



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE TEXTILES**  
**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN**  
**CURRICULAR, MODALIDAD PRESENCIAL**

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL  
PERCLOROETILENO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE  
UN TEJIDO PLANO Co/Wo 70/30”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Textil**

**Línea de investigación:** Gestión, Producción, Productividad, Innovación y  
Desarrollo Socioeconómico.

**Autor (a):** Clerque Enríquez Nathaly Alexandra

**Director:** MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio

**Ibarra – 2024**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

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

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD</b>		100481177-2	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>		Clerque Enríquez Nathaly Alexandra	
<b>DIRECCIÓN</b>		Guayaquil de Caranqui – Ibarra– Imbabura	
<b>EMAIL</b>		<a href="mailto:naclerquee@utn.edu.ec">naclerquee@utn.edu.ec</a>	
<b>TELÉFONO FIJO</b>	-	<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	0998291680
<b>DATOS DE LA OBRA</b>			
<b>TÍTULO</b>	“Evaluación de los efectos del percloroetileno en la resistencia a la tracción de un tejido plano Co/Wo 70/30”		
<b>AUTOR</b>	Clerque Enríquez Nathaly Alexandra		
<b>FECHA</b>	2024-03-27		
<b>PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	Grado	
<b>TÍTULO POR EL QUE SE OPTA</b>	INGENIERA TEXTIL		
<b>DIRECTOR</b>	MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio		

**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 lo que se 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 27 días del mes de marzo de 2024

**EL AUTOR (A):**

Firma: 

Nombre: Clerque Enríquez Nathaly Alexandra

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

Ibarra, 27 de marzo de 2024.

MSc. Godoy Collaguazo Omar Vinicio

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

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

(f): \_\_\_\_\_

MSc: Godoy Collaguazo Omar Vinicio

C.C.: 10030393-6

## **APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR**

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PERCLOROETILENO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE UN TEJIDO PLANO Co/Wo 70/30**”, elaborado por Clerque Enríquez Nathaly Alexandra, previo a la obtención del título de **INGENIERA TEXTIL**, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f): \_\_\_\_\_

MSc: Godoy Collaguazo Omar Vinicio

C.C.: 10030393-6

(f): \_\_\_\_\_

MSc: Posso Pasquel José Rafael

C.C.: 100252578-8

## DEDICATORIA

*Le dedico el resultado de este trabajo investigativo a mi querida madre Narcisa Enríquez, por el apoyo brindado y su sabiduría para permitirme sobrellevar las adversidades. Ha hecho de mí una mejor mujer; muestra de ello, son los principios, valores, perseverancia y empeño que me distinguen día a día. ¡Usted ha sido un claro ejemplo de aquello!*

*A mi estimada amiga y compañera de aula: Ing. Andrea Carlosama, por su apoyo incondicional en cada una de mis decisiones y por su grata compañía en los momentos más difíciles.*

*De igual manera, este proyecto se lo dedico a cada uno de mis amigos, compañeros y familiares quienes colaboraron directa e indirectamente en la culminación de esta etapa en mi vida.*

*A mis amigos de la infancia Nathaly Chicaiza y Jhonatan Collaguazo, por su bondadoso y gran corazón.*

*Clerque Enríquez Nathaly Alexandra*

## AGRADECIMIENTO

*Todo el trabajo realizado fue posible gracias al apoyo de mis padres, mi más sincero agradecimiento para ustedes.*

*A mis hermanos William y Patricio, por ser mi ejemplo a seguir, por el apoyo económico y moral, por cada uno de sus consejos y principalmente por formarme como un mejor ser humano, por encima de lo profesional.*

*A mi director de tesis MSc. Omar Godoy por brindarme sus conocimientos, por su paciencia, por sus sabios consejos, mis más sinceros agradecimientos por su permanente preocupación y entrega con el presente trabajo.*

*Agradezco al MSc. Marco Naranjo, por brindarme la oportunidad de aprender en base a nuevos proyectos, por depositar su confianza y sus gratas palabras de apoyo.*

*A mis queridos docentes de la Carrera de Textiles, ya que, sin ellos, la formación de un buen profesional no sería posible; agradezco enteramente a la MSc. Valeria Chugá, MSc. Fausto Gualoto, MSc. José Posso, por guiarme en cada una de las prácticas realizadas en el laboratorio, por estar dispuestos a resolver las dudas de un estudiante ansioso por aprender; la paciencia y entrega de este cuerpo docente, es sin duda alguna, las mejor de mis experiencias.*

*Clerque Enríquez Nathaly Alexandra*

## RESUMEN

Este proyecto de investigación, evalúa los efectos del uso del percloroetileno (PERC) como disolvente en procesos de lavado en seco y su incidencia sobre la resistencia a la tracción de un tejido plano Co/Wo 70/30. A nivel nacional, este producto es usado por empresas dedicadas al rubro del cuidado profesional en seco; sin embargo, no se tiene una clara información sobre los efectos en una prenda de vestir; en este sentido, se plantean tres recetas de lavado en seco con 200 mL, 300 mL y 400 mL, tomando como referencia la norma ISO105 D01:2010; posteriormente, para el análisis de resistencia a la tracción se utiliza norma ISO 13934-2:2014 con probetas en sentido de urdimbre y trama, que suman un total de 40 muestras sometidas a dinamometría en el equipo Titán 5. Los resultados numéricos permiten identificar el grado de afectación del PERC en la resistencia a la fuerza de tracción; siendo notorio que en los hilos de trama que conforman el tejido, el valor porcentual obtenido de  $M_0$  (muestra sin tratamiento), es de 4,18% (417,6N); este valor disminuye en comparación con la muestra  $M_3$  (400 mL de PERC), teniendo un valor porcentual de 2,33% (407,88N), y en cuanto a los hilos de urdimbre estos son los menos afectados. Debido a esto, se determina una relación proporcional indirecta entre el percloroetileno y el grado de afectación en la resistencia a la tracción del sustrato, es decir, a mayor dosificación de disolvente, la resistencia disminuye.

**Palabras clave:** Disolvente orgánico, resistencia a la tracción, lavado en seco, GyroWash, corduroy.



## ABSTRACT

This research project evaluates the effects of the use of perchloroethylene (PERC) as a solvent in dry cleaning processes and its incidence on the tensile strength of a Co/Wo 70/30 flat fabric. At national level, this product is used by companies dedicated to professional dry cleaning; however, there is no clear information on the effects on a garment; in this sense, three dry cleaning recipes are proposed with 200 mL, 300 mL and 400 mL, taking as reference the ISO105 D01:2010 standard; subsequently, for the analysis of tensile strength, ISO 13934-2:2014 standard is used with warp and weft specimens, totaling 40 samples subjected to dynamometry in the Titan 5 equipment. The numerical results allow identifying the degree of affectation of PERC in the resistance to tensile strength; being notorious that in the weft yarns that make up the fabric, the percentage value obtained from M0 (sample without treatment), is 4.18% (417.6N); this value decreases in comparison with the M3 sample (400 mL of PERC), having a percentage value of 2.33% (407.88N), and as for the warp yarns these are the least affected. Due to this, an indirect proportional relationship is determined between perchloroethylene and the degree of affectation in the tensile strength of the substrate, i.e., the higher the solvent dosage, the lower the strength.

**Keywords:** Organic solvent, strength resistance, dry cleaning, GyroWash and corduroy.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	1
Descripción del tema .....	1
Antecedentes .....	1
Importancia del estudio.....	2
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos .....	3
Características del sitio del proyecto .....	3
CAPÍTULO I .....	5
ESTADO DEL ARTE .....	5
1.1. Estudios Previos.....	5
1.1.1. Cuidado Profesional en Seco sobre Material Textil .....	5
1.1.2. Uso del Percloroetileno en Tratamientos Textiles .....	6
1.1.3. Influencia en la Resistencia de Textiles y el Cuidado Profesional con el Percloroetileno.....	6
1.2. Marco legal .....	7
1.2.1. Constitución de la República del Ecuador .....	7
1.2.2. Líneas de Investigación de la Universidad Técnica del Norte .....	8
1.2.3. Normativa Ambiental y Laboral.....	9
1.3. Marco conceptual.....	10
1.3.1. Tipos de Tejidos.....	10

1.3.2. Fibras Textiles .....	11
1.3.3. Algodón.....	11
1.3.4. Lana .....	11
1.3.5. Lavado Profesional en Seco .....	12
1.3.6. Disolvente Orgánico para Lavado de Textiles.....	13
CAPÍTULO II.....	14
METODOLOGÍA.....	14
1.4. Enfoque de la investigación.....	14
1.4.1. Enfoque Cualitativo.....	14
1.4.2. Enfoque Cuantitativo.....	15
1.5. Método de investigación.....	16
1.5.1. Método Deductivo .....	16
1.5.2. Método Inductivo .....	17
1.6. Técnicas de investigación .....	18
1.6.1. Observación.....	18
1.6.2. Experimentación.....	18
1.6.3. Modelado Matemático y Estadístico .....	19
1.7. Flujogramas .....	19
1.7.1. Flujograma General.....	20
1.7.2. Flujograma Muestral .....	20
1.8. Equipos y materiales .....	21
1.8.1. Equipos.....	22

1.8.2. Materiales .....	26
1.9. Normas de referencia .....	28
1.9.1. Norma ISO 105 D01: 2010 (Solidez al color a la limpieza en seco con percloroetileno como disolvente). .....	29
1.9.2. Procedimiento.....	29
1.9.3. Norma ISO 13934-2: 2014 (Determinación de la fuerza máxima por el método de agarre).....	32
1.9.4. Procedimiento.....	33
CAPÍTULO III.....	36
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	36
3.1. Resultados .....	36
1.9.5. Resultados De La Prueba De Determinación De La Fuerza Máxima Por El Método De Agarre ISO 13934-2: 2014.....	36
3.1.1. Tabla general de resultados, lavado y resistencia a la tracción .....	40
3.2. Discusión de resultados .....	41
3.2.1. Análisis de la Varianza .....	41
3.2.2. Normalidad de los Datos .....	44
3.2.3. Análisis de resultados .....	45
CAPÍTULO IV .....	49
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	49
4.1. Conclusiones .....	49
4.2. Recomendaciones .....	51

REFERENCIAS BIBLOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS .....	59

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Especificaciones técnicas del equipo GyroWash .....	23
<b>Tabla 2</b> Especificaciones técnicas de Dinamómetro Titán5 .....	25
<b>Tabla 3</b> Caracterización de tejido plano .....	27
<b>Tabla 4</b> Codificación de probetas .....	35
<b>Tabla 5</b> Detalle de análisis de resistencia a la tracción en $M_0$ .....	37
<b>Tabla 6</b> Detalle del análisis de resistencia a la tracción en $M_1$ .....	38
<b>Tabla 7</b> Detalle de análisis de resistencia a la tracción en $M_2$ .....	39
<b>Tabla 8</b> Detalle de análisis de resistencia a la tracción en $M_3$ .....	40
<b>Tabla 9</b> Resultado general de los ensayos .....	40
<b>Tabla 10</b> Resultado dinamométrico general expresado en porcentaje .....	41

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> Ubicación de Laboratorio CTEX .....	4
<b>Figura 2</b> Proceso de lavado y análisis de resistencia a la tracción.....	20
<b>Figura 3</b> Flujoograma muestral.....	21
<b>Figura 4</b> Equipo GyroWash .....	22
<b>Figura 5</b> Equipo Dinamómetro Titán5 .....	24
<b>Figura 6</b> Disolvente orgánico PERC.....	28
<b>Figura 7</b> Corte de probetas en tejido plano .....	31
<b>Figura 8</b> Preparación de probetas según Norma ISO 105D01.....	31
<b>Figura 9</b> Fin de proceso de lavado .....	32
<b>Figura 10</b> Proceso de análisis de resistencia a la tracción .....	34
<b>Figura 11</b> Nivel de pH del disolvente PERC .....	35
<b>Figura 12</b> Análisis de la varianza en la media de los resultados .....	42
<b>Figura 13</b> Coeficiente de variación.....	43
<b>Figura 14</b> Normalidad de los datos en base a Jarque-Bera JB.....	44
<b>Figura 15</b> Gráfico de barras de M1 .....	45
<b>Figura 16</b> Gráfico de barras de M2.....	46
<b>Figura 17</b> Gráfico de barras de M3 .....	47
<b>Figura 18</b> Resultados generales del análisis de resistencia a la tracción .....	48

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1</b> Certificado de análisis de disolvente PERC .....	60
<b>Anexo 2</b> Ficha técnica de PERC .....	61
<b>Anexo 3</b> Caracterización del textil .....	62
<b>Anexo 4</b> Materiales de laboratorio .....	62
<b>Anexo 5</b> Proceso preliminar, lavado en seco y análisis dinamométrico.....	63
<b>Anexo 6</b> Proceso de lavado en seco con PERC.....	64
<b>Anexo 7</b> Extracción de probetas .....	64
<b>Anexo 8</b> Proceso de análisis dinamométrico.....	65



## INTRODUCCIÓN

### Descripción del tema

Esta investigación persigue analizar el comportamiento de probetas a nivel de laboratorio sometidas a tratamiento con percloroetileno en diferentes dosificaciones; para posteriormente, someter a ensayos bajo las directrices de la norma ISO 13934-2:2014 (Determinación de la fuerza máxima por el método de agarre), intentando simular un proceso de lavado en seco. Las condiciones para realizarse establecen el uso del equipo de laboratorio GyroWash y dinamómetro textil Titan5 de la casa comercial James Heal de procedencia inglesa. Posteriormente, los datos obtenidos serán procesados y analizados usando el software estadístico Past4 para establecer la incidencia del producto químico sobre el sustrato textil.

