnicas e instrumentos.

2.2. Enfoque de investigación

Trata de la orientación general sobre el proceso a investigar. Delimita cómo se abordarán las preguntas de investigación y analizarán los datos obtenidos; así como, la interpretación de los resultados, el enfoque puede variar según los objetivos específicos del estudio. utilizado para alcanzar una meta en concreto, facilitando la elaboración y exploración de los distintos aspectos del análisis.

2.3. Tipos de investigación a aplicar

2.3.1. Investigación Exploratoria

La investigación exploratoria se utiliza cuando el tema es relativamente nuevo o no ha sido estudiado en profundidad; por otro lado, tiene como objetivo analizar la resistencia a la tracción y la elongación de un tejido plano 100% algodón, después de la aplicación de sosa cáustica mediante el método de agotamiento. En este estudio, nos centraremos en comprender cómo esta sustancia química afecta las características mecánicas esenciales del tejido de algodón (Martin, 2018).

2.3.2. Investigación Experimental

En este tipo de investigación, manipulan una o más variables independientes para observar su efecto en una variable dependiente, en el análisis del presente estudio se considera la variación de concentraciones de la sosa cáustica (NaOH), para evaluar las propiedades mecánicas del tejido se ven o no afectadas (Murillo, 2010).

2.3.3. Investigación Cuantitativa

Para el presente tema se utilizará una cierta cantidad de datos numéricos obtenidos del análisis de la resistencia a la tracción y elongación del tejido plano 100% algodón, tras haber aplicado las distintas concentraciones de sosa cáustica (NaOH), para responder a preguntas de investigación. Implica la recopilación y análisis de datos cuantitativos, como encuestas y experimentos (Arturo et al., 2011).

2.4. Flujograma de Proceso

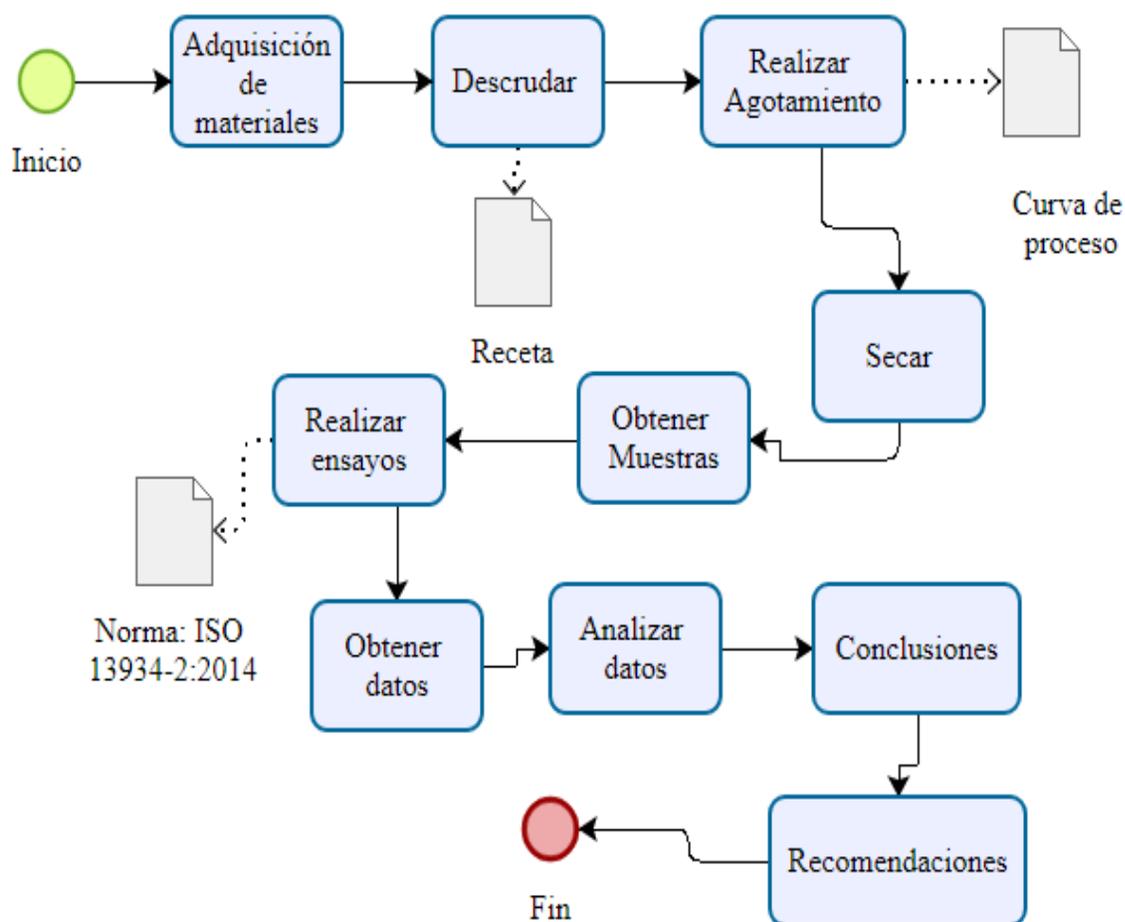
Se define como Gráfico que visualiza las fases o sucesiones de pasos en un procedimiento, utilizando símbolos y conexiones para mostrar cómo fluye la información o los materiales a lo largo de dicho procedimiento.

2.4.1. Flujograma General

Permite evidenciar en la Figura 2 la exposición del proceso y subprocesos implementados para la obtención de los datos que permiten evaluar la resistencia a la tracción y elongación de tejido plano de algodón 100% detallado en la figura 2.

Figura 2

Flujograma general de procesos para el proceso de agotamiento con sosa cáustica



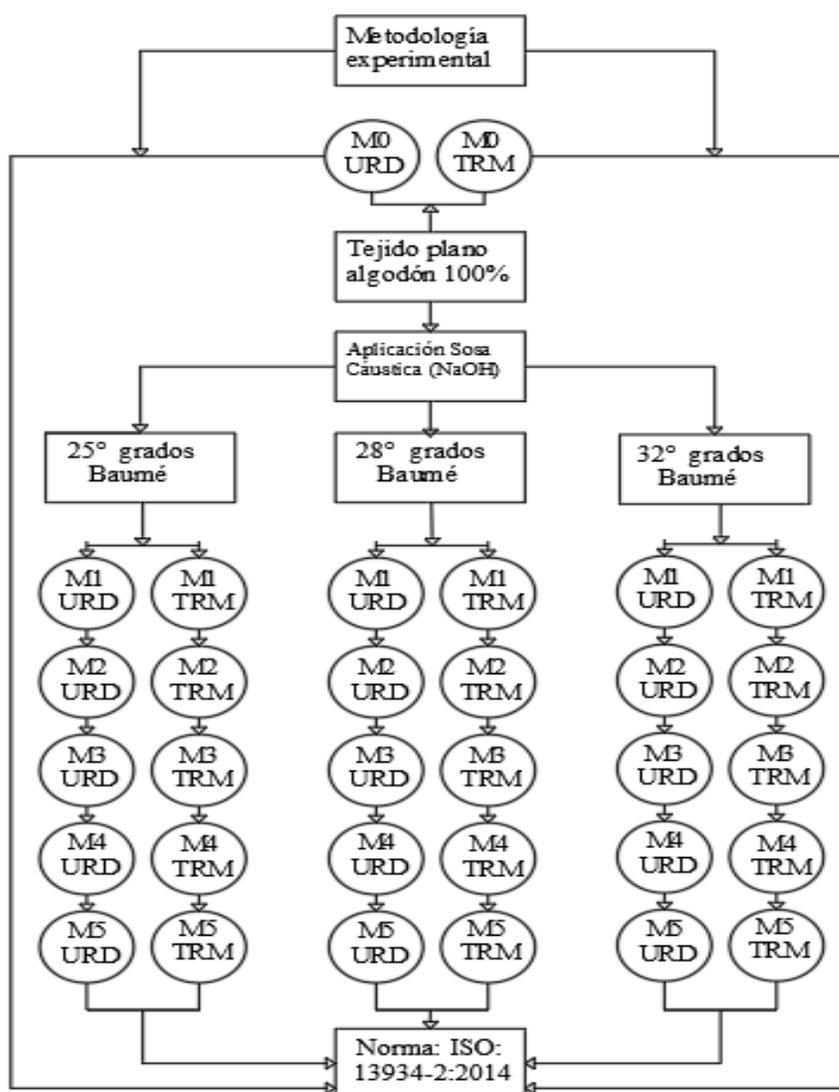
Nota: El flujograma permite conocer los procesos realizados para evaluar el tema de investigación.

2.4.2. Flujograma muestral

Dentro de este flujograma se encuentran las diferentes muestras en sentido de urdimbre y trama del tejido plano de algodón 100%, además de las distintas concentraciones de sosa cáustica (NaOH) que permitirán conocer si existe variación en la resistencia a la tracción y elongación de las muestras, detallado en la figura 3.

Figura 3

Flujograma muestral



Nota: Flujograma muestral permite conocer el proceso de aplicación de la sosa cáustica en diferentes grados Baumé sobre un tejido plano algodón 100%.

2.5. Equipos y Materiales

Los equipos, los materiales, la materia prima, las normativas, entre otros, que se emplearon en la evaluación de la resistencia a la tracción y elongación del tejido plano algodón 100% y la ejecución de las pruebas, representaron un aspecto crucial en el desarrollo del proceso.

2.5.1. Sosa Cáustica (NaOH)

La sosa cáustica (NaOH), también conocida como hidróxido de sodio, es una sustancia química alcalina extremadamente corrosiva. Su fórmula química es NaOH, que está compuesta por átomos de sodio (Na), oxígeno (O) e hidrógeno (H). La soda cáustica suele presentarse en forma de perlas, escamas o polvo blanco (Victor Contreras Frías, 2018).

Detallado en la **Tabla 3**, evidenciamos las propiedades físicas más generales de la sustancia química denominada sosa cáustica (NaOH).

Tabla 3

Propiedades Físicas NaOH

Fórmula molecular	NaOH
Estado de agregación	Sólido
pH	12 a 14
Masa molar	40 g/mol
Viscosidad	4 a 350 °C
Punto de fusión	318 °C
Punto de ebullición	1390 °C
Solubilidad	Agua, alcohol

Nota: La ficha técnica se encuentra en el **Anexo 2**.

2.5.2. Peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno o comúnmente llamado agua oxigenada, es uno de los productos más versátiles, puesto que no representa un riesgo para el ambiente, es utilizado en aplicaciones industriales y es relativamente sencillo de manejar; sin embargo, el uso inapropiado de este puede provocar lesiones al usuario y daños en los equipos. (Química.es, 2020) afirma que la mayoría de

las empresas textiles utilizan el peróxido de hidrógeno para el proceso de blanqueo, el cual trabaja con un pH 9-10, sobre tejidos celulósicos, es uno de los métodos de blanqueo más utilizado en España, detallado en la **Tabla 4**.

Tabla 4

Propiedades Físicas H₂O₂

Fórmula semidesarrollada	H₂O₂
Estado de agregación	Líquido
Apariencia	Incoloro
Densidad	1400 kg/m ³
Masa	34,017 u
Viscosidad	1.245 a 20 °C
Punto de fusión	-0.55 °C
Punto de ebullición	100 °C
Compuestos relacionados	Agua, Ozono, Hidracina

Fuente: (Química.es, 2020)

2.5.3. Detergente no iónico

Los detergentes no iónicos están compuestos por una parte hidrófila y otra hidrófoba con lo cual, son capaces de reducir la tensión superficial en un lavado. Como consecuencia, los detergentes tensioactivos poseen la capacidad de eliminar las diversas suciedades de los sustratos; por consiguiente, el grado espumógeno y la actividad mojante varía según el tipo de detergente utilizado. La particularidad más importante que poseen los tensioactivos no iónicos es que su grupo polar no cuentan con carga eléctrica, por lo que no presentan iones cuando se encuentran en una solución acuosa.

Detallado en la **Tabla 5** las propiedades generales que son más destacables de los tensioactivos no iónicos.

Tabla 5

Grado de compatibilidad tensoactivos no iónicos

Grado de compatibilidad	Compuestos
Altamente compatibles	Surfactantes
Altamente compatibles	Aguas duras
Alto poder	Emulsionantes, humectantes

Fuente: (Schwarz, 2021).

2.5.4. Tejido plano algodón 100%

El tejido plano de algodón 100% es una tela fabricada exclusivamente a partir de fibras de algodón. Es conocido por su suavidad, transpirabilidad y comodidad, lo que lo hace ideal para prendas de vestir como camisas, blusas, pantalones y ropa de cama. Además, el tejido de algodón 100% es duradero y fácil de cuidar, lo que lo convierte en una elección popular en la confección de textiles, detallado en la **Tabla 6**.

Tabla 6*Características generales del tejido plano algodón 100%*

Tejido	Características	Muestra
Composición	Algodón 100%	
Tejido	Plano	
Ligamento	Tafetán	
Escalonado	1x1	

Nota: La ficha técnica del tejido plano algodón 100% se encuentra en el **Anexo 3**

Ficha técnica de tejido plano algodón 100%

2.5.5. IR Dyer

Un Infrarrojo (IR) Dyer es distinto de las máquinas de teñido tradicionales tipo H, ya que ofrece una manera más limpia de teñir muestras. Es una solución que ahorra una cantidad significativa de energía; garantiza una excelente repetibilidad en los resultados de teñido. Es la elección óptima para mejorar el equipo de laboratorio, los radiadores infrarrojos de alta eficiencia tienen la capacidad de calentar el mecanismo porta muestras de manera uniforme, lo que es fundamental para garantizar una alta calidad en los resultados de teñido.

El proceso de suministrar productos químicos a través de un inyector manual es idéntico tanto en el laboratorio como en la ubicación precisa de medición. Además, la máquina es capaz de evaluar la solidez del color durante el proceso de teñido (OMC, 2022).

2.5.5.1. Especificaciones de la máquina

- Modelo: IR-12 (12 recipientes) o IR-24 (24 recipientes)
- Capacidad de los recipientes de tinte: 150 cc (otros tamaños disponibles bajo pedido)

- Sistema de control de calefacción: modelo de control programable o modelo de programa de microcomputadora
- Rango de calentamiento: 20-140°C
- Diseño de seguridad: el disco giratorio se detiene automáticamente cuando se abre la puerta, además de contar con un dispositivo de seguridad contra el sobrecalentamiento, detallado en la figura 4.

Figura 4

IR Dyer



Nota: El IR Dyer no solo se destina para tintura sino también para acabados.

2.5.6. Dinamómetro Titan 5 James Heal

El dinamómetro, es una herramienta, con la cual se puede medir las variaciones que se producen en un objeto textil, ya sea hilo o tejido, al tener una fuerza externa, se debe utilizar la Norma específica al tipo de prueba que se va a realizar.

Figura 5

Dinamómetro Titan 5 James Heal



Fuente: Laboratorio Planta Académica Textil UTN.

Su trabajo está basado en la ley de “Hooke” enfocada en la elasticidad del material con que están hechos los objetos. En un dinamómetro, la elasticidad debidamente calibrada en el equipo permite calcular el peso, o realizar la medición de una fuerza específica en un objeto determinado bajo la Norma ISO: 13934-2:2014. Se emplean para aplicar fuerzas de estiramiento a ciertos materiales con el fin de evaluar su resistencia y la deformación del material. En la industria textil, los estándares de resistencia y elongación de un hilo se determinan principalmente según su uso final. Se requiere una fuerza mínima y propiedades de alargamiento para prevenir la rotura o daño del hilo durante las operaciones, así como para evitar perjuicios en los productos terminados. Tanto

en la trama como en la urdimbre, las fuerzas son relativamente más bajas, pero los hilos de costura necesitan un mayor alargamiento y una mayor resistencia (LABVIEW, 2013).

Los dinamómetros más modernos como el titan 10 permite la ejecución de pruebas de doble columna, lo que admite realizar ensayos con muestras mucho más grandes con un recorrido en sus pruebas verticales de 1200 mm y un espacio entre columnas de 426 mm, por lo que también favorece a ejecutar diversos análisis, detallado en la **Tabla 7**.

Tabla 7

Características de ensayos y materiales

Tipo de ensayo	Usos
Tensión	hilos
Compresión	telas
Estiramiento y recuperación	costuras
Desgarro	cuerdas
Pelado, pelado por adhesión	Zapatos y correas

Fuente: (Heal, 2022)

2.5.7. Norma ISO: 13934-2:2014

La norma especificada al procedimiento para la valoración de la fuerza máxima de los tejidos, denominado como el método de agarre, donde la sección central del tejido es sujeta mediante una mordaza, esta extenderá el tejido a velocidad constante hasta alcanzar un punto de rotura, registrando la fuerza máxima alcanzada para esta evaluación. Se ejecuta en el equipo dinamómetro del laboratorio (INEN, 2014).

2.5.7.1. Etapas del proceso

- El inicio del proceso da lugar con la preparación del sustrato textil, este deberá ser cortado con una mínima de 5 muestras en sentido de la urdimbre y 5 muestras en sentido de la trama, estas serán cortadas de manera intercalada y alternada, una de urdimbre y una de trama respectivamente, de tal modo que la adquisición de la muestra se realice en diferentes partes del tejido, las muestras serán del tamaño de las probetas con dimensiones de 10cm x 15cm como indica la norma.
- Posteriormente colocar la muestra en las mordazas adecuadas para este tipo de ensayo.
- Una vez colocada la muestra se procede a calibrar el equipo.
- Presionando el botón de inicio durante 3 veces, con la primera vez se confirma que el equipo esta calibrado, en la segunda vez se confirma la sujeción correcta de las mordazas sobre la muestra del tejido y la tercera es para dar inicio al ensayo por lo que la máquina comienza a extender el sustrato a velocidad constante hasta que se genere la rotura.
- Finalmente, se obtienen los resultados en la pantalla del monitor para su respectivo análisis.

En la **Figura 5** se puede evidenciar el equipo de laboratorio utilizado para ejecutar dichos ensayos.

2.5.8. Procedimiento

El procedimiento práctico se dividirá en tres partes, las cuales serán detalladas en el siguiente orden:

2.5.8.1. Corte de muestras tejido plano 100% algodón

La etapa preliminar del proceso es realizar el corte de la tela en urdimbre, obteniendo así una muestra base con un tamaño de 13 cm x 35 cm. Con la que se procede a realizar el ensayo

preliminar del descrude. Para la aplicación del agotamiento con sosa cáustica (NaOH) se mantendrán los mismos parámetros de medida tanto en urdimbre como trama.

2.5.8.2. Los pesos obtenidos de urdimbre y trama para evaluar a 25°Be

Para la aplicación de la norma ISO: 13934-2:2014, la cantidad mínima son 5 muestras tanto en urdimbre como en trama, para medir las propiedades de la resistencia a la tracción y elongación.

En la **Tabla 8** se encuentran los pesos obtenidos de las muestras: 1 – 5 que permitirá evaluar dichas propiedades en una concentración de 25°Be.

Tabla 8

Pesos de muestras 1 - 5 en sentido de urdimbre para descrude.

Urdimbre	Peso (g)
Muestra 1	5.739
Muestra 2	5.643
Muestra 3	5.575
Muestra 4	5.510
Muestra 5	5.597

Nota: La siguiente tabla indica los pesos obtenidos para realizar como primer proceso el descrude; ya que, el tejido debe ser sometido a la eliminación y limpieza de todas las impurezas que se pudieran encontrar en el sustrato previo al siguiente proceso.

La **Tabla 9** detalla los pesos obtenidos de las muestras: 6 – 10 que permitirá evaluar dichas propiedades en una concentración de 25°Be.

Tabla 9

Pesos de muestras 1 - 5 en sentido trama para descruce

Trama	Peso (g)
Muestra 1	5.516
Muestra 2	5.781
Muestra 3	5.703
Muestra 4	5.634
Muestra 5	5.596

Fuente: Propia.

2.5.8.3. Los pesos obtenidos de urdimbre y trama para evaluar a 28°Be

La **Tabla 10** y **Tabla 11** detallan los pesos de las muestras de la 6 – 10, en urdimbre y trama, que permitirá evaluar dichas propiedades en una concentración de 28°Be.

Tabla 10

Pesos de muestras 6 - 10 en sentido urdimbre para descruce

Urdimbre	Peso (g)
Muestra 6	5.601
Muestra 7	5.643
Muestra 8	5.575
Muestra 9	5.510
Muestra 10	5.597

Fuente: Propia.

Tabla 11*Pesos de muestras 6 - 10 en sentido trama para descruce*

Trama	Peso (g)
Muestra 1	5.624
Muestra 2	5.635
Muestra 3	5.582
Muestra 4	5.644
Muestra 5	5.510

Fuente: Propia.**2.5.8.4. Los pesos obtenidos de urdimbre y trama para evaluar a 32°Be**

La **Tabla 12** y **Tabla 13** detallan los pesos de las muestras de la 11 – 15, en urdimbre y trama, que permitirá evaluar dichas propiedades en una concentración de 32°Be.

Tabla 12*Pesos de muestras 11 - 15 en sentido urdimbre para descruce*

Urdimbre	Peso (g)
Muestra 6	5.373
Muestra 7	5.438
Muestra 8	5.388
Muestra 9	5.359
Muestra 10	5.436

Fuente: Propia.

Tabla 13*Pesos de muestras 11 - 15 en sentido trama para descruce*

Trama	Peso (g)
Muestra 1	5.621
Muestra 2	5.549
Muestra 3	5.713
Muestra 4	5.526
Muestra 5	5.765

Fuente: Propia.**2.6. Datos y resultados de descruce**

El procedimiento de descruce general de las muestras 1 – 15 para urdimbre y trama se realizó en 2 etapas ya que el proceso no permite efectuar el descruce de 40 muestras al mismo tiempo. Para la primera etapa, se procedió a señalar correctamente las muestras para urdimbre, y en la segunda etapa, se procedió asimismo a rotular de forma precisa las muestras de trama, pero manteniendo similar señalización en sus respectivos frascos porta muestras y de esta manera evitar confusiones en la máquina.

Por consiguiente, se procedió a realizar una solución química, obteniendo previamente los promedios de pesos de los respectivos sustratos; para lo cual, también se debe considerar el volumen nuevo, y sumar los 3 volúmenes, para obtener un volumen general y recalcular los auxiliares a utilizar.

2.6.1.1. Descrude de tejido plano 100% algodón

En esta etapa se procede previamente a realizar el proceso de descrude del tejido plano 100% algodón, con la finalidad de eliminar los residuos vegetales, grasas, y demás materias extrañas que se pudieran encontrar en el sustrato; con lo cual, se procede a la aplicación de la siguiente receta.

En la tabla 14 podremos encontrar una receta de descrude que se aplica como proceso preliminar para evaluar en condiciones favorables al tejido plano 100% de algodón

Tabla 14

Dosificación de receta de descrude

Auxiliares	Cantidad	Peso (g)
Peso de la muestra	1	5.497
R/B	1:10	-
Agua oxigenada	5 g/L	0.274g
Detergente	1.5 g/L	0.082g
Sosa cáustica	3 g/L	0.164g

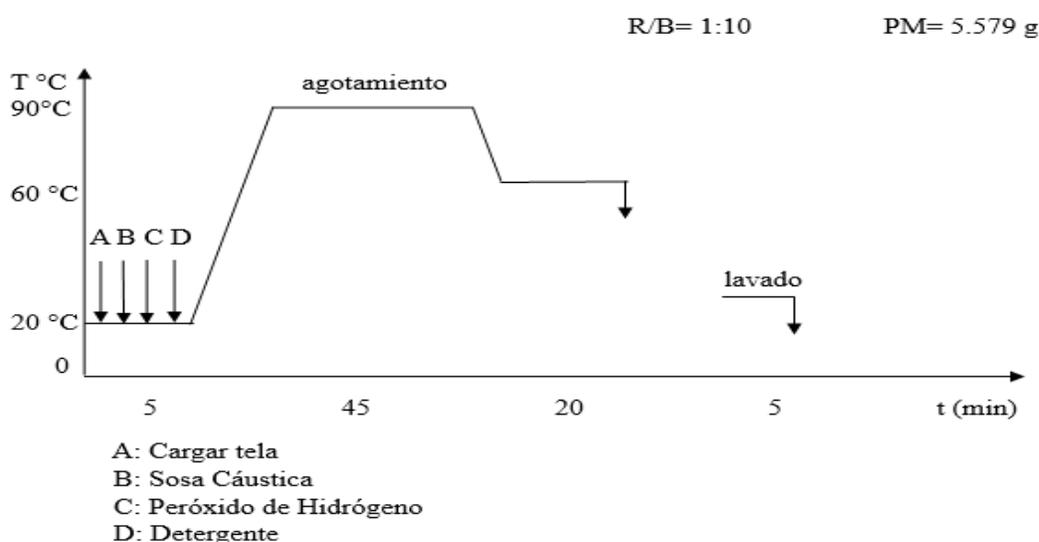
Fuente: Propia.