### Antecedentes

El percloroetileno o también llamado tetra-cloroetileno (PERC), es un disolvente líquido incoloro muy parecido al éter, no inflamable con un olor dulce; el uso de este producto se relaciona principalmente en lavanderías e industrias (Armacell, 2010).

El PERC se encuentra presente en pequeñas cantidades en el ambiente resultado de continuas descargas industriales (ATSDR, 2014), sin embargo, la sociedad Americana contra el Cáncer (American Cancer Society, 2020) menciona que, no existe información de que estas cantidades mínimas de PERC puedan repercutir en la salud de las personas, dado a que se encuentra presente en el agua, alimentos, el aire y varios textiles usados cotidianamente. Por otra parte, varios de los estudios sobre la exposición al percloroetileno en diferentes áreas determina que, existe repercusión sobre la salud del operario debido al tiempo prolongado en contacto con la sustancia disolvente orgánico (Betancur-Sánchez et al., 2017).

La industria de la confección relaciona un sinfín de tejidos en diferentes calidades, dentro de la línea de moda, los trajes formales tanto para dama como caballero son sometidos a procesos de lavado especiales (Samui et al., 2022).

Este es el caso del proceso de lavado en seco, donde la prenda no será sumergida en agua en su totalidad, en su reemplazo, se usa percloroetileno, misma sustancia que garantiza la eliminación completa de grasa y suciedad que pueda tener la prenda (Wicaksana, 2016).

La resistencia a la tracción y fuerza en un tejido es un punto importante si de calidad se trata, los tejidos planos conformados por trama y urdimbre en su mayoría son expuestos a este tipo de ensayos con la finalidad de que el textil cumpla con su objetivo (Galceran Escobet, 1960), por esta razón, en la confección de prendas formales en la rama de sastrería se usa tejidos planos específicos que cumplan con las características antes mencionadas, pero el continuo uso lleva a un lavado y tratado de la prenda en donde no se garantiza si la resistencia depende del uso de disolventes orgánicos para su limpieza.

### **Importancia del estudio**

El uso del percloroetileno (PERC) como disolvente de grasas, y otras sustancias que no pertenecen al tejido de la prenda garantiza su efectividad y delicado trato con el color y resistencia (Lu & Zhu, 2014), no obstante, varias tintorerías son propensas a tomar quejas por los clientes debido a que el proceso no cumplió con los parámetros establecidos asociados con este producto químico orgánico (Des, 2022).

Por esta razón, el estudio a nivel de laboratorio sobre el uso del PERC en procesos de lavado en seco para tejido plano, busca responder si este disolvente líquido repercute o no en la resistencia de las prendas, tomando en cuenta distintas

concentraciones en diferentes muestras, para posteriormente ser analizadas por el equipo certificado dinamómetro Titan5 bajo la norma ISO 13934-2:2014 (Determinación de la fuerza máxima por el método del agarre) en el laboratorio de la CTEX – UTN, con la finalidad de plantear una línea base sobre la cantidad mínima y máxima que se debería usar de producto disolvente en función del tipo de tejido estudiado.

### **Objetivo general**

Evaluar los efectos del percloroetileno en la resistencia a la tracción de un tejido plano Co/Wo 70/30.

### **Objetivos específicos**

- Establecer condiciones ideales de proceso en función del género textil, para el tratamiento de limpieza en seco con percloroetileno a escala de laboratorio.
- Desarrollar recetas de lavado en seco con percloroetileno tomando como referencia la norma ISO 105 D01:2010, determinando mediante ensayos dinamométricos, la fuerza máxima por el método de agarre en base a la norma ISO 13934-2:2014.
- Realizar los análisis estadísticos de los datos obtenidos, con ayuda del software PAST 4, enfocado a la determinación de la influencia del percloroetileno en la resistencia del tejido.

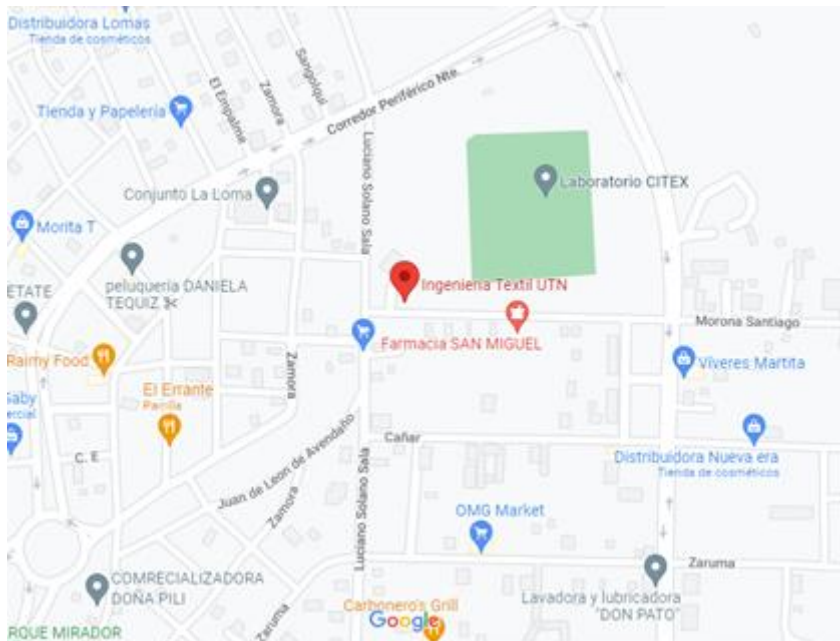
### **Características del sitio del proyecto**

La presente investigación se desarrolló dentro de las instalaciones de la Universidad Técnica del Norte, en los laboratorios de la Carrera de Textiles, en donde se cuenta con equipos certificados por normas de control de calidad textil, estos equipos son empleados en diferentes ensayos en base a la norma adecuada, en la ciudad de

Ibarra, provincia de Imbabura, ubicada en el barrio Azaya, calles Morona Santiago y Luciano Solano, (0°22'43.9"N 78°07'20.2"W).

### Figura 1

*Ubicación de Laboratorio CTEX*



*Nota:* La figura muestra la ubicación del laboratorio de la Carrera de Textiles.

Fuente: (Google Maps, 2023)

## CAPÍTULO I

### ESTADO DEL ARTE

#### 1.1. Estudios Previos

Este apartado abarca toda la investigación realizada en base al estudio del trabajo, de manera que pueda contribuir al mejor entendimiento de la información citada, mediante el uso de diferentes referencias bibliográficas se pretende obtener definiciones, términos y conceptos que sustenten la investigación. A partir de esto, se determina el número de muestras óptimas para la aplicación del procedimiento respectivo en tratamientos de lavado en seco con percloroetileno a nivel de laboratorio.

##### 1.1.1. *Cuidado Profesional en Seco sobre Material Textil*

La industria textil se caracteriza por el continuo desarrollo en técnicas y el aporte de nueva tecnología en tratamientos y cuidados del tejido, todo con el objetivo de cubrir la alta demanda de la calidad del producto final.

Como resultado varias tintorerías a través del tiempo han desarrollado nuevos métodos de tratamiento para tejidos en alta costura, como es el caso del lavado en seco con percloroetileno como disolvente de suciedad y grasa (Ceballos et al., 2021).

El uso de disolventes no acuosos toma lugar desde la década de 1800 en tintorerías en Estados Unidos (EE. UU.), varios tipos de disolventes como derivados del queroseno, gasolina, benceno y petróleo, eran muy poco seguros e inflamables en el proceso de secado de los tejidos. En 1900, en EE. UU. empieza la implementación de máquinas aptas para el tratamiento del lavado en seco, sin embargo, estos productos son altamente inflamables provocando incendios y explosiones en la zona de trabajo (Ceballos et al., 2021).

Entonces, como resultado de este escenario el uso del PERC es el producto adecuado para el proceso, siendo así, varias de las tintorerías en la actualidad optan por el uso de este disolvente orgánico para la industria del lavado (Handbook & Dry, 2022).

### **1.1.2. *Uso del Percloroetileno en Tratamientos Textiles***

El percloroetileno o también llamado tetra-cloroetileno es un disolvente líquido incoloro que se diluye rápidamente en el aire y el agua, dado al alto contenido de cloro este producto es usado como disolvente de grasas y suciedad en textiles (Sutanto et al., 2013).

Es probable que el PERC sea uno de los mejores disolventes industriales textiles para lavados en seco, pero Sutanto (Sutanto et al., 2013) menciona que:

“Uno de los reemplazos potenciales del PERC es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que no es tóxico, es barato y está ampliamente disponible. Estudios previos han indicado que la remoción de partículas del suelo con CO<sub>2</sub> es menor en comparación con el PERC”

Dicho de esta forma, por qué algunas de las tintorerías siguen usando el PERC, porque la maquinaria en su mayoría está especializada para este producto y cambiar equipos de laboratorio representarían un costo mayor al del nuevo producto, además de reposición de suciedad en el tejido (Wang et al., 2018).

### **1.1.3. *Influencia en la Resistencia de Textiles y el Cuidado Profesional con el Percloroetileno***

Lafayette (2019) menciona que el desarrollo de la tecnología trae consigo la especialización sofisticada de la industria textil, si bien es cierto, existe una gran

variedad de pruebas de calidad en cuanto a tejidos, fibras, e hilos de origen sintético y naturales, estas son usadas en su mayoría para la confección de productos para el medio.

Con respecto a la fabricación de vestuarios de alta costura no es la excepción en cuanto a ensayos de calidad, estos tejidos son sometidos a ensayos de calidad en su mayoría de solidez al color, resistencia a la rotura y rasgado, resistencia a la abrasión, elongación y recuperación, resistencia al deslizamiento de hilos en una costura que garanticen una mejor calidad de acuerdo con las normas establecidas en laboratorios (Jhanji, 2023, p. 4).

No obstante, Eurolab (2017) explica que, la resistencia de un tejido depende también de factores como: las propiedades del colorante, el tipo de colorante usado para el textil, la madurez de la fibra, procesos posteriores como planchado, lavados en seco con tensioactivos o disolventes orgánicos.

Entonces, se puede afirmar que el desgaste que presentan varios textiles depende no solo del factor tiempo, sino también de los procesos que este tejido fue sometido en una línea de producción y de acabado textil como lo es el lavado en seco con PERC (Kheng et al., 2023, p. 1).

## **1.2. Marco legal**

En este apartado relaciona la normativa legal en cuanto a la línea de investigación y la agencia de sustancias tóxicas que son la base fundamental para el desarrollo del proyecto de titulación.