2.6.1.2. Curva de proceso de descruce

La curva para el proceso de descruce textil es un aspecto primordial en la industria, que influye directamente en la calidad y durabilidad de los tejidos. Este pretratamiento comienza con el lavado inicial, hasta la estabilización de la estructura textil, afectando propiedades como la suavidad, resistencia y apariencia visual ver **figura 6**.

Figura 6

Curva de descruce de tejido plano de algodón 100%



Fuente: Propia

2.6.1.3. Proceso de agotamiento con sosa cáustica

El proceso de agotamiento se realizó en el equipo cerrado denominado IR Dyer, el cual permite ingresar un número de muestras determinado, con el fin de aplicar al sustrato textil a las diferentes concentraciones de sosa cáustica (NaOH), para posteriormente evaluar el cambio de las propiedades físicas de tracción y elongación del tejido.

La **Tabla 15** nos permite verificar el proceso de aplicación de la sosa cáustica por el método de agotamiento con los grados Baumé definidos previamente.

Tabla 15*Grados Baumé de la sosa cáustica*

Grados Baumé (°Be)	Temperatura de aplicación (°C)
25	60
28	70
32	80

Nota: Las temperaturas y los grados Baumé se establecieron como valores guía para efectuar el agotamiento en la maquina IR DYER.

La curva para el proceso de agotamiento con sosa cáustica (NaOH), es un aspecto principal, lo cual, influye directamente en la durabilidad y resistencia sobre los tejidos. El tratamiento ayuda en la modificación de la estructura interna de las fibras textiles, afectando propiedades como la resistencia a la tracción, la **figura 7**, **figura 8** y **figura 9** permiten visualizar los procesos a seguir.

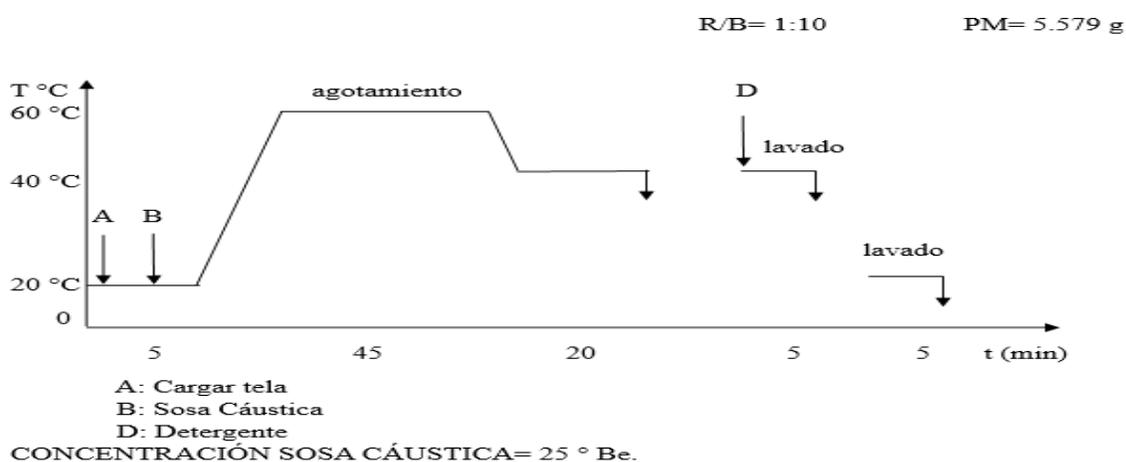
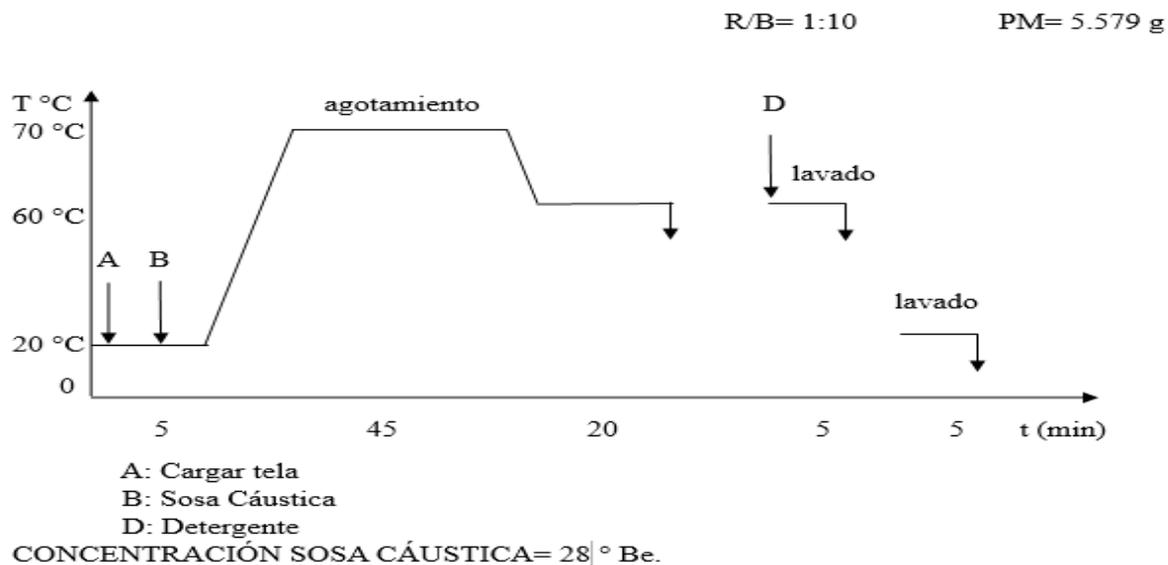
Figura 7*Curva del proceso de agotamiento a 25 °Be**Fuente:* Propia

Figura 8

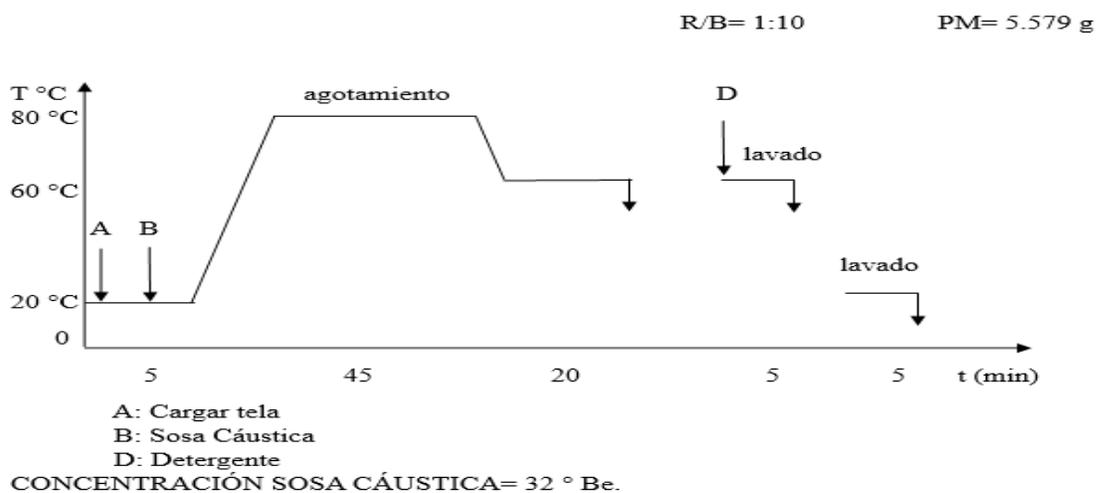
Curva del proceso de agotamiento a 28 ° Be



Fuente: Propia

Figura 9

Curva de proceso de agotamiento a 32 ° Be



Fuente: Propia

2.6.1.4. Proceso de secado

Posterior al proceso de agotamiento, pasamos a la etapa de secado, la cual se lo realizó en la máquina denominada túnel de secado de la Planta Académica Textil, bajo los parámetros más adecuados siendo estos, la temperatura y velocidad, que permiten obtener un adecuado procedimiento, eliminando la humedad del tejido (Alejandra, 2023).

Proceso para aplicar en el túnel de secado es el siguiente:

1. Ajustar la temperatura y velocidad, según parámetros

Establecidos en el túnel de secado.

2. Insertar las muestras sobre la red de alimentación del túnel de secado

3. Someter el tejido al secado el número de veces que sea necesario

4. Verificar las muestras

5. Retirar las muestras identificadas.

2.6.1.5. Proceso de análisis de resultados

Para el proceso de análisis de la resistencia a la tracción y elongación de las muestras de tejidos, se utilizó el equipo dinamómetro bajo la norma ISO:13934-2:2014, siguiendo los aspectos preliminares para el ensayo que se indican previamente. Una vez obtenidos los datos se ordenó, analizó y finalmente explicó, con la ayuda de los programas Excel y Past 4.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Por medio de esta investigación exploratoria y experimental utilizando la información recabada sobre las 40 muestras de tejido plano algodón 100%, 10 muestras se toman como referencia 0 de tejido crudo y las 30 con diferentes concentraciones de sosa para su respectivo análisis, en ambos casos las muestras se aplicaron con el corte en 2 sentidos: urdimbre y trama.

Las muestras tratadas se evaluaron en el equipo dinamómetro para comparar su resistencia a la tracción y elongación, basados en la norma ISO13934-2:2014.

Las 30 muestras sometidas al tratamiento con sosa cáustica (NaOH) en el equipo IR Dyer, por proceso de agotamiento se realizó en las concentraciones y temperatura detalladas a continuación: a 25 °Be a una temperatura de 60°C, 28°Be a una temperatura de 70 °C y 32 °Be a temperatura de 80°C, tanto en muestras de urdimbre y trama respectivamente.

3.1. Resistencia a la atracción y elongación

Con el propósito de evaluar la resistencia a la tracción y elongación, se sometió el tejido plano de algodón 100% al ensayo bajo la norma (ISO 13934-2:2014).

3.1.1. Análisis de la resistencia a la tracción y elongación de tejido crudo

Mediante la evaluación de resistencia a la tracción y elongación la tabla 16 detalla los resultados de los ensayos dinamométricos, sometidos al sustrato textil de algodón 100%, sobre las probetas del tejido crudo, mismo que no cuenta con ningún tipo de agotamiento, por lo tanto, representa la muestra de ensayo como el estándar de valoración.

Tabla 16

Resultados del análisis sobre el tejido plano crudo en urdimbre y trama

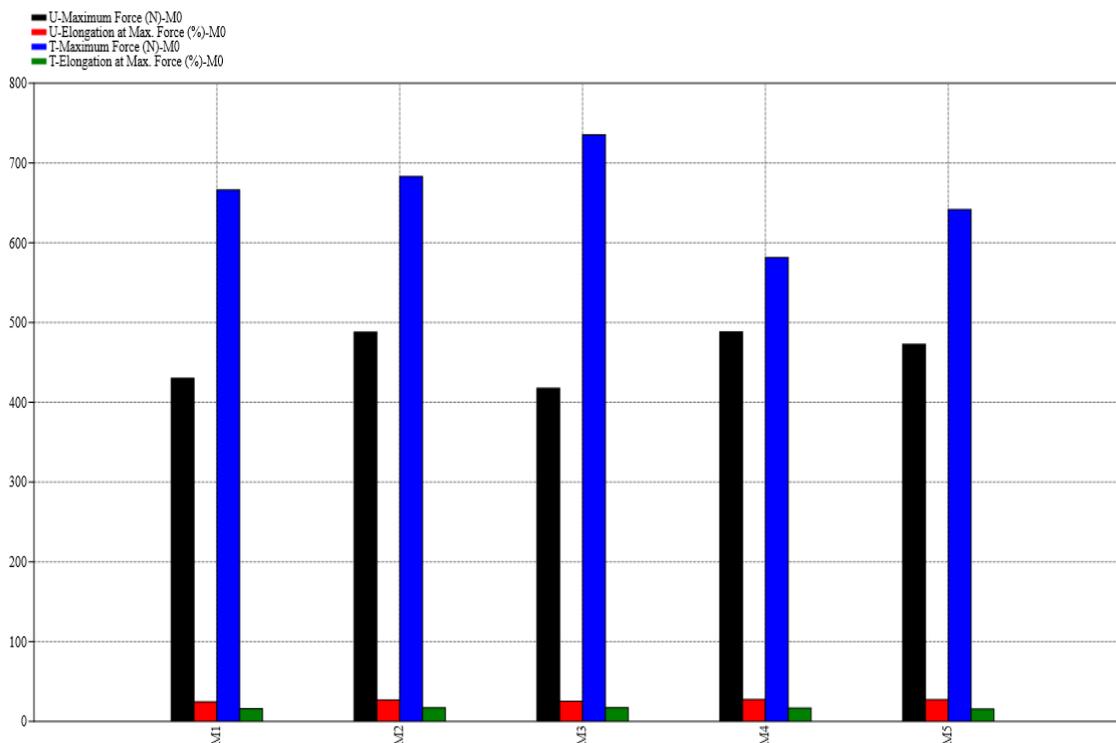
Sentido	Probeta	Resistencia tracción (N)	Elongación (%)
Urdimbre	M ₁	430.05	24.4
	M ₂	487.88	26.83
	M ₃	417.6	25.21
	M ₄	488.14	27.45
	M ₅	472.64	27.28
Sentido	Probeta	Resistencia tracción (N)	Elongación (%)
Trama	M ₁	666.13	15.86
	M ₂	682.93	17.04
	M ₃	735.29	17.13
	M ₄	581.53	16.63
	M ₅	641.57	15.44

Nota: Las muestras tanto de urdimbre y trama presentan la codificación de M₁-M₅, que ayudan a identificar los valores de las pruebas.