### **1.2.1. *Constitución de la República del Ecuador***

En base a la Carta Magna ecuatoriana, sustenta los siguientes artículos:

**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, no afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

### **1.2.2. *Líneas de Investigación de la Universidad Técnica del Norte***

La propuesta de un proyecto de investigación científica debe acogerse a las diez líneas de investigación vigentes y aprobadas por el honorable consejo de la UTN (Universidad Técnica del Norte, 2022), mismas que se citan a continuación:

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)

El presente proyecto de titulación se encuentra relacionado a la línea 9 que mencionan la gestión, producción, productividad, innovación y desarrollo socioeconómico.

### **1.2.3. Normativa Ambiental y Laboral**

La Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de enfermedades (2016) menciona que, el percloroetileno o también llamado tetra-cloroetileno es un líquido incoloro no inflamable, en el ambiente la gran mayoría de personas puede diferenciar un olor dulce característico del PERC cuando se presenta en un nivel superior a 1 ppm.

Este disolvente además de ser usada en proceso de lavado en seco, sirve como desengrasante de metales y es el componente básico para elaborar otro tipo de sustancias químicas utilizadas para el consumidor (ATSDR, 2016).

Se menciona que los efectos perjudiciales para la salud dependerán exclusivamente de la cantidad y el tiempo de exposición con el disolvente, al igual que varios factores como el estado de salud existente en la persona, de la misma manera, la propagación del PERC se relaciona con el ambiente y el método de expansión por medio del agua y el aire. La ATSDR (ATSDR, 2016) confiere niveles de fondo de la presencia de este PERC, que en otras palabras, es el nivel común en el que se encuentra presente debido a la liberación de desechos químicos por las industrias.

Entre algunos de los artículos que pueden contener PERC se encuentran los repelentes de agua, acondicionadores de telas, lubricantes de silicona, algunos quitamanchas y productos para limpiar madera y metal (ATSDR, 2016).

Las cantidades mínimas de exposición a PERC para la población general son de:

“La cantidad estimada que una persona podría estar expuesta inhalación de PERC es de 0.08 y 0.2 miligramos, las cantidades estimadas que la mayoría de gente podría beber en el agua es de 0.0001 y 0.002 miligramos por día” (ATSDR, 2016).

### **1.3. Marco conceptual**

En el siguiente apartado se toma en cuenta toda la información esencial para mejorar el enfoque del presente proyecto de titulación, de la misma forma, se detalla estudios de referencia acorde al trabajo que son usados en base de la investigación científica del tema abordado, con el objetivo de mejorar la comprensión lectora de los interesados.

#### **1.3.1. Tipos de Tejidos**

Elmogahzy (2020) menciona que los tejidos son estructuras planas producidas por el entrelazamiento de hilos o fibras en ángulo recto, los hilos en orientación vertical se denominan urdimbre y los de orientación horizontal trama. El factor más importante en la construcción del textil; es el rendimiento y eficiencia del proceso.

Para la producción de productos textiles existe una gran variedad de estructuras, las construcciones más utilizadas son: tafetán, sarga y satín, cada uno de estos se emplean de acuerdo con el uso final. El diseño del tejido ofrece diferentes características de rendimiento, utilizando parámetros del sustrato como: densidad de área, factor de cobertura y la combinación de diferentes tipos de hilos y fibras.

### **1.3.2. *Fibras Textiles***

Las fibras textiles han sido empleadas desde hace mucho tiempo atrás para la fabricación de productos textiles y afines. Se clasifican normalmente en fibras naturales (vegetales, animales y minerales) y realizadas por el hombre (regeneradas y sintética).

La alta gama de propiedades que estas disponen hace que se empleen en diversas aplicaciones, sin embargo, las deficiencias inherentes requieren de modificaciones de la fibra mediante procesos textiles que proporcionan métodos únicos para la formación de hilos y sustratos textiles (CottonWorks, 2022).

### **1.3.3. *Algodón***

El algodón pertenece a la familia de las fibras celulósicas, en cuanto a sus propiedades físicas es moderadamente fuerte con una tenacidad 18-45 g/Tex. La naturaleza hidrofílica del algodón y el efecto de agua absorbida en los enlaces de hidrógeno, hacen que la resistencia a la tracción cambie significativamente con los cambios de contenido de la humedad, es decir que el algodón en húmedo es más resistente que seco. Químicamente el algodón no es afectado por los ácidos a temperatura ambiente y tiene una excelente resistencia a los álcalis (Howard, 1985).

### **1.3.4. *Lana***

La lana es una fibra natural proteínica de pelo muy rizado; la finura, estructura y las propiedades de la lana dependen de donde procede la oveja. Según las propiedades físicas, la lana dispone de una resistencia 1-2 g/d en seco y húmedo 0,8-1,8 g/d, los alargamientos de rotura varían del 25% al 40% en seco y 25%- 60% en húmedo. Tienen una excelente resiliencia y se recuperan fácilmente de la deformación, excepto bajo altas humedades. Químicamente es resistente a los ácidos, pero extremadamente vulnerable

a las bases débiles, se degrada y amarilla por encima de 150°C y se carboniza a 300°C (Howard, 1985).

### **1.3.5. *Lavado Profesional en Seco***

El lavado en seco es un proceso que utiliza líquidos especiales como tensioactivos y disolventes para eliminar las manchas, suciedad y grasa que puedan tener un tejido, el tipo de disolventes no penetra la fibra del textil como lo hace naturalmente el agua, por esta razón este tipo de lavados en seco es usado para tejidos de lana, seda, algodón, fibras de poliamida y otras prendas delicadas que puedan alterar su estructura con el agua (3 LAVALUX, 2018, p. 1).

Los productos para limpieza en seco son derivados de carbono y cloro, este es el caso del percloroetileno (PERC), fluidos de siliconas (Si) e hidrocarburos (HC), en varias tintorerías se usan estos disolventes orgánicos en función de las características del tejido o en su caso la prenda de vestir (Fittema., 2012), de este modo SOLDENE (2022) menciona que, si el lavado se va efectuar con PERC, exclusivamente el proceso se lleva a cabo en maquinaria sofisticada, para esto se debe tomar en cuenta la simbología de las etiquetas en la ropa.

El proceso de un lavado profesional en la gran mayoría de lavanderías industriales se realiza en primer lugar, con una revisión total de la prenda o las prendas, este debe clasificar según lo mencionado en la etiqueta para facilitar la decisión de que tipo de producto se usará, para luego organizar las prendas de acuerdo al tipo de tela y el tipo de mancha, si este cuenta de distintas partes del atuendo con el mismo color es mejor usar el mismo disolvente en todo, así; si este tiene una alteración en el color sea uniforme en todo el conjunto; y finalmente, si la prenda requiere de un planchado para quitar arrugas (SOLDENE, 2022).

### **1.3.6. *Disolvente Orgánico para Lavado de Textiles***

Los compuestos orgánicos solventes son; sustancias compuestas principalmente de carbono, estos tienen la capacidad de disolver o dispersar una o más sustancias. Se emplean en diversos tipos de compuestos químicos como solventes orgánicos, tales como hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos, aminas, ésteres, éteres, cetonas cloradas, y también hidrocarburos con nitrógeno o cloro (Dick, 2006).

Este tipo de solventes están presentes en el uso diario de fabricación de pinturas, barnices, lacas, adhesivos, productos de limpieza, desengrasantes, y pegamentos, así como también, en la producción de tintes, polímeros, plásticos, textiles, tintas de impresión y artículos farmacéuticos y agrícolas (MITECO, 2003).

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

La metodología de gestión de proyectos de grado es, la disciplina de conocimientos enfocados en elaborar y sistematizar de manera objetiva el conjunto de técnicas y métodos para el progreso del proyecto.

En otras palabras, la metodología de investigación es el componente fundamental para garantizar la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos durante la investigación del tema, de esta forma, permite llegar a conclusiones sólidas sustentables en base a fuentes de conocimiento encontradas. A continuación, se definen dos enfoques de investigación para el desarrollo del proyecto de grado; enfoque cualitativo y cuantitativo.

De esta manera, se clasifica la naturaleza de la investigación en dos enfoques diferentes, de los cuales dependen de la tabulación e interpretación de los datos obtenidos como resultado de tal investigación.

#### **1.4. Enfoque de la investigación**

##### **1.4.1. *Enfoque Cualitativo***

La investigación basada en el enfoque cualitativo recopila y analiza los datos no numéricos, que pueden ser; expresiones, opiniones, respuestas sobre emociones o comportamientos de un grupo social, que son atribuidos a la expresión de respuestas por medio de la interpretación de palabras (Villamil-Fonseca, 2003).

Este tipo de enfoque está constituido por el juicio de los investigadores, es decir, a reflexionar de manera cuidadosa sobre elecciones y suposiciones de un tema de interés, esta técnica de investigación se emplea principalmente en áreas como la sociología,

historia o antropología, ya que obtiene una mejor comprensión de conceptos complejos, con la ayuda de herramientas como; entrevistas, grupos focales, observaciones y análisis de documentos de historia (Santander Universidades, 2021).

#### **1.4.2. *Enfoque Cuantitativo***

Este tipo de investigación cuantitativa se utiliza para comprender datos numéricos, patrones, promedios y correlaciones en base a la causa y efecto, de manera que, el resultado de esto sea el análisis estadístico de teorías, o hipótesis (Santander Universidades, 2021).

La principal herramienta de una investigación cuantitativa es la experimentación, observación y selección de documentos con base numérica que se expresan en gráficos o tablas de control. La objetividad para el enfoque cuantitativo es la única manera de conseguir el conocimiento, por lo que, la medición controlada y minuciosa es importante en la concepción lineal de la investigación (Alberto & Novoa, 2017).

El objeto de estudio está sometido a la caracterización empírica, en donde se relaciona de manera independiente del investigador, se mantiene una perspectiva de lo conocido para ser relacionado con la base numérica y análisis estadístico de los datos (Rosado, 2018).

Para la interpretación de los datos es necesario basar estos resultados en variables totalmente controladas, es decir, sujetas a la medición o comprobación de que existen en el medio y así mismo, plantea la hipótesis que resulta ser una tentativa de respuesta a dicho problema (Rosado, 2018).

Por lo tanto, el presente proyecto se basa en la investigación por enfoque cuantitativo, ya que presenta variables controladas por los equipos de laboratorio, de

manera que, la explicación, generalización, confirmación o refutación de resultados y la comparación de similares ensayos es la base del desarrollo del trabajo y posteriores conclusiones.

Todo con el objetivo de garantizar que, los valores resultantes en el proyecto de investigación garanticen fuentes de nuevos trabajos aplicados a la búsqueda de respuestas a incógnitas expuestas en el apartado.

### **1.5. Método de investigación**

La investigación científica se centra en la aplicación de diferentes métodos que permitan abordar preguntas y problemas de manera sistemática para su resolución, de esta forma, para el desarrollo de este trabajo de titulación, se requieren tres métodos de investigación: deductivo, inductivo y experimental.

#### **1.5.1. *Método Deductivo***

También conocido como método de razonamiento, este tipo de método de investigación se caracteriza por inferir de manera necesaria en una conclusión a partir de una determinada serie de premisas elaboradas. La veracidad del argumento se enfoca en la forma del argumento, de esta forma la premisa implica la verdad de la conclusión o lo contrario (Palmero, 2019).

Dicho de otra forma, la base de este método de investigación se centra en el razonamiento del investigador, en donde, es necesario determinar un sistema de desarrollo que permita llevar a conclusiones claras y argumentos válidos.

El uso de este método es usado en la vida cotidiana, debido a la formulación de ciertos tipos de lógica para cada pregunta, no obstante, la lógica proposicional reside



explícitamente en los sistemas formales, es decir, de forma matemática emplea razonamientos deductivos al basarse en reglas fijas inmutables (Segundo, 2023).

Además, el uso de este método de manera directa o indirecta dependen del número de premisas, es así como, el uso directo y de conclusión inmediata se usa una única premisa que es aceptada para el desarrollo de una teoría, y el uso indirecto y de conclusión mediata, son todos aquellos casos que contienen una o dos premisas; en todos los casos existe una premisa mayor y menor que tendrán conclusiones diferentes pero acertadas entre sí (Rodríguez, 2021).