Los valores de comparación entre la fuerza (N) y el porcentaje de elongación (%), se puede observar en la **figura 10** muestran que, en las probetas de corte de urdimbre y trama se mantuvieron estables y mantienen la misma tendencia de crecimiento.

Figura 10

Gráfico comparativo fuerza (N) y elongación (%) tejido crudo

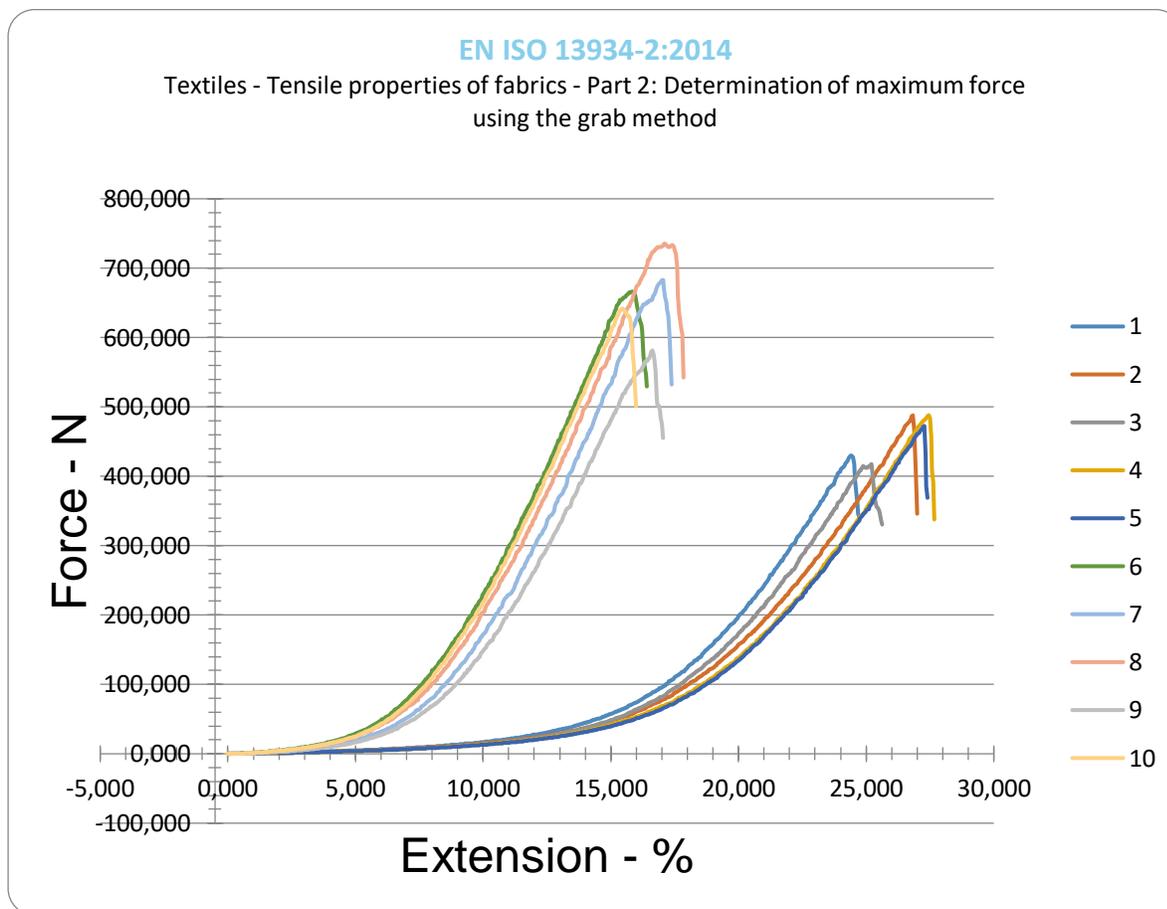


En este primer criterio de análisis, sobre el tejido plano de algodón 100% en estado crudo, se determinó que al someter las muestras en el dinamómetro bajo los parámetros estándares de evaluación sobre la resistencia, se identificó que en la muestra 2 y 4 en urdimbre presentan la mayor fuerza de 487,88 y 488,14 (N). En trama se identificó que la muestra 3 es la que mayor resistencia presenta con 735,29 (N).

El porcentaje de elongación que se puede observar en la **figura 11**, bajo los estándares de evaluación muestran que, en las probetas de corte de urdimbre y trama se mantuvieron estables sin ningún cambio significativo.

Figura 11

Gráfico de fuerza (N) vs extensión (%) muestras tejido crudo



Fuente: Dinamómetro Titan 5, laboratorio Textil UTN.

3.1.2. Análisis de la resistencia a la tracción y elongación de tejido a 25°Be

La **Tabla 17** detalla los resultados de las pruebas de resistencia a la tracción y elongación desarrolladas en las muestras sobre el tejido a una temperatura de 60°C y una concentración de 25°Be mediante el método de agotamiento.

Tabla 17*Resultados del análisis del tejido a 25°Be y 60°C*

Sentido	Probeta	Resistencia tracción (N)	Elongación (%)
Urdimbre	M ₁	670.68	56.83
	M ₂	616.05	56.23
	M ₃	753.8	59.71
	M ₄	692.35	56.4
	M ₅	694.26	57.11
Sentido	Probeta	Resistencia tracción (N)	Elongación (%)
Trama	M ₁	482.25	40.88
	M ₂	490.95	41.95
	M ₃	508.58	42.9
	M ₄	441	41.92
	M ₅	473.53	40.51

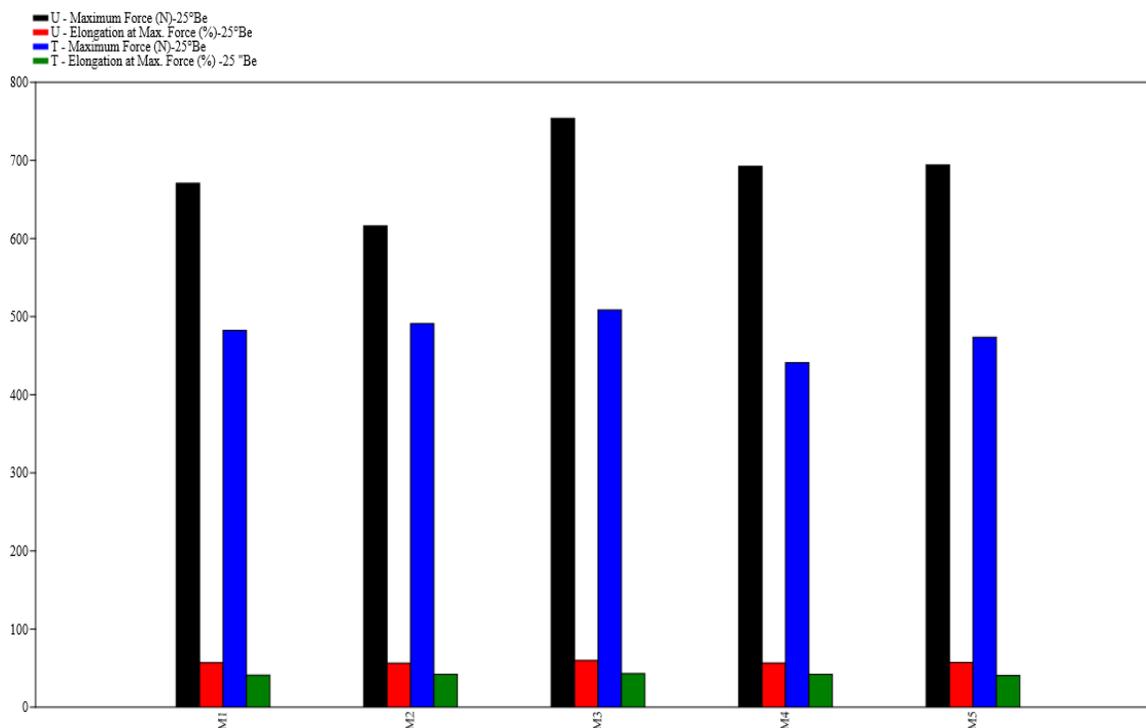
Nota: Los valores descritos en la tabla, son los obtenidos mediante el ensayo de resistencia la tracción en sentido de urdimbre y trama, bajo una concentración de 25 °Be y una temperatura de 60°C, utilizando la sosa cáustica (NaOH).

En la **figura 12**, se puede observar que, la muestra 3 obtuvo una mayor fuerza a la tracción en sentido de urdimbre con un valor de 753,8 (N). En sentido de trama, se determinó que la muestra

2 y 3 presentan su mayor fuerza con un valor de 490,95 y 508,58 (N) en tracción respectivamente, al ser sometidas a una concentración de 25 °Be y una temperatura de 60°C.

Figura 12

Gráfico comparativo fuerza (N) y elongación (%) a 25°Be



Fuente: Propia.

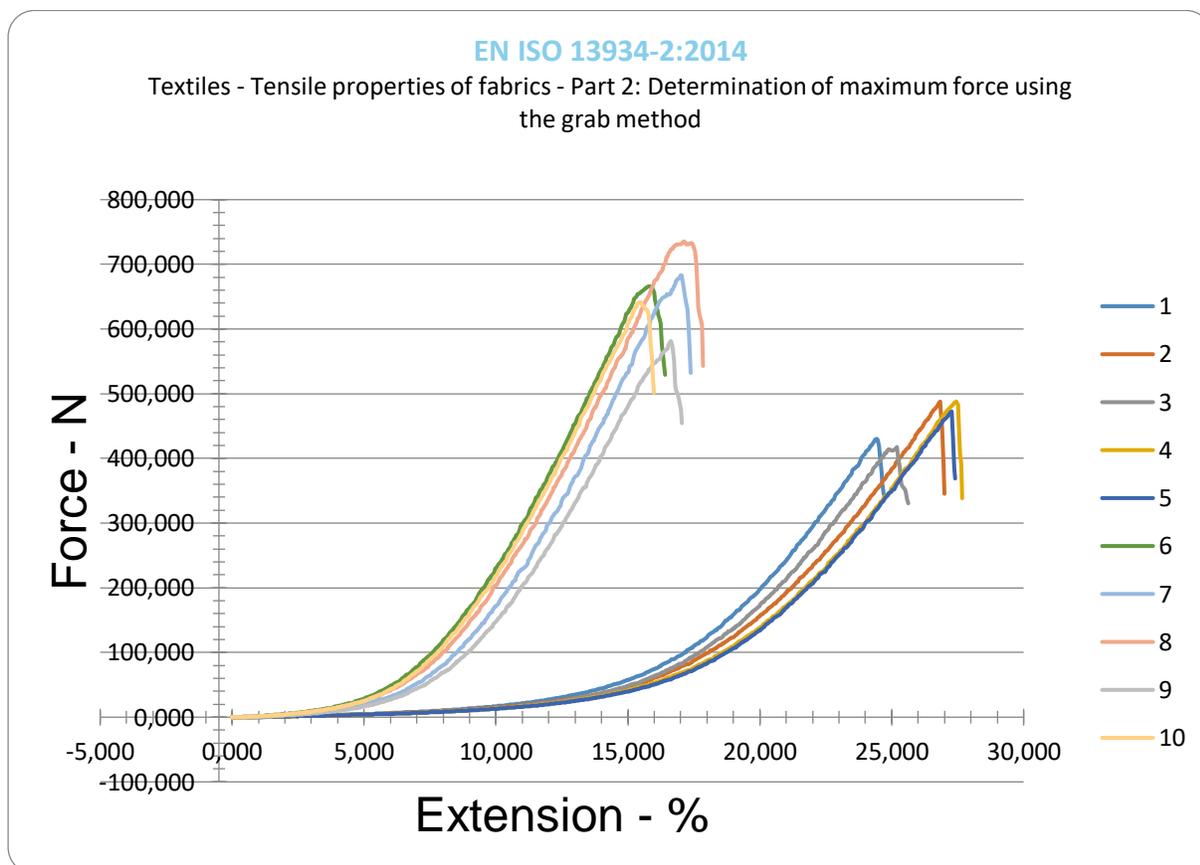
Se puede observar que, la muestra 3 obtuvo una mayor fuerza a la tracción en sentido de urdimbre con un valor de 753,8 (N). En sentido de trama, se determinó que la muestra 2 y 3 presentan su mayor fuerza con un valor de 490,95 y 508,58 (N) en tracción respectivamente, al ser sometidas a una concentración de 25 °Be y una temperatura de 60°C.