De esta forma, este proyecto de investigación se centra en un método indirecto, ya que depende de varios factores que deben ser aclarados con la valoración de los resultados de conclusión mediata, que tendrán argumentos acertados o no entre cada una de las premisas valoradas.

### **1.5.2. Método Inductivo**

En la investigación científica el uso de métodos inductivos se usa a partir de la aplicación de diferentes métodos que permitan abordar preguntas y problemas de manera sistemática, es decir, comienza con la recopilación de datos en los que se identifica tendencias, patrones o regularidades que llevan a la formulación de un concepto o teoría más amplia, va de lo particular a lo general (Rodríguez, 2021).

Este método es particularmente útil cuando se trata premisas de estudio en las que la información es limitada o se busca nuevos enfoques para explicar el fenómeno, comportamiento, experiencias, fenómenos naturales, que con regularidad se asocia con la investigación cualitativa, pero también puede ser parte de una importante investigación de tipo cuantitativa al analizar de manera sistemática y en base a teorías

antes aplicadas los resultados, con la finalidad de conservar un marco de veracidad en cuanto a lo concluido con dicha investigación (Abreu, 2014).

## **1.6. Técnicas de investigación**

### **1.6.1. Observación**

La técnica de investigación por observación es el método que involucra la observación directa y sistemática de diferentes eventos, personas, objetos o fenómenos con el objetivo de recopilar información; uno de los tipos usados dentro de este ensayo de laboratorio es la observación por sujeto de prueba en laboratorio, donde el entorno es un medio controlado de variables sobre el trabajo de los equipos y el laboratorista (Castellanos, 2017).

Dicho de otra forma, la aplicación de carácter científico en el campo de las Ciencias aplicadas, requiere de la aplicación de procedimientos operativos rigurosos que estén claramente definidos, puedan ser comunicados, repetidos en las misma circunstancias y se adapten al fenómeno en cuestión; estos procedimientos son conocidos como técnicas de investigación y elección del objetivo específico (Rekalde et al., 2013).

### **1.6.2. Experimentación**

Este método es un enfoque científico sobre la manipulación deliberada de una o más variables independientes, para observar su efecto en una variable dependiente; la finalidad es establecer relaciones de causa y efecto. Se puede afirmar que, la clave para una investigación por experimentación sea exitosa reside en la hipótesis, el control de variables, el grupo experimental, diseño y recopilación de los datos, para el posterior análisis estadístico (Sans & Atenea Alonso Serrano, Lorena García Sanz, Irene León Rodrigo, Elisa García Gordo, Belén Gil Álvaro, 2012).

Dicho de otra forma, este método de investigación experimental tiene un enfoque científico, en el cual participan un sin número de variables que se deben mantener constantes y controladas en el medio que se opera; entonces, los datos obtenidos como resultados, son clasificados en una investigación cuantitativa.

### **1.6.3. *Modelado Matemático y Estadístico***

Este método se centra en el uso de modelos matemáticos y estadísticos para abordar preguntas de investigación y la resolución de problemas en diversas disciplinas. Esta técnica implica la formulación del problema y revisión de conceptos, teorías matemáticas y el análisis estadístico de los datos; para la validación y revisión del trabajo, una vez que los campos contribuyen con la calidad y confiabilidad de la investigación la comunicación y difusión es importante para la comunidad académica (Batanero & Díaz, 2011).

Para efecto de este estudio, las herramientas utilizadas para el desarrollo del trabajo en laboratorio son; la observación y experimentación científica, donde las diferentes muestras de tejido plano son tratadas en base a dosificación de disolvente orgánico PERC y una vez obtenido los resultados sobre la resistencia del tejido después del proceso de lavado en seco, se implementa el modelado matemático y estadístico para la tabulación de dato.

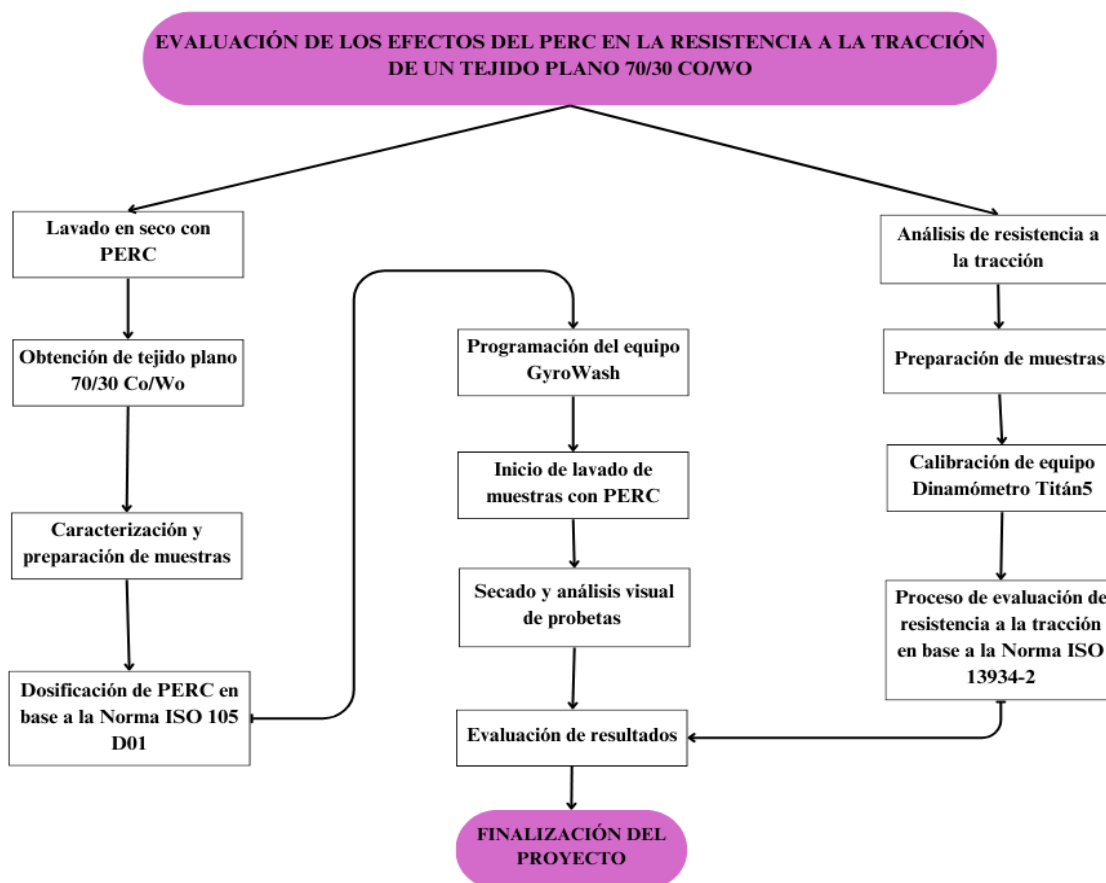
### **1.7. Flujogramas**

En el caso práctico de la investigación sobre los efectos del PERC (disolvente orgánico para lavado en seco) en la resistencia a la tracción de un tejido plano Co/Wo - 70/30, se detalla a través de un diagrama de flujo los pasos que se realizaron para la obtención de los datos; esto con la finalidad de organizar el proceso de trabajo en laboratorio de la Carrera de Textiles y facilitar la comprensión del lector.

### 1.7.1. *Flujograma General*

**Figura 2**

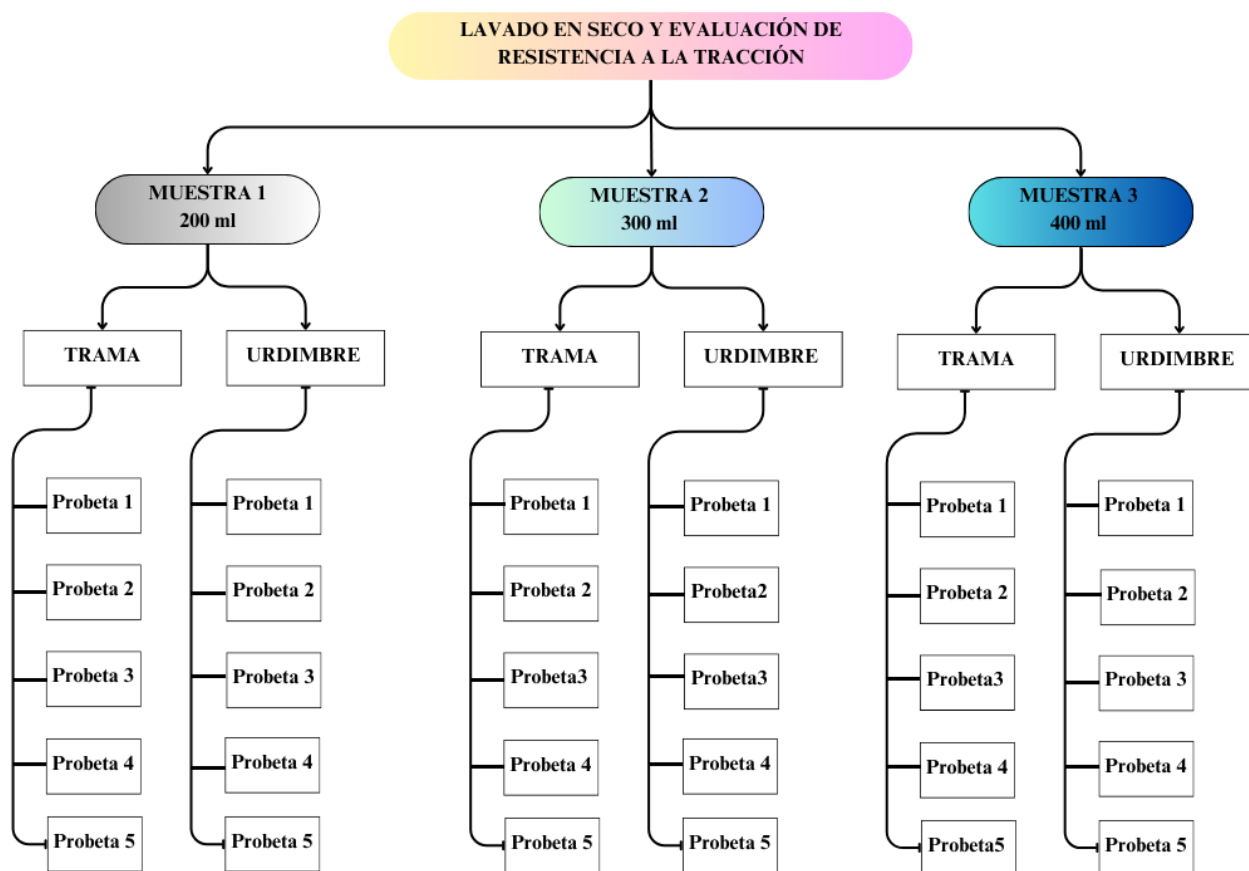
*Proceso de lavado y análisis de resistencia a la tracción*



Fuente: Propia

### 1.7.2. *Flujograma Muestral*

Posteriormente, se detalla el flujograma de forma muestral sobre los efectos del PERC en la resistencia a la tracción en tejido plano Co/Wo - 70/30, los cinco ensayos son realizados en base a tres dosificaciones de PERC;  $M_1 = 200$  mL (como lo dicta la Norma ISO105D01:2010),  $M_2 = 300$  mL (50% más de lo establecido en la norma),  $M_3 = 400$  mL (100% más cantidad de lo establecido en la norma), bajo las condiciones controladas de laboratorio.

**Figura 3***Flujograma muestral*

Fuente: Propia

### 1.8. Equipos y materiales

Para el proceso de experimentación del trabajo en la determinación de los efectos del PERC en la resistencia a la tracción de un tejido plano Co/Wo - 70/30, se requiere de equipos especializados y material de laboratorio, enfocados al control de calidad de textiles; además de normas de seguridad e higiene, como el control de variables, de esta forma, se detallan a continuación, los equipos y materiales usados en el desarrollo del trabajo de investigación.