Al someter las muestras en el dinamómetro bajo los parámetros estándares de evaluación sobre la elongación, se identificó que todas las muestras en corte de urdimbre dicha propiedad

aumento, y en trama se mantuvieron estables sin ningún cambio, como se evidencia en la **figura 13**.

Figura 13

Gráfico de fuerza (N) vs extensión (%) muestras tejido a 25°Be



Fuente: Dinamómetro Titan 5, laboratorio Textil UTN.

3.1.3. Análisis de la resistencia a la tracción y elongación de tejido a 28°Be

La **Tabla 18** detalla los resultados de las pruebas de resistencia a la tracción y elongación desarrolladas sobre el tejido, bajo una concentración de 28 °Be y a una temperatura de 70°C.

Tabla 18

Resultados del análisis sobre el tejido plano algodón 100% a 28° Be

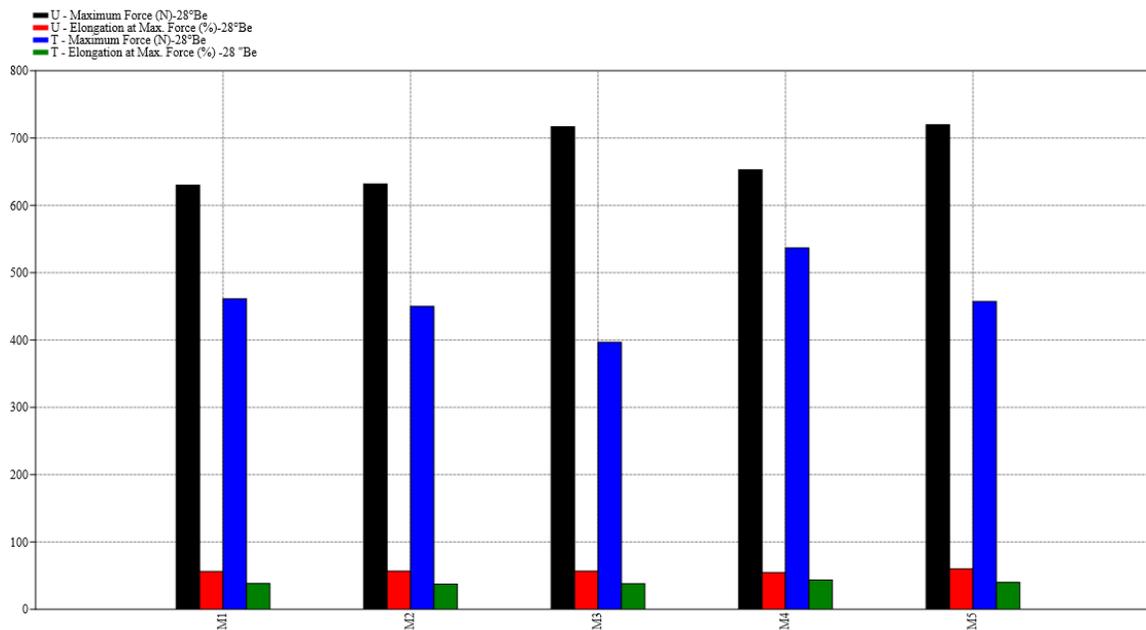
Sentido	Probeta	Resistencia tracción (N)	Elongación (%)
Urdimbre	M ₁	630.02	56.14
	M ₂	631.85	56.57
	M ₃	716.79	59.56
	M ₄	652.75	54.57
	M ₅	719.74	59.87
Sentido	Probeta	Resistencia tracción (N)	Elongación (%)
Trama	M ₁	461.25	38.25
	M ₂	449.88	37.2
	M ₃	396.52	37.97
	M ₄	536.69	43.35
	M ₅	457.16	39.88

Nota: Los valores de la presente tabla, describen el ensayo que se realizó sobre las probetas del sustrato textil, bajo la aplicación de una concentración de 28 °Be de sosa cáustica (NaOH) y una temperatura de 70 °C.

En la **figura 14**, se pueden observar los valores de comparación que se obtuvieron, al evaluar la resistencia a la tracción y elongación en sentido de urdimbre y trama respectivamente, al ser sometidas a una concentración de 28 °Be y una temperatura de 70°C.

Figura 14

Gráfico comparativo fuerza (N) y elongación (%) a 28°Be



Fuente: Propia.

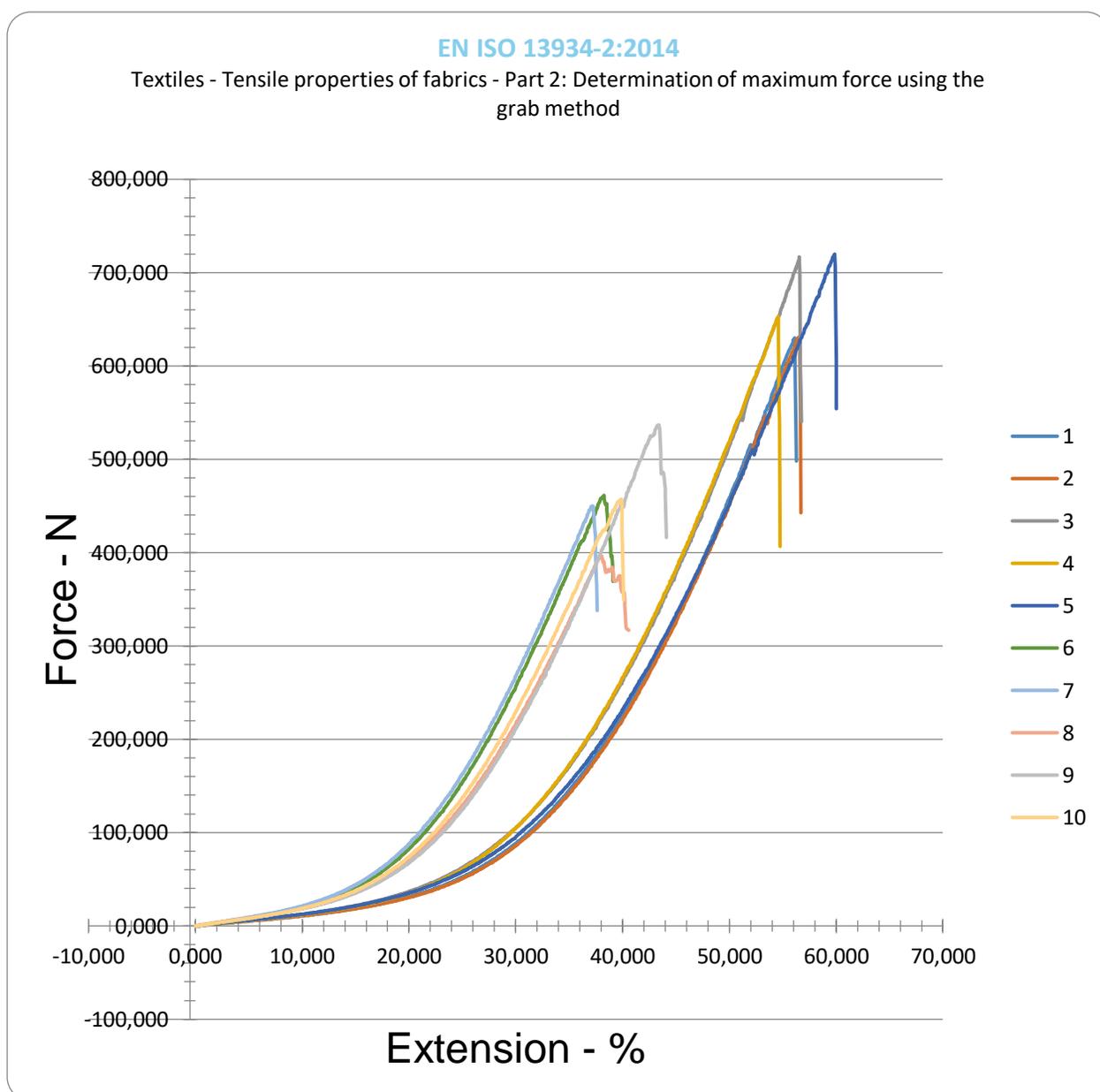
Se identificó que en la muestra 4 en sentido de trama presentó una fuerza de 536,69 (N) en tracción sobre la resistencia mediante pruebas dinamométricas, se identificó que en la muestra 4 en sentido de trama, necesitó una, de igual forma se observó que en la muestra 3 y 5 en corte de urdimbre obtuvieron una fuerza mayor de 716.79 y 719,74 (N) en tracción respectivamente, a una concentración de 28°Be y 70°C

Por su parte, sobre el porcentaje de elongación, al someter la muestra en el equipo bajo la mismos evaluación, se observó que en todas las muestras tanto en corte de urdimbre y trama, mostraron una mínima diferencia en 17.41% sin un cambio notable.

Cómo se evidencia en la **figura 15**, al someter las muestras en el dinamómetro titan 5, bajo los parámetros estándares de evaluación, en corte de urdimbre se identificó los parámetros obtenidos sobre la elongación y resistencia a la tracción.

Figura 15

Gráfico de fuerza (N) vs extensión (%) muestras tejido a 28 °Be



Fuente: Dinamómetro Titan 5, laboratorio Textil UTN.

3.1.4. Análisis de la resistencia a la tracción y elongación de tejido a 32 °Be

En la **Tabla 19**, detalla los resultados de las pruebas sobre el tejido, bajo una concentración de 32 °Be a una temperatura de 80°C mediante el método de agotamiento.

Tabla 19

Resultados del análisis sobre el tejido plano a 32° Be y una temperatura 80°C

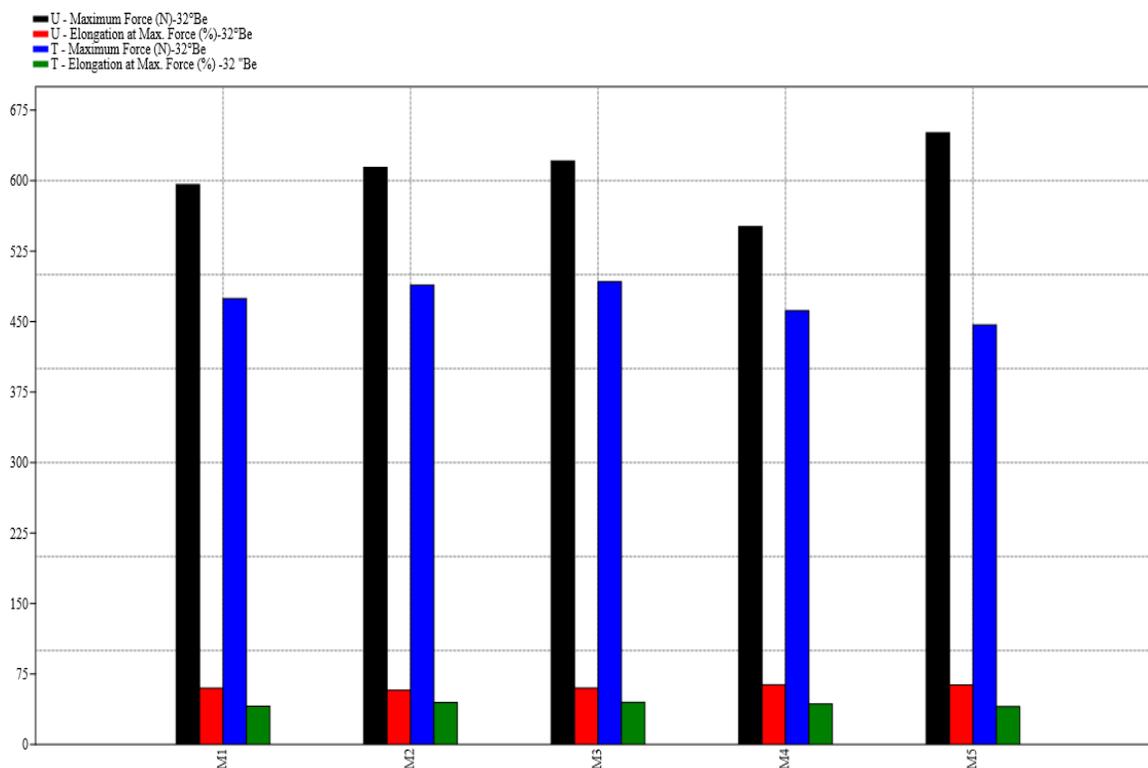
Sentido	Probeta	Resistencia tracción (N)	Elongación (%)
Urdimbre	M ₁	595,86	59,92
	M ₂	613,97	57,7
	M ₃	620,91	60,01
	M ₄	551,08	63,52
	M ₅	650,81	63,31
Muestra	Probeta	Resistencia tracción (N)	Elongación (%)
Trama	M ₁	474,48	40,67
	M ₂	488,89	44,62
	M ₃	492,38	44,83
	M ₄	461,51	43,1
	M ₅	446,43	40,27

Nota: Los valores obtenidos en el ensayo sobre las muestras de urdimbre y trama del tejido de algodón 100% bajo una concentración de 32 °Be de sosa cáustica (NaOH).