### 1.8.1. *Equipos*

#### 1.8.1.1. **GyroWash.**

Con base en la información recopilada de la casa comercial James Heal (2022), el equipo GyroWash es un probador de solidez del color al lavado con TestWise Touch, especialmente dirigido a la limpieza y lavado en seco de textiles y cuero, este equipo cumple con las normas AATCC e ISO; disponible en modelos con capacidad de 8 a 20 frascos de ensayos, cada uno con capacidad de  $550 \pm 50$  mL respectivamente, los ensayos realizados en este equipo están dirigidos a determinar la calidad de los tejidos ante diferentes agentes de limpieza.

#### **Figura 4**

*Equipo GyroWash*



Fuente: (James Heal, 2022)

**Tabla 1***Especificaciones técnicas del equipo GyroWash*

<b>Norma</b>	<b>ISO 105-DO1:2010</b>
<b>Equipo</b>	GyroWash
<b>Temperatura</b>	40 ± 2°C
<b>Tiempo</b>	30 min
<b>Velocidad de giro</b>	40 ± 2 rpm
<b>Número de discos de acero</b>	12

**Especificaciones técnicas**

- Dispositivo mecánico constituido por un eje giratorio que lleva recipientes de acero inoxidable (portamuestras) de 550 ± 50 mL de capacidad.
- La temperatura de baño es controlada por medio de un termostato que mantiene la temperatura de baño a 30 ± 2 °C.
- Los recipientes deben cerrarse herméticamente.
- 12 discos de acero inoxidable por cada portamuestras usados en el proceso de lavado (peso promedio de 20,39 g. cada uno)
- El tejido constituido para la bolsa que lleva los discos de acero y la muestra de tejido, debe clasificarse en un tejido plano (tafetán), que no tenga algún tipo de acabado textil inteligente o a su vez proceso de tintorería.

**1.8.1.2. Dinamómetro.**

El equipo Titán 5 de la marca comercial James Heal (2022), es un probador a nivel de laboratorio de la resistencia de tracción sobre fuerzas de 5 kN y 10kN, tiene

una amplia gama de aplicaciones, que incluyen desde prendas de vestir, no tejidos y otros materiales no textiles.

El uso versátil de este equipo determina pruebas de calidad en diferentes especímenes, cuenta con segmentos diferentes de fácil cambio, cada uno de estos elementos se dirigen a la especificación de la norma de calidad usada en el laboratorio, como a su vez, especificación de control de variables dentro de las diferentes pruebas (James Heal, 2022).

### **Figura 5**

*Equipo Dinamómetro Titán5*



Fuente: (James Heal, 2022)

Para el análisis de resistencia a la tracción de las treinta probetas realizadas en laboratorio, después de ser sometidos a lavados en seco con tres dosificaciones diferentes ( $M_1 = 200$  mL,  $M_2 = 300$  mL y  $M_3 = 400$  mL), se detalla en la siguiente tabla:



Teniendo en cuenta que estos parámetros son acondicionados al equipo, tal como dicta la norma de calidad textil.

**Tabla 2**

*Especificaciones técnicas de Dinamómetro Titán5*

<b>Norma</b>	<b>ISO 13934-2:2014</b>
<b>Equipo</b>	Dinamómetro Titán5
<b>Velocidad constante de alargamiento</b>	50 mm/min exactitud del $\pm 10\%$
<b>Longitud de ensayo</b>	100 mm $\pm 1$ mm
<b>Tipo de mordazas</b>	Mordazas de caras planas
<b>Nº de probetas</b>	5
<b>Direcciones requeridas</b>	Ambos (U - T)
<b>Separación de mordazas</b>	100 mm
<b>Detección de rotura</b>	20 %
<b>Velocidad</b>	50 mm/min

Nota: las siglas en las direcciones requeridas (U – T) son dirigidas al sentido de urdimbre y trama del tejido respectivamente.

#### **Especificaciones técnicas**

- El equipo debe ser calibrado en base a las especificaciones del número de ensayos pertinentes, la norma dicta que el número de ensayos como mínimo deben ser cinco probetas en dirección de urdimbre y en dirección de trama.
- Ensayo de agarre o denominado tracción en el cual solamente la parte central superior de la probeta debe ser sujeta por las mordazas del apartado del ensayo, con mordazas T27 especificadas en el equipo.

- El apartado de ensayo de tracción debe ser especificado hasta la fuerza máxima o la rotura del tejido, en este caso se usa el 20% de detección de la rotura en el tejido.
- Todas las lecturas deben estar dentro del rango normal a los datos obtenidos mediante el equipo, de tal forma que, si algún parámetro es ajeno al del parámetro, se debe que repetir la muestra.
- La alimentación de aire debe ser constante, dirigido por un compresor de aire comprimido, una vez terminado los ensayos respectivos, se recomienda depurar el equipo, de manera que lo que pueda retener de aire no se convierta en agua y oxide o perjudique el equipo de laboratorio.

### **1.8.2. *Materiales***


En esta sección, se detallan los materiales necesarios para el proceso; empezando por la determinación de la composición del tejido plano, nombre técnico, denominación comercial, tipo de ligamento, título de hilo en trama y urdimbre y finalmente el disolvente orgánico de limpieza en seco (PERC) usado para el proceso de lavado en el equipo antes mencionado, bajo las condiciones de la norma técnica en control de variables como: tiempo y temperatura, resistencia a cargas longitudinales y transversales.

#### **1.8.2.1. Caracterización de tejido plano.**

En la **Tabla 3** se muestran detalles sobre la caracterización del tejido plano, de manera que estos datos son parte fundamental para la limitación y especificación del proyecto de investigación.

**Tabla 3**

Caracterización de tejido plano

TEJIDO	CORDUROY/PANA	MUESTRA
Composición	70% Co	
	30% Wo	
Gramaje	400 g/cm <sup>2</sup>	
Título de hilo en Trama	12 Ne	
Título de hilo en Urdimbre	16 Ne	

Nota: Co y Wo corresponden a las abreviaturas de algodón y lana respectivamente.

### 1.8.2.2. Disolvente orgánico para lavado en seco.

#### Percloroetileno

También denominado tetra-cloroetileno es un líquido manufacturado que tiende a evaporarse rápidamente en el aire y casi soluble en el agua, tiene un olor dulce y no tiene color específico, su fórmula química  $C_2Cl_4$ , con una masa molecular de 165,8 g/mol, punto de ebullición de 121 °C, densidad relativa del líquido 1 g/mL, densidad relativa de la mezcla vapor/ aire a 20°C de 1,09 g/mL, densidad relativa del gas en aire 5,8 % y el coeficiente de reparto octanol/ agua es de 2,6 % (PRTR, 2023, p. 1).

La precaución en el uso del PERC son las vías de entrada al cuerpo humano, siendo la más peligrosa las vías respiratorias, dado que este producto está catalogado por la IARC (American Cancer Society, 2020), como el producto cancerígeno del grupo 2A, por esta razón se recomienda conocer a fondo la hoja de seguridad del producto y el tipo de almacenamiento para este (2 COTYQUIM, 2022, p. 1).

## Figura 6

*Disolvente orgánico PERC*



Fuente: Propia

### 1.9. Normas de referencia

El espacio de experimentación conocido como laboratorio es la parte crucial de la investigación, y su correcto funcionamiento es esencial para la obtención de resultados confiables; complementario a ello, las normas de calidad son pautas y procedimientos que deben seguirse para llevar a cabo este estudio; contribuyendo a la seguridad del investigador y garantizando la integridad de los datos.

### **1.9.1. Norma ISO 105 D01:2010 (Solidez al color a la limpieza en seco con percloroetileno como disolvente).**

Esta sección de la Norma ISO 105 D01:2010 describe el procedimiento para evaluar la resistencia del color en textiles de cualquier tipo y, en todas las etapas de procesamiento cuando se someten a la limpieza en seco utilizando percloroetileno como agente disolvente. Es importante señalar que este método de prueba no se utiliza para valorar la solidez del color en recubrimientos aplicados a los textiles ni para evaluar la resistencia del color en el proceso de eliminación de manchas o suciedad realizados por profesionales técnicos de la tintura, se concentra exclusivamente en la evaluación de la resistencia del color desde la perspectiva de la limpieza en seco (UNE-EN ISO 105-D01, 2010).

### **1.9.2. Procedimiento**

El proceso operatorio para el desarrollo de ensayos de lavado en seco de un tejido plano Co/Wo 70/30 y que se muestra en la **Figura 7**, **Figura 8**, **Figura 9** consta de los siguientes pasos:

- a) Preparar el dispositivo mecánico GyroWash, calentando el agua del baño a una temperatura de  $30 \pm 2$  °C.
- b) Confeccionar bolsas de medidas interiores de 100 mm × 100 mm usando el tejido de calada de composición de algodón, se debe coser por los cuatro costados y en su interior, se coloca la probeta codificada junto con los doce discos de acero.
- c) Retirar los recipientes de acero del equipo mecánico; debe asegurarse que el interior de cada recipiente, incluido la tapa se cierren en seco, para

esto, es importante usar un textil seco de algodón que pueda absorber la mayor parte de residuos de agua.

- d) Colocar la bolsa dentro del portamuestras.
- e) Cerrar todos los recipientes y cargar al equipo nuevamente, una vez que todos los recipientes se encuentran dentro, se inicia la rotación y haciendo girar por un tiempo de 30 min a  $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .
- f) Colocar entre dos capas de papel o de textil blanco absorbente (evita la transferencia de color), y exprimir hasta reducir la mayor cantidad de disolvente residual en la probeta.
- g) Abrir la probeta solo por la línea de costura, secar las muestras dentro de una vitrina extractora de gases a una temperatura de  $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- h) En caso de no contar con una vitrina extractora de olores se recomienda:
  - El uso de guantes es fundamental para la extracción de las muestras de cada portamuestras, debido a que, el disolvente tiende a provocar quemaduras leves en la piel, de la misma manera, el uso de mascarilla para evitar la inhalación directa.
  - Secar las muestras al aire libre si las condiciones lo ameritan, evitando la exposición a los rayos del sol directamente.

Para el proceso de corte de probetas en el tejido plano (Co/Wo - 70/30) se debe tomar en cuenta lo recomendado por la norma ISO13934-2:2014, donde se menciona que, se debe empezar a trazar los cortes desde 150 mm de todos los orillos del tejido; para evitar mala interpretación de datos durante el ensayo dinamométrico (ver **Figura 7**).

**Figura 7**

*Corte de probetas en tejido plano*



Fuente: Propia

Los puerta muestras son abastecidos con tres dosificaciones diferentes de disolvente (ver **Figura 8**) y con una sola muestra que se compone de: tejido y discos de acero, para ser sometidos al lavado durante el tiempo y temperatura establecidos en la norma.

**Figura 8**

*Preparación de probetas según Norma ISO 105D01:2010*



Fuente: Propia

La parte final del ensayo que se muestra en la **Figura 9**, consiste en retirar los portamuestras del GyroWash; posteriormente, se deben retirar los elementos del interior de cada recipiente, eliminando los residuos de disolvente para luego, extraer las muestras y someterlas a secado al ambiente.

### **Figura 9**

*Fin de proceso de lavado*



Fuente: Propia

#### **1.9.3. Norma ISO 13934-2:2014 (Determinación de la fuerza máxima por el método de agarre).**

La norma ISO 13934-2:2014 establece un procedimiento para medir la resistencia máxima de un tejido, conocido como prueba de agarre. Este método se aplica principalmente a tejidos textiles de calada, incluye aquellos que tienen propiedades de estiramientos debido a la presencia de una fibra elastómera y tratamientos mecánicos o químicos; también, puede utilizarse en tejidos producidos mediante otras técnicas de hilatura, sin embargo, no es común aplicarlos a geotextiles, telas no tejidas, telas recubiertas, tejidos de vidrio y telas hechas de fibra de carbono o hilo de cinta poliolefina (NTE INEN-ISO 13934-2, 2014).



La Norma ISO 13934-2:2014 (2014) también menciona que, el procedimiento aborda la determinación de la resistencia máxima en condiciones de equilibrio en una atmosfera estándar, así como, en condiciones húmedas para la prueba, este método se lleva a cabo con equipos de ensayo que mantienen una tasa de elongación constante (CRE).