En la **figura 16**, se pueden observar los valores de comparación que se obtuvieron, al someter el tejido a la evaluación de la resistencia a la tracción y elongación en sentido de urdimbre y trama respectivamente, a una concentración de 32 °Be y una temperatura de 80°C.

Figura 16

Gráfico comparativo fuerza (N) y elongación (%) a 32°Be



Fuente: Propia

En relación con la **figura 16**, bajo una concentración de 32°Be en las pruebas dinamométricas, empleando los parámetros estándares de evaluación; la mayor fuerza alcanzó sobre la muestra 5 en urdimbre con 650,81 (N) de resistencia.

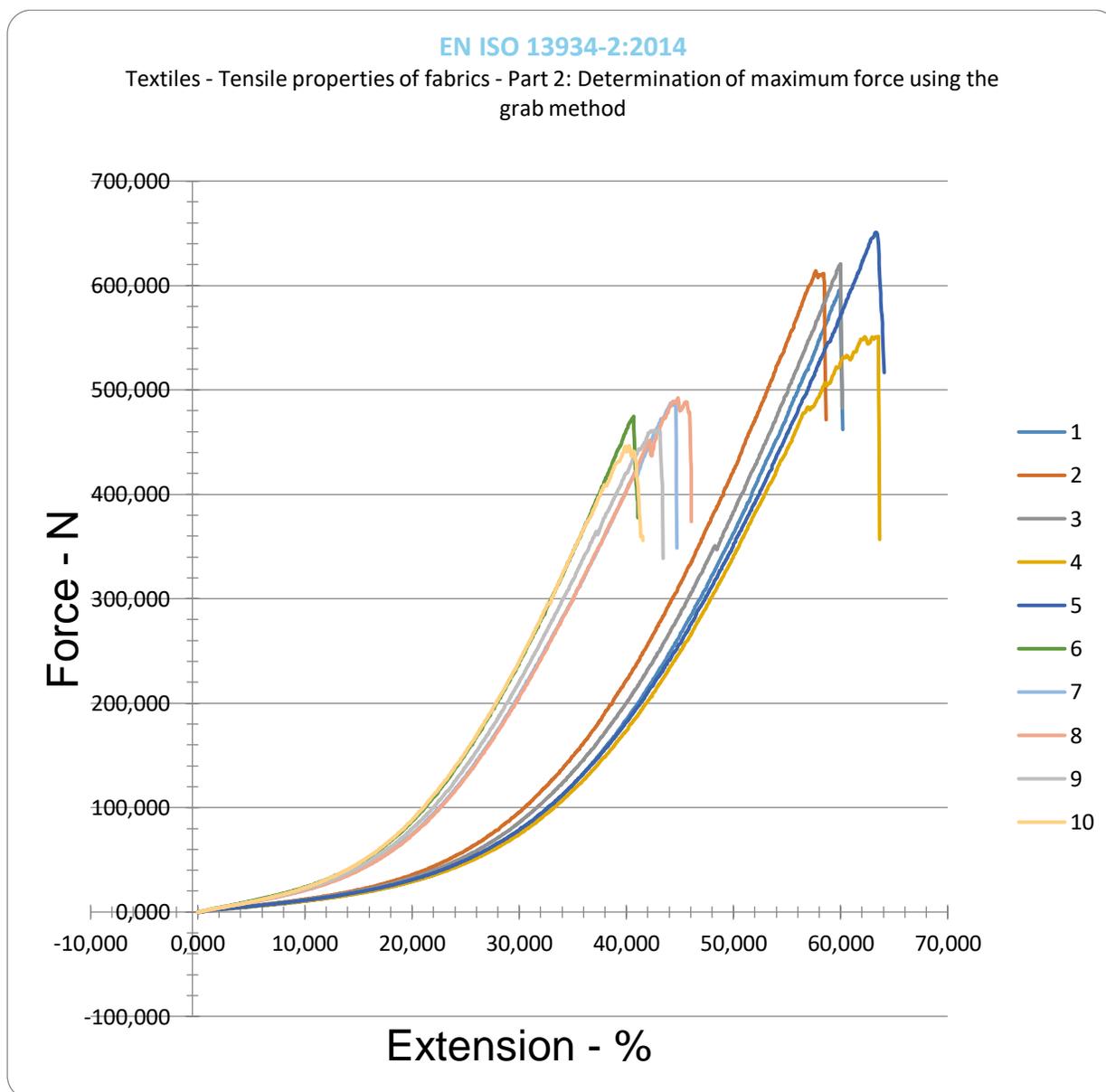
Mientras que, al someter la muestra en el equipo en corte de trama, se identifica que la muestra 2 y 3 presentan el mayor rango de fuerza de resistencia con 488,89 y 492,38 (N).

Con respecto a la evaluación sobre la elongación, se evidenció que en las muestras en sentido de urdimbre es mayor con 18 % en relación con corte en trama.

La **figura 17**, detalla los parámetros estándares, sobre las muestras ensayadas en el dinamómetro, bajo el estándar de evaluación, se identificó los parámetros obtenidos sobre la elongación y resistencia a la tracción.

Figura 17

Gráfico de fuerza (N) vs extensión (%) muestras tejido a 32 °Be



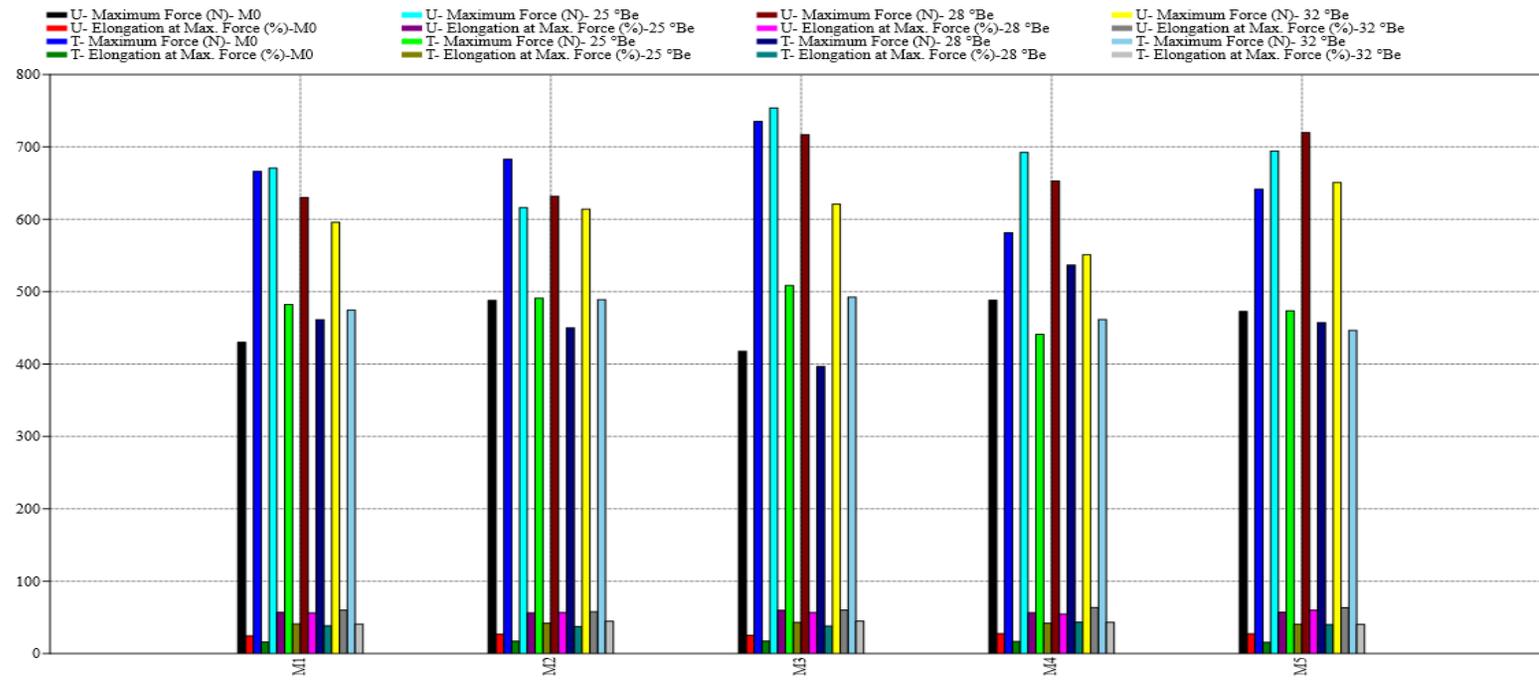
Fuente: Dinamómetro Titan 5, laboratorio Textil UTN.

3.1.5. Gráfico comparativo general de resistencia a la tracción y elongación

En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, para una mejor visualización y análisis de los datos se agrupan las muestras 0 y las aplicadas en las concentraciones de 25, 28, 32 °Be de sosa caustica (NaOH), con la finalidad de obtener un análisis comparativo general más detallado.

Figura 18

Gráfico comparativo fuerza (N) y elongación (%)



Fuente: Propia.

Este análisis en primera línea se observa que la muestra 3, sometida a 25°Be de sosa cáustica (NaOH) a una temperatura de 60°C, es la que mayor fuerza a la tracción presenta con un valor de 753,80 (N) en sentido de urdimbre, evidenciando una diferencia significativa que en promedio es de 265,92 (N), en relación con el resto de las concentraciones.

Respecto a la muestra 3 antes mencionada se observa que la probeta 3 de tejido crudo refleja un valor 735,29 (N), que en comparación presenta una diferencia de 18.51N que no es representativa, se podría suponer que este efecto fue causado debido a que el tejido no estuvo expuesto a ningún tipo de tensión, como en los otros casos de las demás concentraciones.

Así mismo, se evidencia que en la muestra 3 a 25°Be y una temperatura de 60°C, obtuvo un incremento del porcentaje de elongación siendo este de 59,71%, en comparación de las demás concentraciones siendo estas: tejido crudo, 28 y 32°Be. Observándose este efecto como más notable en corte de urdimbre a diferencia de la trama, pero siguen manteniendo la misma tendencia de crecimiento en relación con las otras muestras.

3.2. Análisis de la normalidad de los datos

La normalidad de los datos, permiten fundamentalmente el analizar si los valores alcanzados de las muestras de tejido plano algodón 100%, que estuvieron sometidas al ensayo de resistencia a la tracción y elongación, son confiables. Utilizando los métodos Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling, p (Monte Carlo), Lilliefors L, Jarque-Bera JB y considerando que los valores son ($p > 0.05$) demuestran que los resultados alcanzados para esta investigación representan una confiabilidad del 95%, como se observa en la

Tabla 20.

Tabla 20

Análisis de la normalidad de los datos para la urdimbre

Urdimbre	Maximum Force (N) M0	Elongation at Max. Force (%) M0	Maximum Force (N) 25° Be	Elongation at Max. Force (%) 25° Be	Maximum Force (N) 28° Be	Elongation at Max. Force (%) 28° Be	Maximum Force (N) 32° Be	Elongation at Max. Force (%) 32° Be
N	5	5	5	5	5	5	5	5
Lilliefors	0,2563	0,27	0,2293	0,3411	0,2519	0,3355	0,1859	0,2388
L								
p(normal)	0,3501	0,2743	0,5277	0,05531	0,3766	0,06391	0,8266	0,4619
P (Monte Carlo)	0,3484	0,2869	0,5285	0,0558	0,3743	0,0646	0,856	0,4526

Nota: La tabla detalla los resultados obtenidos, para los ensayos realizados sobre el tejido plano de Co 100%, con corte de urdimbre para la resistencia a la tracción y elongación de las muestras de tejido crudo, 25, 28 y 32° Be, los cuales representan valores mayores al 0,05, siendo el modelo de Lilliefors L el que tiene la confiabilidad en un 95%.