#### **1.9.4. Procedimiento**

- a) Verificar y regular la velocidad y extensión del aparato de ensayo en una medida de 50 mm/min.
- b) La longitud de ensayo del aparato se regula en una medida de resistencia a la tracción de  $100 \pm$  mm.
- c) Se fija cuidadosamente las probetas de ensayo en el centro del aparato de manera que el eje longitudinal pase por el centro de los bordes de la mordaza y estos coincidan con el borde inferior de la mordaza, seguidamente cerrar cuidadosamente la perilla de las mordazas sujetando una tensión adecuada.
- d) Dentro del ensayo en marcha se registra la presión de mordazas superior e inferior y se pone en movimiento el equipo hasta el punto de rotura. La fuerza mínima se registra en Newtons tomando los valores de 5 probetas.
- e) Examinar los resultados; si uno estos, indica que la rotura en la mordaza es superior al resultado más bajo de rotura, se debe tomar en cuenta; si, por el contrario, los resultados de rotura en las mordazas son inferiores al resultado más bajo de rotura normal, se debe rechazar ese ensayo y es conveniente repetir hasta cerciorarse de que los valores son normales.

- f) Todos los resultados de rotura de mordazas deben especificarse como importantes en el ensayo, el conjunto de estos datos es objeto de discusión para el trabajo de investigación.
- g) Debe calcularse el coeficiente de variación aproximado al 0,1% y los límites de confianza al 95%, redondeando de la misma precisión que los valores medios del ensayo.

El proceso de análisis de la resistencia a la tracción en las treinta muestras (ver **Figura 10**), se basa en el uso del equipo Dinamómetro Titán5, bajo la norma respectiva usada en laboratorios de verificación de calidad en los textiles.

### **Figura 10**

*Proceso de análisis de resistencia a la tracción*



Fuente: Propia

En la **Figura 11**, se muestra el análisis de pH (nivel de acidez o alcalinidad) del disolvente (PERC), usado en el proceso de lavado en seco, después de lavar las muestras se logra determinar un nivel 6 de pH, donde se establece que se encuentra en un nivel ácido, mientras que, el nivel de pH antes del proceso de lavado se encuentra en un nivel 7 o neutro.

### Figura 11

Nivel de pH del disolvente PERC



Fuente: Propia

Para efectos de este estudio se acondiciona las probetas durante 24 horas de reposo para eliminar naturalmente el residuo de disolvente en cada una y se codifican bajo la siguiente descripción (ver **Tabla 4**), con el objetivo de organizar el trabajo organizado en laboratorio:

**Tabla 4**

*Codificación de probetas*

MUESTRA 1 (M <sub>1</sub> ) 200 mL		MUESTRA 2 (M <sub>2</sub> ) 300 mL		MUESTRA 3 (M <sub>3</sub> ) 400 mL	
<i>Trama</i>	<i>Urdimbre</i>	<i>Trama</i>	<i>Urdimbre</i>	<i>Trama</i>	<i>Urdimbre</i>
P1-TM1	P1-UM1	P1-TM2	P1-UM2	P1-TM3	P1-UM3
P2-TM1	P2-UM1	P2-TM2	P2-UM2	P2-TM3	P2-UM3
P3-TM1	P3-UM1	P3-TM2	P3-UM2	P3-TM3	P3-UM3
P4-TM1	P4-UM1	P4-TM2	P4-UM2	P4-TM3	P4-UM3
P5-TM1	P5-UM1	P5-TM2	P5-UM2	P5-TM3	P5-UM3

Nota: a la palabra probeta se le atribuye la denominación “P” y va acompañada del número correspondiente de muestra; las letras T y U se consideran a trama y urdimbre respectivamente, acompañado del número de ensayo correspondiente a la dosificación.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1. Resultados

En este apartado se describe la información recopilada en datos numéricos de los cuatro ensayos de laboratorio, después del proceso de lavado en seco en base a tres dosificaciones diferentes de disolvente (PERC) y su posterior análisis de resistencia a la tracción.

La información obtenida del equipo Dinamómetro Titán5 es evaluada en base a tablas descriptivas y gráficos de control, con la finalidad de que la interpretación de estos datos se desarrolle de la manera más clara posible, garantizando la comprensión del lector, de la misma forma, se presenta el porcentaje de normalidad de los datos y los niveles de variabilidad usando el programa estadístico Past4, con el objetivo de la verificación y confiabilidad de los datos presentados.

#### ***1.9.5. Resultados De La Prueba De Determinación De La Fuerza Máxima Por El Método De Agarre ISO 13934-2:2014***

A continuación, se detallan tablas con los respectivos resultados que se obtuvieron durante la fase experimental en laboratorio en torno al análisis de la resistencia a la tracción por el método de agarre de un tejido plano Co/Wo - 70/30.

Las tablas que se muestran en esta sección, detallan resultados sobre el análisis de resistencia a la tracción en  $M_0$ ,  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ; donde  $M_0$  representa las cinco probetas que no fueron sometidas a ningún proceso de lavado en seco con disolvente (PERC), en cuanto a las demás muestras, se usa la dosificación descrita en la **Tabla 4**, esto con el objetivo de comparar la resistencia inicial del tejido plano Co/Wo - 70/30, frente a la

resistencia después de lavado en seco, en sentido de trama y urdimbre de acuerdo con las dosificaciones planteadas.

En la **Tabla 5**, se observan los valores de la media de los resultados en las muestras de trama (EX-TM<sub>0</sub>); en este sentido, el 4.18% (417,6N) se asocia a una mayor resistencia, en comparación con las muestras en dirección a la urdimbre (EX-UM<sub>0</sub>) con un 4.16% (416.05N).

Se debe tener en cuenta estos datos porcentuales de resistencia inicial a la fuerza de tracción, ya que a partir de este resultado se evalúan los valores obtenidos en M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub>, con dosificaciones de disolvente PERC de: 200 mL, 300 mL y 400 mL respectivamente.

**Tabla 5**

*Detalle de análisis de resistencia a la tracción en M<sub>0</sub>*

MUESTRAS	FUERZA MAX (N)	MUESTRAS	FUERZA MAX (N)
E1-TM <sub>0</sub>	389,05	E1-UM <sub>0</sub>	419,17
E2-TM <sub>0</sub>	432,36	E2-UM <sub>0</sub>	438,67
E3-TM <sub>0</sub>	409,58	E3-UM <sub>0</sub>	410,09
E4-TM <sub>0</sub>	421,1	E4-UM <sub>0</sub>	403,88
E5-TM <sub>0</sub>	435,9	E5-UM <sub>0</sub>	408,42
<b>MEDIA</b>	417,6	<b>MEDIA</b>	416,05
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (TRAMA)</b>	19	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (URDIMBRE)</b>	13,81
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (TRAMA)</b>	4,55%	<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (URDIMBRE)</b>	3,32%
<b>LÍMITE DE CONFIANZA (TRAMA)</b>	±23,55	<b>LÍMITE DE CONFIANZA (URDIMBRE)</b>	±17,13

En la **Tabla 6**, se detallan resultados sobre las cinco muestras tanto en dirección de la trama como urdimbre del tejido plano, después del proceso de lavado en seco con una cantidad de 200 mL de disolvente ( $M_1$ ), donde se determina que, la resistencia a la tracción en el sentido de la **trama** disminuye en un 2,32% (9,69N) con respecto a la muestra inicial ( $M_0$ ) y en sentido de la **urdimbre**, la resistencia a la tracción disminuye en un 2,08% (8.68N).

**Tabla 6**

*Detalle del análisis de resistencia a la tracción en  $M_1$*

MUESTRAS	FUERZA MAX (N)	MUESTRAS	FUERZA MAX (N)
E1-TM <sub>1</sub>	436,27	E1-UM <sub>1</sub>	430,25
E2-TM <sub>1</sub>	405,91	E2-UM <sub>1</sub>	404,42
E3-TM <sub>1</sub>	325,01	E3-UM <sub>1</sub>	437,43
E4-TM <sub>1</sub>	418,15	E4-UM <sub>1</sub>	410,6
E5-TM <sub>1</sub>	427,2	E5-UM <sub>1</sub>	440,93
<b>MEDIA</b>	407,91	<b>MEDIA</b>	424,73
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (TRAMA)</b>	33,21	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (URDIMBRE)</b>	16,33
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (TRAMA)</b>	8,14%	<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (URDIMBRE)</b>	3,84%
<b>LÍMITE DE CONFIANZA (TRAMA)</b>	±41,16	<b>LÍMITE DE CONFIANZA (URDIMBRE)</b>	±20,24

En la **Tabla 7** se detallan los valores resultantes en cuanto al análisis de resistencia a la tracción en base a la dosificación de 300 mL ( $M_2$ ) de disolvente (PERC), donde, la resistencia de la **trama** disminuye en un 2,71% (1,63N), en comparación a la muestra  $M_0$ , mientras que los valores de **urdimbre** se reducen en un 5,03% (12,28N) en comparación a la muestra inicial  $M_0$  (no se usa PERC).

**Tabla 7***Detalle de análisis de resistencia a la tracción en M<sub>2</sub>*

<b>MUESTRAS</b>	<b>FUERZA MAX (N)</b>	<b>MUESTRAS</b>	<b>FUERZA MAX (N)</b>
E1-TM <sub>2</sub>	443,65	E1-UM <sub>2</sub>	453,08
E2-TM <sub>2</sub>	407,02	E2-UM <sub>2</sub>	434,59
E3-TM <sub>2</sub>	339,21	E3-UM <sub>2</sub>	429,85
E4-TM <sub>2</sub>	422,25	E4-UM <sub>2</sub>	430,57
E5-TM <sub>2</sub>	419,27	E5-UM <sub>2</sub>	436,96
<b>MEDIA</b>	406,28	<b>MEDIA</b>	437,01
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (TRAMA)</b>	15,04	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (URDIMBRE)</b>	9,45
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (TRAMA)</b>	3,53%	<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (URDIMBRE)</b>	2,16%
<b>LÍMITE DE CONFIANZA (TRAMA)</b>	±18,65	<b>LÍMITE DE CONFIANZA (URDIMBRE)</b>	±11,71

Los valores que se observan en la **Tabla 8** detallan que, la resistencia en el sentido de la **trama** en M<sub>3</sub> (400 mL de PERC) tiene un decrecimiento del 2,33% (1,6N), en comparación con M<sub>0</sub> (no se usa PERC), mientras que, los resultados obtenidos del análisis dinamométrico de resistencia en sentido de la **urdimbre** se reducen en un 5,34% (22,24N) en comparación a la muestra inicial M<sub>0</sub>, donde, no se ha usado ningún tratamiento de limpieza con disolvente PERC, con la finalidad de comparar resultados.

Se debe tomar en cuenta que, las probetas fueron acondicionadas en un tiempo de 24 horas después del proceso de lavado en seco, y durante el desarrollo del análisis dinamométrico no se descarta ninguna muestra.

**Tabla 8***Detalle de análisis de resistencia a la tracción en M<sub>3</sub>*

MUESTRAS	FUERZA MAX (N)	MUESTRAS	FUERZA MAX (N)
E1-TM <sub>3</sub>	414,3	E1-UM <sub>3</sub>	427,93
E2-TM <sub>3</sub>	395,31	E2-UM <sub>3</sub>	448,05
E3-TM <sub>3</sub>	348,95	E3-UM <sub>3</sub>	449,55
E4-TM <sub>3</sub>	456,98	E4-UM <sub>3</sub>	431,78
E5-TM <sub>3</sub>	423,84	E5-UM <sub>3</sub>	435,06
<b>MEDIA</b>	407,88	<b>MEDIA</b>	438,29
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (TRAMA)</b>	39,8	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR (URDIMBRE)</b>	10,02
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (TRAMA)</b>	9,76%	<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN (URDIMBRE)</b>	2,29%
<b>LÍMITE DE CONFIANZA (TRAMA)</b>	±49,35	<b>LÍMITE DE CONFIANZA (URDIMBRE)</b>	±12,42

**3.1.1. Tabla general de resultados, lavado y resistencia a la tracción****Tabla 9***Resultado general de los ensayos*

MUESTRAS	FUERZA MAX (N)	MUESTRAS	FUERZA MAX (N)
EX -TM <sub>0</sub>	417,6	EX-UM <sub>0</sub>	416,05
EX -TM <sub>1</sub>	407,91	EX-UM <sub>1</sub>	424,73
EX -TM <sub>2</sub>	406,28	EX-UM <sub>2</sub>	437,01
EX -TM <sub>3</sub>	407,88	EX-UM <sub>3</sub>	438,29

Nota: las siglas EX-TM y EX-UM corresponden al resultado de la media de cada uno de los ensayos en sentido de trama y urdimbre respectivamente, de igual forma para la codificación de números, se designa a la dosificación de disolvente (PERC) usado.



En la **Tabla 10** se especifica la variación porcentual de cada uno de los resultados promedios de los cuatro ensayos realizados en el laboratorio, con el objetivo de comparar estos valores en base a la resistencia a la tracción después del proceso de lavado en seco con PERC.

**Tabla 10**

*Resultado dinamométrico general expresado en porcentaje*

MUESTRAS	TRAMA (%)	MUESTRAS	URDIMBRE (%)
EX -TM <sub>0</sub>	4,18	EX -UM <sub>0</sub>	4,16
EX -TM <sub>1</sub>	2,32	EX -UM <sub>1</sub>	2,08
EX -TM <sub>2</sub>	2,71	EX -UM <sub>2</sub>	5,03
EX -TM <sub>3</sub>	2,33	EX -UM <sub>3</sub>	5,34

### 3.2. Discusión de resultados

En este apartado, se desarrolla el análisis y validación de los resultados obtenidos durante el proceso de investigación en laboratorio, tomando en cuenta aspectos importantes como: el análisis de la varianza y la normalidad de los datos, en base a criterio de autores que, garanticen la fiabilidad de la información descrita. De la misma manera, se lleva a cabo la valoración de cada uno de los porcentajes obtenidos, resultado de la resistencia a la tracción en un tejido plano Co/Wo - 70/30, correspondiente a cumplir con los objetivos planteados en el proyecto.

#### 3.2.1. Análisis de la Varianza

El método estadístico ANOVA describe el comportamiento de la varianza, que, en otras palabras, estudia los efectos de uno o varios parámetros sobre la media de una variable de interés, mediante el cual se determina la incidencia entre los resultados arrojados por el proyecto, esta herramienta es implementada en todas las investigaciones de índole experimental científica (Ferrero, 2019).

La prueba F, llamada así en honor a Ronald Fisher, utiliza el cociente de dos varianzas e indican la dispersión existente con respecto a la media. Los valores más altos representan una mayor dispersión; aunque las desviaciones estándar son más comprensibles para las personas, las estadísticas F se basan en varianzas en muchos análisis (OpenStax, 2022).

Las estadísticas F se centran en la proporción de cuadrados medios, que es una estimación de la varianza de la población y tiene en cuenta los grados de libertad utilizados en el cálculo. Comúnmente esta prueba es utilizada por su flexibilidad y la capacidad de aplicarse en diversas situaciones, como evaluar la significancia general de un modelo de regresión, comparando ajustes de diferentes modelos, probar términos de regresión específicos y evaluar la igualdad de medias (Minitab, 2019).

## Figura 12

*Análisis de la varianza en la media de los resultados*

Test for equal means					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	729,811	1	729,811	10,51	0,01766
Within groups:	416,832	6	69,4719		Permutation p (n=99999)
Total:	1146,64	7			0,05691
Components of variance (only for random effects):					
Var(group):	165,085	Var(error):	69,4719	ICC:	0,703816
$\omega^2$ :	0,543				
Levene's test for homogeneity of variance, from means				p (same):	0,0758
Levene's test, from medians				p (same):	0,1127
Welch F test in the case of unequal variances: $F=10,51$ , $df=4,357$ , $p=0,02796$					
Bayes factor: 4,383 (substantial evidence for unequal means)					

Los resultados que se muestran en la **Figura 12** demuestran el análisis de la variancia en un estudio dirigido al método “F” para determinar si la media de los grupos son iguales, de esta manera, se puede observar el valor “**F de 10,51**” como resultado de la variación entre grupos internos de los errores residuales de la prueba, esto quiere decir

que, el factor de estudio si tiene un efecto importante en los resultados y la variación entre grupos es aceptada como normal; por otra parte, otro de los resultados importantes es el  $\omega^2$ , que proporciona el efecto que tiene el factor de estudio dentro de una relación, siendo el valor de “1” considerado como un efecto mayor y el valor de “0” como no considerado para el estudio, en este caso, existe un valor de  $\omega^2$  igual a 0,543, considerado como un efecto medio en los resultados del proyecto de estudio.

### Figura 13

Coefficiente de variación

	FUERZA (N) TRAI	FUERZA (N) URD
<b>N</b>	4	4
<b>Min</b>	406,28	416,05
<b>Max</b>	417,6	438,29
<b>Sum</b>	1639,67	1716,08
<b>Mean</b>	409,9175	429,02
<b>Std. error</b>	2,588978	5,294636
<b>Variance</b>	26,81123	112,1327
<b>Stand. dev</b>	5,177956	10,58927
<b>Median</b>	407,895	430,87
<b>25 prcnil</b>	406,68	418,22
<b>75 prcnil</b>	415,1775	437,97
<b>Skewness</b>	1,866824	-0,5356778
<b>Kurtosis</b>	3,620138	-2,870169
<b>Geom. mean</b>	409,8932	428,9215
<b>Coeff. var</b>	1,26317	2,468247

En la **Figura 13**, se aprecia que los valores resultantes para la medida de dispersión y, considerando que la muestra inicial tiene un punto de referencia de 1.26, se puede concluir que, los valores obtenidos no representan una variación considerable, tomando en cuenta el valor del límite de 2.46, en síntesis, la data resultante no está fuera de los límites previstos para el estudio.

### 3.2.2. Normalidad de los Datos

La normalidad, en términos estadísticos, se refiere a la distribución normal de los datos, conocida de otra manera como distribución gaussiana o campana de Gauss (Universidad de Alicante, 2021).

La distribución normal es simétrica alrededor de su media y sigue una forma específica en la que la mayoría de los datos se concentran alrededor de la media, de esta forma, el valor denominado “p” debe ser mayor a 0,05 para proporcionar una confiabilidad de los datos del 95%, valor importante, pues, permite aceptar como válidos los datos obtenidos en el proceso investigativo (Universidad de Alicante, 2021).

#### Figura 14

*Normalidad de los datos en base a Jarque-Bera JB*

	TRA F(N) M0	URD F(N) M0	TRA F(N) M1	URD F(N) M1	TRA F(N) M2	URD F(N) M2	TRA F(N) M3	URD F(N) M3
<b>N</b>	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,9293	0,8665	0,8477	0,8862	0,8454	0,8082	0,977	0,8889
<b>p(normal)</b>	0,5913	0,2527	0,1872	0,3386	0,1804	0,09427	0,9179	0,3514
<b>Anderson-Darling A</b>	0,2469	0,4011	0,44	0,3351	0,4776	0,5141	0,1947	0,3346
<b>p(normal)</b>	0,5657	0,2118	0,1608	0,3334	0,1224	0,0965	0,7723	0,3346
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,6669	0,2367	0,1807	0,3801	0,1346	0,0932	0,8652	0,3765
<b>Lilliefors L</b>	0,1814	0,2668	0,276	0,2324	0,3074	0,3021	0,1761	0,2349
<b>p(normal)</b>	0,8524	0,291	0,2449	0,5056	0,1261	0,1421	0,8797	0,4887
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,8778	0,2981	0,2579	0,5015	0,1335	0,1474	0,8988	0,4891
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,5011	0,8424	1,019	0,6475	0,9863	1,133	0,2367	0,6009
<b>p(normal)</b>	0,7784	0,6563	0,6009	0,7234	0,6107	0,5674	0,8884	0,7405
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,5556	0,1273	0,0848	0,3024	0,0943	0,0609	0,9056	0,3781

La prueba de normalidad de Jarque-Bera(JB) se emplea para determinar si una muestra de datos sigue o no una distribución normal, la distribución normal es un modelo comúnmente utilizado para datos continuos y de gran tamaño, también caracterizado por una curva en forma de campana con una media y una desviación estándar definidas. La prueba se fundamenta en la expectativa de que, si una muestra sigue una distribución normal, su media y varianza serán similares a las poblaciones.

Los resultados vistos en la **Figura 14**, muestran un valor p mayor a 0,05 teniendo así, un estudio normal de los datos obtenidos en los diferentes equipos de evaluación a nivel de laboratorio.

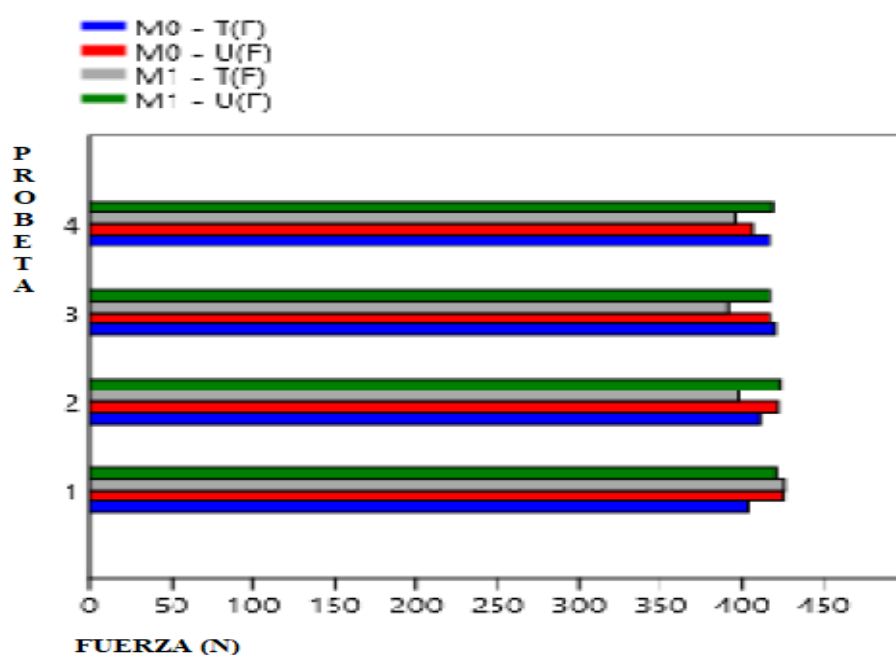
### 3.2.3. *Análisis de resultados*

En base a los resultados descritos con anterioridad, se determina que la presencia del disolvente PERC en el proceso de lavado en seco, si tiene un efecto en la resistencia a la tracción del tejido plano Co/Wo – 70/30, en las subsiguientes gráficas se detalla información resultante de cada uno de los cuatro ensayos de laboratorio.

La **Figura 15** muestra de manera gráfica el comportamiento de la media en diez probetas estudiadas con relación al sentido de la trama ( $M_0$ ) y diez probetas en sentido de la urdimbre ( $M_1$ ) realizados a escala de laboratorio con el fin de analizar la influencia en la resistencia a la tracción de un tejido plano Co/Wo - 70/30, después de ser sometido a procesos de lavado en seco con PERC.