La **Tabla 21** detalla los resultados obtenidos, para los ensayos realizados sobre el tejido plano de Co 100%, con corte de trama, para la resistencia a la tracción y elongación de las muestras

de tejido crudo, 25, 28 y 32°Be, los cuales representan valores mayores al 0,05, siendo el modelo de Lilliefors L el que tiene la confiabilidad en un 95%

Tabla 21

Análisis de la normalidad de los datos para la trama

Trama	Maximum Force (N) M0	Elongation (%) M0	Maximum Force (N) 25°Be	Elongation (%) 25°Be	Maximum Force (N) 28°Be	Elongation (%) 28°Be	Maximum Force (N) 32°Be	Elongation (%) 32°Be
N	5	5	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Wilk								
W	0,9894	0,8985	0,9644	0,9431	0,9177	0,8615	0,9401	0,8623
p(normal)	0,9777	0,4016	0,8382	0,6878	0,5154	0,2336	0,6668	0,2364
Anderson-Darling A								
A	0,17	0,3043	0,2164	0,254	0,3636	0,4114	0,2211	0,3658
p(normal)	0,8591	0,4093	0,6832	0,5439	0,2748	0,1971	0,6639	0,2706
p(Monte Carlo)	0,9377	0,4678	0,779	0,6426	0,3106	0,217	0,7683	0,3081
Lilliefors L	0,1619	0,2113	0,2094	0,219	0,2924	0,2703	0,2004	0,2278
p(normal)	0,9678	0,6572	0,6711	0,6016	0,1755	0,2729	0,7337	0,5387
p(Monte Carlo)	0,9447	0,6789	0,702	0,6094	0,1902	0,2848	0,7625	0,5509
Jarque-Bera JB								
JB	0,1593	0,5936	0,3266	0,3455	0,19	0,8591	0,4594	0,6468
p(normal)	0,9234	0,7432	0,8494	0,8413	0,9094	0,6508	0,7948	0,7237
p(Monte Carlo)	0,9579	0,3958	0,8187	0,8029	0,9415	0,1195	0,6096	0,3089

Nota: La tabla detalla los resultados de normalidad, realizados sobre el tejido, en corte de trama, respecto a las distintas probetas evaluadas a la resistencia a la tracción y elongación, mismas que

representan valores mayores al 0,05. por lo que dentro de los modelos Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors L y Jarque-Bera son confiables en un 95%.

3.1. Análisis de la varianza

El presente análisis y la codificación de los datos: Tejido crudo 25 – 28 – 32°Be, se clasifican empezando por el tejido crudo, mientras que el resto de las concentraciones hacen referencia al tejido que se aplicó el tratamiento por agotamiento con sosa cáustica (NaOH). Finalmente, la resistencia se expresa en newtons (N) y la elongación se expresa en (%) ver **tabla 22**.

Tabla 22

Análisis de la varianza de la urdiembre sobre el tejido crudo, 25, 28 y 32°Be

Urdiembre	Maximum Force (N) M0	Elongatio n (%) M0	Maximum Force (N) 25°Be	Elongatio n (%) 25°Be	Maximum Force (N) 28° Be	Elongatio n (%) 28° Be	Maximum Force (N) 32° Be	Elongatio n (%) 32° Be
N	5	5	5	5	5	5	5	5
Varianc	1105,24	1,8350	2457,86	2,00258	2003,62	3,73177	1352,85	6,16617
Stand. Dev	33,245	1,3546	49,5768	1,41512	44,7618	1,93177	36,7811	2,48317
Median	472,64	26,83	692,35	56,83	652,75	56,56	613,97	60,01
Coeff. var	7,2388	5,1636	7,23298	2,47157	6,67858	3,40449	6,06423	4,07800

Fuente: Propia.

Se pueden evidenciar los resultados conseguidos de resistencia a la tracción y elongación en el tejido plano 100% algodón, sobre el tejido crudo se puede apreciar que presenta un coeficiente de variación de 7.23 N y de 5.16 %, al aplicar a 25°Be de sosa cáustica (NaOH) es de 7.23 N y de

2.47 %, al someter a 28 °Be de sosa cáustica (NaOH) fue de 6.67 N y 3.40 %, finalmente a 32°Be de sosa caustica (NaOH) la variación es de 6.06 N y 4.07 % respectivamente de fuerza y resistencia. Por lo tanto, se muestra que existe la mayor variación de datos en las muestras de 25, 28 y 32°Be de sosa cáustica (NaOH) en comparación a la muestra de tejido crudo para corte de urdimbre.

El Análisis de la varianza de trama sobre el tejido crudo, 25, 28 y 32 °Be, que se les aplicó el tratamiento por agotamiento con sosa cáustica (NaOH) permite corroborar los valores, ver **tabla 23**.

Tabla 23

Análisis de la varianza de trama sobre el tejido crudo, 25, 28 y 32 °Be

Trama	Maximum Force (N) M0	Elongation (%) M0	Maximum Force (N) 25°Be	Elongation (%) 25°Be	Maximum Force (N) 28° Be	Elongation (%) 28° Be	Maximum Force (N) 32° Be	Elongation (%) 32° Be
N	5	5	5	5	5	5	5	5
Variance	3179,51	0,55165	625,479	0,90407	2505,66	6,00395	366,977	4,60227
Stand. dev	56,3871	0,742731	25,0095	0,95082	50,0566	2,45029	19,1566	2,14529
Median	666,13	16,63	482,25	41,92	457,16	38,25	474,48	43,1
Coeff. var	8,52426	4,523334	5,21835	2,283882	10,87478	6,230094	4,052276	5,024334

Fuente: Propia.

Los resultados obtenidos del análisis de variación, para evaluar la resistencia a la tracción y el alargamiento en corte de trama, donde se observan los resultados logrados sobre el tejido crudo de 8.52 N y 4.52 % y al aplicar el tratamiento de agotamiento a 25°Be de sosa cáustica (NaOH) es de 5.21 N y 2.28 %, al someter a 28 °Be de sosa cáustica (NaOH) fue de 10.87 N y 6.23 %, para finalizar al variar a 32°Be de sosa presenta 4.05 N y 5.02 %. Se muestra que existe la mayor

variación de datos a 28 °Be de sosa cáustica (NaOH), tanto en resistencia como elongación de 6.23%.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Para la evaluación de la resistencia a la tracción del tejido plano Co 100% fue necesaria la búsqueda de información a través de diferentes medios, en este sentido (Rivera A. , 2004) recomienda utilizar sosa cáustica (NaOH) en concentraciones de 28 y 34 °Be, con miras a mejorar sustancialmente, la resistencia a la tracción. En cambio, (Solé, 2022) menciona que las cualidades como resistencia y capacidad de teñido mejoran, por lo que, la estructura física se modifica convirtiendo la celulosa en una estructura polimorfa.
- Al aplicar diferentes concentraciones de sosa cáustica (NaOH), mediante el método de agotamiento bajo un pH (>12) alcalino, se llegó a la conclusión de que la mejor concentración y la que mejores resultados se obtuvo fue la de 25°Be, esto se debe a que posiblemente el tejido reacciona mejor en esta concentración del álcali, debido a la capacidad máxima de absorción del tejido de algodón.
- Mediante el uso del dinamómetro, aplicando la norma ISO 13934-2:2014 (propiedades de los tejidos frente a la tracción. Parte: 2 determinación de la fuerza máxima por el método de agarre). Para analizar cuál de las muestras presenta una mayor resistencia a la tracción y porcentaje de elongación, ahora bien, la M_3 en sentido de urdimbre a 25°Be y a una temperatura de 60 °C, presentó una resistencia a la tracción de 735(N), con respecto a las otras muestras ensayadas, con un aumento considerable de 265.92(N).

- Con base al porcentaje de elongación, se concluyó que el mayor rango se localiza en la muestra **M₃** en sentido de urdimbre, con un valor de 59,71%, siendo este el mayor resultado en la elongación obtenido sobre las muestras ensayadas, además se pudo evidenciar la misma tendencia de crecimiento en la dicha propiedad sobre el tejido.

4.2. Recomendaciones

Establecidas las conclusiones de esta investigación, se recomienda:

- Aplicar la sosa cáustica a 25, 28 y 32°C, manteniendo una misma temperatura ya sea a 60, 70 y 80 °C y variando el tiempo de 45 a 60 minutos de exposición ante el álcali, para obtener resultados similares.
- Mantener la misma curva del proceso de agotamiento en el sustrato, que permita aplicar otras concentraciones de sosa cáustica (NaOH) en el tejido plano de algodón 100%, donde se podrá obtener un resultado similar al alcanzado en la presente investigación mediante los parámetros originales, esto con el fin de evitar diferentes procesos.
- Para realizar el proceso de agotamiento en el sustrato, se debe diseñar e implementar un dispositivo que pueda ser introducido en el frasco porta muestras, a fin de que adicione tensión como un mecanismo que evite que la fibra tienda a encogerse y la estructura interna de esta se ordene, sin necesidad de dañar los sellos del frasco y también el sustrato durante el proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejandra, Y. L. (31 de Mayo de 2023). *Repositorio digital UTN*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14070/2/04%20IT%20333%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Ambiente, L. S. (05 de Septiembre de 2018). Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Texto-Unificacion-Legislacion-Secundaria-Medio-Ambiente.pdf
- Asolengin. (31 de Julio de 2020). *Asolengin*. Obtenido de Asolengin: <https://asolengin.files.wordpress.com/2020/08/mercerizado-del-algodc393n.pdf>
- Cañizares, D. E. (Febrero de 2018). Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19189/1/CD-8570.pdf>
- Echemi. (03 de Abril de 2022). *ECHEMI*. Obtenido de ECHEMI: <https://www.echemi.com/cms/525193.html>
- EUROLAB, L. (2019). *EUROLAB*. Obtenido de EUROLAB: <https://www.gozetim.com/es/tekstil/kimyasal-ve-ekolojik-testler/pamukta-mercerizasyon/>
- Heal, J. (2022). *James Heal*. Obtenido de <https://www.jamesheal.com/es/instrument/titan>
- Imbaquingo, G. E. (2015). Optimización Del Proceso De Blanqueo En Tela De Toalla De Algodón 100% En Base De Un Producto Con Oxígeno Activado. Ibarra: Repositorio Digital UTN.
- LABVIEW. (13 de Noviembre de 2013). *Blogspost*. Obtenido de Blogspost: <https://pattypaletacalidad.blogspot.com/2013/11/dinamometro.html>
- Manatex. (2020). *MANATEX*. Obtenido de <https://www.manatex.es/resistencia-a-la-traccion-arrugado-enganchon/>
- Maps, G. (2023). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com/maps/place/Ibarra/@0.3731873,->

78.0973316,11z/data=!4m6!3m5!1s0x8e2a3ca1785b375d:0x85703f133e056adb!8m2!3d0
.3471469!4d-78.1323648!16zL20vMDRfMmN2?entry=ttu

Martin, G. d. (6 de Diciembre de 2018). *Docplayer*. Obtenido de <https://docplayer.es/53121745-Universidad-nacional-mayor-de-san-marcos-el-pre-tratamiento-textil-en-tejidos-planos-de-algodon.html>

Murillo, J. (24 de Noviembre de 2010). *www.postgradoune.edu.pe*. Obtenido de www.postgradoune.edu.pe: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

Nazza. (13 de Mayo de 2022). *Nazza*. Obtenido de https://www.nazza.es/blog/23_usos-sosa-caustica.html

OMC. (2022). *OMC*. Obtenido de OMC: <https://textile.omcbd.com/porproduct/ir-dyeing-machine/>

Palacios, A. (29 de Octubre de 2020). Obtenido de https://www.ejemplode.com/38-quimica/4928-usos_de_la_sosa_caustica.html

Petronaftco. (06 de Junio de 2023). *petronaftco*. Obtenido de [petronaftco](https://www.petronaftco.com/caustic-soda-in-textile-industry/): <https://www.petronaftco.com/caustic-soda-in-textile-industry/>

Pochteca. (15 de Octubre de 2021). Obtenido de [https://mexico.pochteca.net/conoce-que-es-la-sosa-caustica-y-para-que-sirve/#:~:text=El%20hidr%C3%B3xido%20de%20sodio%20\(sosa,para%20obtener%20otros%20productos%20qu%C3%ADmicos](https://mexico.pochteca.net/conoce-que-es-la-sosa-caustica-y-para-que-sirve/#:~:text=El%20hidr%C3%B3xido%20de%20sodio%20(sosa,para%20obtener%20otros%20productos%20qu%C3%ADmicos).

Pochteca, G. (2010). *Pochteca*. Obtenido de Pochteca: <https://elsalvador.pochteca.net/conoce-que-es-la-sosa-caustica-y-para-que-sirve/>

Química.es. (2020). *Química.es*. Obtenido de [Química.es](https://www.quimica.es/enciclopedia/Per%C3%B3xido_de_hidr%C3%B3geno.html): https://www.quimica.es/enciclopedia/Per%C3%B3xido_de_hidr%C3%B3geno.html

Rivera, A. (2004).

Rivera, A. R. (Noviembre de 2004). *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*.

Obtenido de UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0928_Q.pdf

Schwarz, Z. y. (05 de Agosto de 2021). *www.zschimmeryschwarz.es*. Obtenido de

<https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-son-los-tensioactivos-no-ionicos-y->

[cuales-son-sus-aplicaciones-industriales/](https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-son-los-tensioactivos-no-ionicos-y-cuales-son-sus-aplicaciones-industriales/)

Solé, A. (04 de Mayo de 2022). *Seampedia*. Obtenido de [https://seampedia.com/el-mercerizado-](https://seampedia.com/el-mercerizado-del-algodon/)

[del-algodon/](https://seampedia.com/el-mercerizado-del-algodon/)

Stöhr, D. R. (2022). *Dr.Pretty Textile Auxiliaries*. Obtenido de

<https://www.drpetry.de/es/productos/relacion-de-productos/pretratamiento/>

Tecotex. (12 de Junio de 2023). *Tecotex*. Obtenido de [https://tecotex.com.ar/descrude-y-blanqueo-](https://tecotex.com.ar/descrude-y-blanqueo-cuales-son-sus-efectos/)

[cuales-son-sus-efectos/](https://tecotex.com.ar/descrude-y-blanqueo-cuales-son-sus-efectos/)

Yong Ju Yun a, Hyun Joo Lee a, Tae Hyeong Son b, Hyeontae Son b, Yongseok Jun c. (10 de

Noviembre de 2019). *Sciencedirect*. Obtenido de Sciencedirect:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266353819322195>

ANEXOS

Anexo 1

Certificado de uso de laboratorio

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



Ibarra, 25 de enero del 2024

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

CERTIFICO

Que el señor Gaibor Puente Michael Esteban, portador de la cedula de ciudadanía N° 172059760-6, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN DE UN TEJIDO PLANO ALGODÓN 100% AL APLICAR SOSA CÁUSTICA (NaOH) POR EL MÉTODO DE AGOTAMIENTO", los equipos utilizados en el laboratorio son:

- DINAMÓMETRO TITAN 5 MODELO 1410 - Propiedades de los tejidos frente a la tracción, parte 2: Determinación de la fuerza máxima por el método de agarre (ISO 13834-2:2014)
- BALANZA ELECTRÓNICA
- IR DYER
- TÚNEL DE SECADO

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

Atentamente:



MSc. FAUSTO GUALOTO M.
RESPONSABLE DE CALIDAD LABORATORIO DE PROCESOS
TEXTILES – CTEX

Anexo 2

Ficha técnica de sosa cáustica (NaOH)



FICHA TÉCNICA SOSA CÁUSTICA

Tipo: Hidróxido de Sodio

Serie: SOSA - X

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El hidróxido de sodio (NaOH) también conocido como sosa cáustica a temperatura ambiente es un sólido blanco cristalino que absorbe la humedad del aire (higroscópico) en forma de escamas. Es altamente corrosivo.

USOS

El hidróxido de sodio se usa para fabricar jabones, crayón, papel, explosivos, pinturas, productos de petróleo, procesamiento de textiles de algodón, lavanderías y blanqueado.

Revestimiento de óxidos, galvanoplastia y extracción electrolítica, elaboración de limpiadores de desagüe y hornos, el hidróxido de sodio es muy corrosivo, generalmente se usa en forma sólida como una solución de 50% de concentración.

PRESENTACIÓN DE ENVASADO

- Bolsa de 1 kg y 25 kg.

ALMACENAMIENTO

Sosa Cáustica deberá almacenarse en lugares secos, con buena ventilación manteniendo el envase bien cerrado y debidamente identificado. Mantenerlo fuera del alcance de los niños.

INFLAMABILIDAD

Material no inflamable.

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO

APARIENCIA	Sólido en forma de escamas de color blanco.
TOXICIDAD	Si
CONCENTRACIÓN (COMO % NaOH)	Mínimo 98%
INFLAMABILIDAD	No
VIDA DE ANAQUEL RECOMENDADA	2 años posterior a su fecha de elaboración
SOLUBILIDAD EN AGUA	111 g / 100 ml (@20°) 13.89 g /100 ml (alcohol étlico @ 20°)
DENSIDAD	2100 hg / m3

3. APLICACIÓN

Como desatascador de tuberías: Verter una cucharada sopera de producto y a continuación un vaso de agua caliente.

Como decapante de pinturas: Preparar una pasta con agua caliente y sosa, aplicar con una brocha, una vez reblandecida la pintura retirar con espátula metálica.

Para limpiar y desengrasar: Diluir sosa cáustica PintoLux de 5 a 10% con agua limpia.

PRECAUCIONES

INGESTIÓN: Puede causar graves daños, permanentes al sistema gastrointestinal fatales para la persona (intoxicación y/o quemaduras internas).

INHALACIÓN: Irritación con pequeñas exposiciones puede ser dañino o mortal en altas dosis.

PIEL: Peligroso: Los síntomas van desde irritaciones leves, corrosión a nivel cutáneo hasta úlceras graves.

OJOS: Peligroso. Puede causar quemaduras e incluso ceguera.

Anexo 3

Ficha técnica de tejido plano algodón 100%



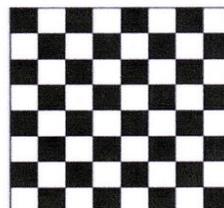
MUESTRA DE TELA VII - 2023
Nº DE MUESTRA: 1

Para Srs: ASOPROTEXLUP
RUC: 1091762966001

Email: luchaconprogresonatabuela@gmail.com

Cel: 0980418828

- ✚ **NOMBRE DE LA TELA**
LIENZO PROCESADA BLANCA VICTORIA
- ✚ **COMPOSICION DEL TEJIDO**
HILO DE URDIDO 100%Co URDIDO 20/1 Ne
HILO DE TRAMA 100%Co URDIDO 16/1 Ne
- ✚ **TORSION DE HILO EN URDIMBRE Y TRAMA**
TORSION DE URDIMBRE "Z"
TORSION DE TRAMA "Z"
- ✚ **HILO DE URDIMBRE Y TRAMA POR CENTÍMETRO**
URDIMBRE: 18
TRAMA: 16
- ✚ **TIPO DE LIGAMENTO**
TAFETÁN
- ✚ **ESCALONANDO**
1X1
- ✚ **RENDIMIENTO**
4,21MTS/KG
- ✚ **TOLERANCIA AL ALCALI**
ALTA
- ✚ **TOLERANCIA AL ÁCIDO**
NULA
- ✚ **TOLERANCIA A LA TEMPERATURA**
ALTA
- ✚ **RESISTENCIA A LA LUZ**
ALTA
- ✚ **ELONGACIÓN**
2-5%
- ✚ **COLORANTES AFINES PARA LA TINTURA**
DIRECTOS, REACTIVOS Y NATURALES
- ✚ **USOS DEL TEJIDO**
CAMISAS, BLUSAS, PANTALONES DE PLAYA,
MANTELES BORDADOS, BOLSOS, ENTRE OTROS.



ATENTAMENTE

ING. VERÓNICA URBINA

TELF:0995669404



TEXTILES IBARRA
0995 669 404 / 0962 832 836
RUC. 1002877346001
LOS GALEANOS S/N Y GROUIDEAS
IBARRA - ECUADOR

Anexo 4

Ficha de seguridad de Peróxido de hidrogeno

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PEROXIDO DE HIDROGENO				
Rótulo NFPA 	Rótulos UN 			
Fecha Revisión: 21/03/2005				
SECCIÓN 1: PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA				
Nombre del Producto:	PEROXIDO DE HIDROGENO			
Sinónimos:	Dióxido de hidrógeno.			
Fórmula:	H2O2			
Número interno:				
Número UN:	2015			
Clase UN:	5.1			
Compañía que desarrolló la Hoja de Seguridad:	Esta hoja de datos de seguridad es el producto de la recopilación de información de diferentes bases de datos desarrolladas por entidades internacionales relacionadas con el tema. La alimentación de la información fue realizada por el Consejo Colombiano de Seguridad, Carrera 20 No. 39 - 62. Teléfono (571) 2886355. Fax: (571) 2884367. Bogotá, D.C. - Colombia.			
Teléfonos de Emergencia:				
SECCIÓN 2: COMPOSICIÓN E INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES				
COMPONENTES				
Componente	C.A.S	TWA	STEL	%
Peróxido de hidrógeno	7722-84-1	1.4 mg/m ³ (1 ppm) (ACGIH 2004)	N.R. (ACGIH 2004)	> 90
Uso:	Blanqueadores de textiles, alimentos, papel, en la producción de químicos, plásticos, farmacéuticos, electroplateado, tratamiento de agua, refinado y limpieza de metales, combustible de cohetes, caucho para espuma, antiséptico, agente neutralizante en la destilación del vino, desinfectante de semillas.			
SECCIÓN 3: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS				
VISIÓN GENERAL SOBRE LAS EMERGENCIAS:				
¡Peligro! Oxidante fuerte. Corrosivo. Al contacto con otro material puede causar fuego. Puede ser dañoso si es ingerido. Puede causar efectos en el Sistema nervioso central, anomalías en la sangre, irritación severa en los tractos respiratorio y digestivo e irritación en la piel con posibles quemaduras. Al contacto con los ojos puede dar lugar a daños permanentes.				
EFFECTOS ADVERSOS POTENCIALES PARA LA SALUD:				
Inhalación:	Sensación de ardor en la garganta, tos. Posible paro respiratorio y edema pulmonar.			
Ingestión:	Corrosivo. Ardor en la garganta, dolor en el pecho, vómito, hemorragias. La formación espontánea de oxígeno en el esófago o estómago puede ocasionar heridas.			
Piel:	Corrosivo a concentraciones mayores del 10%. Blanqueamiento de la piel y picazón.			
Ojos:	Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa. Puede causar daños irreparables en la retina y eventualmente ceguera. Efectos retardados hasta 1 semana después.			
Efectos crónicos:	El contacto prolongado o repetido con la piel puede causar dermatitis. Los experimentos del laboratorio han dado lugar a efectos mutágenos. El contacto repetido puede causar daño cómeo.			
SECCIÓN 4: PROCEDIMIENTOS DE PRIMEROS AUXILIOS				

Anexo 5

Proceso de corte de muestras



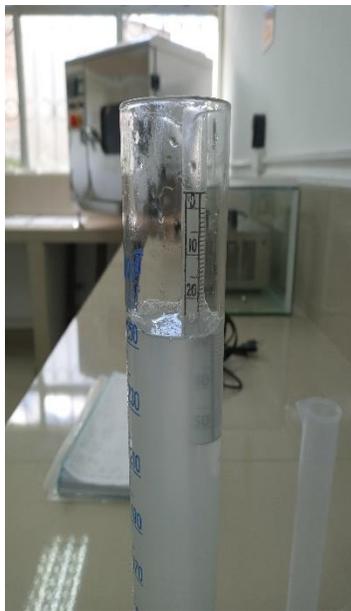
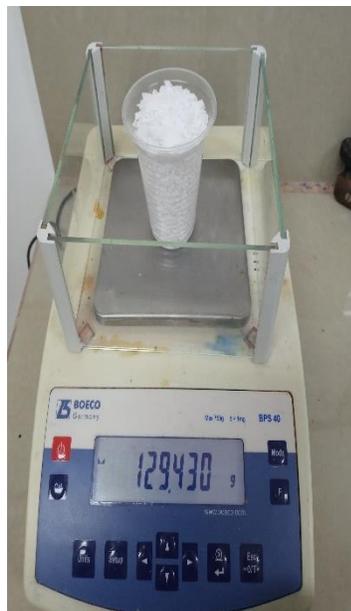
Anexo 6

Proceso de Descrude



Anexo 7

Proceso de agotamiento



Anexo 8*Análisis dinamométricos*