**Figura 15**

Gráfico de barras de  $M_1$

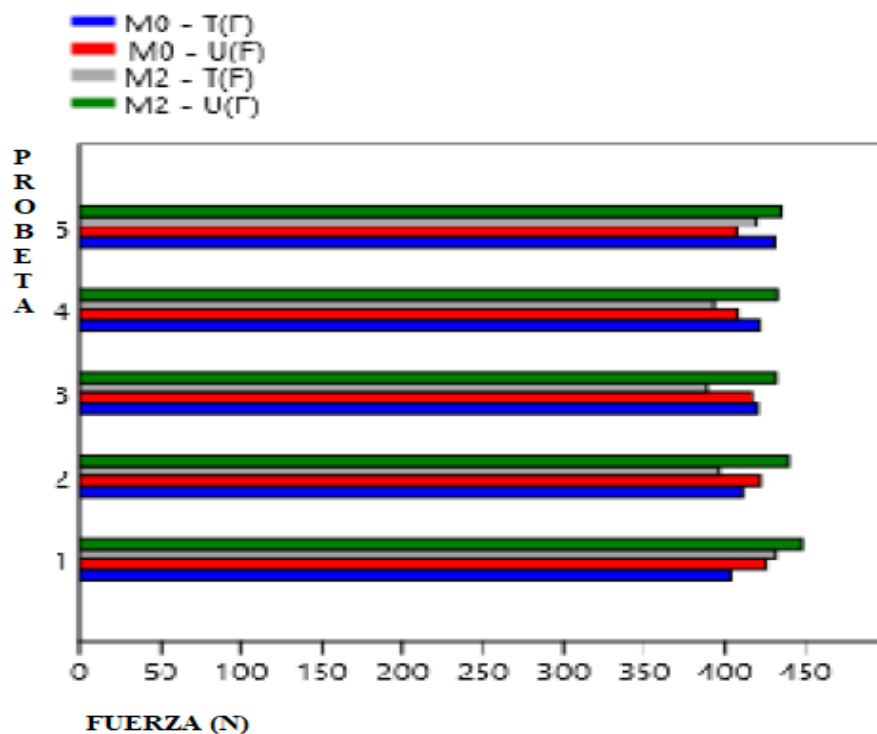


El resultado de la comparación de la muestra sin tratamiento  $M_0$  con la  $M_1$ , arroja un valor de 417,6 N y representa el 4,18% de resistencia a la fuerza de tracción, al comparar con la probeta  $M_1$  (200 mL de disolvente) se evidencia una disminución porcentual de resistencia en sentido de la trama del 2,32%.

En la **Figura 16** se visualiza la media de diez probetas en sentido de la trama  $M_0$  y diez probetas en sentido de la urdimbre  $M_2$ , realizados a escala de laboratorio, aplicando 300 mL de disolvente que el comportamiento de la resistencia de un tejido plano (Co/Wo - 70/30), después de ser sometido a proceso de lavado en seco con PERC, y se evidencia que los valores tienden a disminuir en la probeta  $M_2$  en sentido de los hilos de trama que conforman el tejido en un 2,71%.

**Figura 16**

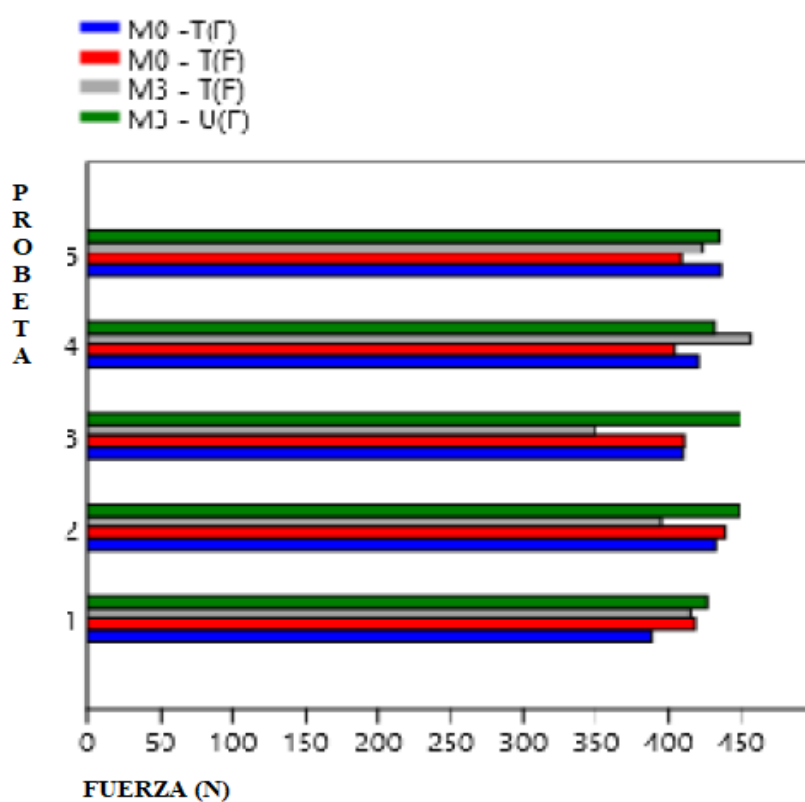
*Gráfico de barras de  $M_2$*



En la **Figura 17**, se representa la media de diez probetas en sentido de la trama  $M_0$  y diez probetas en sentido de la urdimbre  $M_3$ , después de ser sometido a proceso de lavado en seco con PERC bajo una dosificación de 400mL, se aprecia una disminución en sentido de los hilos de trama que conforman el tejido del 2,33% de la resistencia a la fuerza de tracción.

**Figura 17**

*Gráfico de barras de  $M_3$*

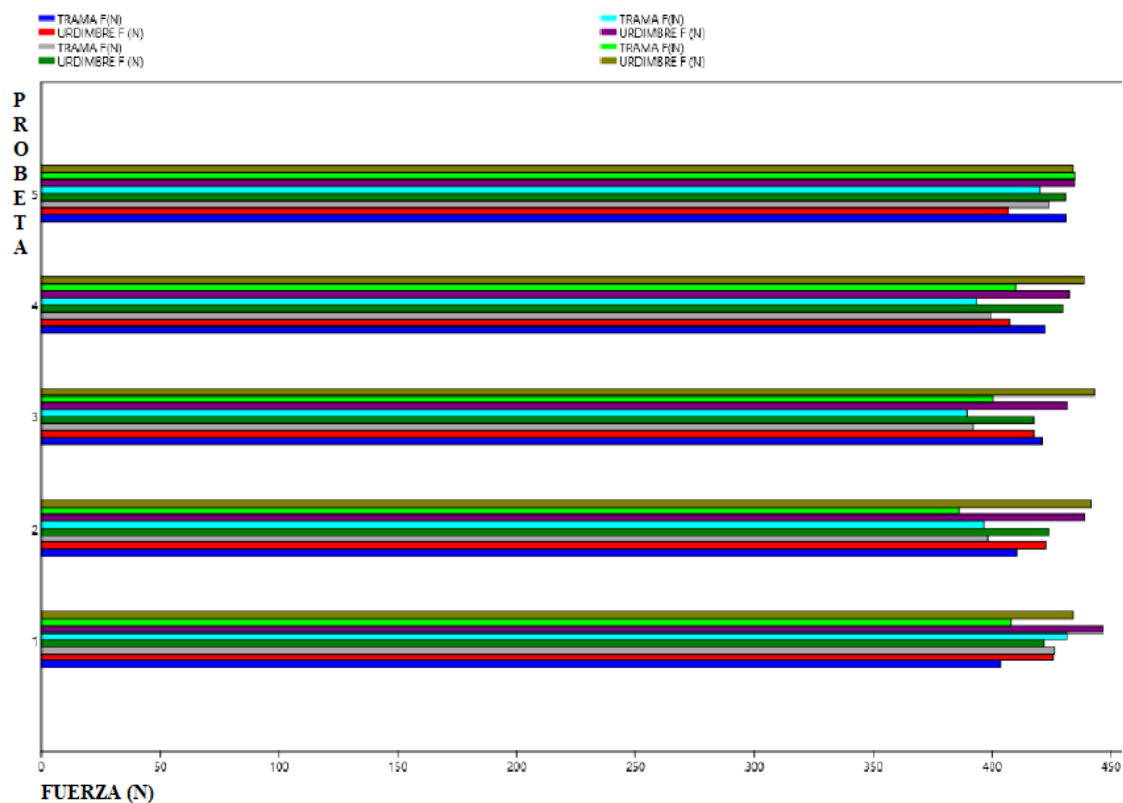


### 3.2.3.1. Análisis de la tabla general de resultados de lavado y tracción.

Al mirar la **Figura 18**, es importante resaltar que, la agrupación general de los resultados de la media de los cinco ensayos realizados, muestran una considerable diferencia de relación en el valor de la fuerza en newtons, teniendo en cuenta el sentido de análisis de probetas en trama y urdimbre.

**Figura 18**

*Resultados generales del análisis de resistencia a la tracción*



Se considera que el mayor impacto de disminución de la resistencia a la tracción en el tejido plano Co/Wo – 70/30 se ve reflejado en los hilos que conforman la trama del textil; mientras que, a mayor dosificación de disolvente PERC, los hilos que conforman el tejido en sentido de la urdimbre presentan valores diferentes frente a la fuerza de tracción, impulsado por el equipo de laboratorio Dinamómetro Titán 5.



## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

El desarrollo del estudio relacionado con el uso de percloroetileno en tejido plano, simulando condiciones de lavado en seco, permite establecer las siguientes conclusiones:

- Un género textil Co/Wo - 70/30, con la aplicación de PERC en diferentes dosificaciones, bajo directrices de la norma ISO 105D01:2010 (Solidez al color a la limpieza en seco), dispone trabajar con 200mL de PERC “puro” a 40°C de temperatura durante 30 min de tratamiento; para tal fin, el uso del equipo GyroWash es indispensable, en función del tamaño de la muestra, de la volatilidad y flamabilidad del solvente y de las condiciones de proceso; esto se consigue, con las condiciones del equipo, la calidad de productos y el respeto irrestricto a la norma de referencia.
- Para el desarrollo de las recetas de lavado en seco con PERC, la norma ISO 105D01:2010, detalla que el uso de 200 mL de disolvente es la cantidad ideal a utilizar de producto; sin embargo, al plantear como objetivo del estudio el comportamiento ante diferentes dosificaciones de PERC (máximos y mínimos), se establecen dosis de 100 mL, 300 mL y 400 mL de disolvente, concluyendo que al término de los ensayos preliminares, dosificaciones menores a 200 mL, no provocan ningún efecto al sustrato, por lo tanto, las probetas con estas dosificaciones, se descartan y no son tomadas en cuenta para los ensayos dinamométricos.

- Al establecer valores por encima de los 200 mL (300 mL y 400 mL), se puede concluir existe una relación directamente proporcional entre la cantidad de PERC y la resistencia a la tracción; para tal fin, se estructuraron tres recetas con diez probetas (5 Trama-5 Urdimbre), teniendo un total de treinta probetas, más diez probetas sin tratamiento, suman un total de cuarenta muestras destinadas al análisis dinamométrico.
- Los resultados del programa Past4, determinan que la normalidad y el análisis de la varianza son fundamentales; pues, para asegurar un nivel de confiabilidad del 95%, es necesario acondicionar las muestras en un tiempo de 24 horas antes del análisis de resistencia en el laboratorio; en este sentido, este estudio se considera veraz y fiable puesto que los análisis tanto de normalidad como de varianza arrojan valores satisfactorios, es decir:  $p=0,84$  y  $v=1,26$ , respectivamente.
- Los efectos del percloroetileno en el tejido plano Co/Wo – 70/30, evidencian la reducción de la resistencia a la tracción en sentido de la trama, por consiguiente, la receta con 300mL de disolvente ( $M_2$ ), arroja un valor de -2,71% en comparación con la resistencia inicial, valores que son producto de los promedios de los ensayos dinamométricos realizados.
- Para el caso de la urdimbre, los promedios obtenidos evidencian mejoría en la resistencia, obteniendo el 5,34% positivo en comparación con la resistencia inicial; existen diversos factores que incidieron, para que la resistencia en sentido de la urdimbre tenga ligera mejoría sobre la trama; para sustentar estos resultados, se recurre al criterio de expertos en tejeduría plana, documentación específica y el criterio del investigador; que aunado a los resultados obtenidos, elementos como: el diseño del tejido, pH relacionado con el origen de la fibra,

calibración de cuchillas para el diseño de la superficie del tejido, título del hilo y densidad; pudieron ejercer de manera positiva en la resistencia del género textil.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Durante el desarrollo del trabajo investigativo y experimental se deben identificar las variables independientes y dependientes que darán soporte a la investigación y en función de ello, recurrir a fuentes de información confiables, por esta razón, se recomienda realizar pruebas preliminares antes del proceso definitivo, con el fin de detectar a tiempo, posibles anomalías en la fase experimental.
- Debido a que el producto usado como disolvente tiene un olor fuerte e irritante, es aconsejable que, durante la manipulación de esta sustancia, se usen los equipos de protección personal como: mascarilla, gafas y guantes industriales; de la misma manera, es importante el uso de una campana extractora de olores, para evitar posibles afectaciones a la integridad física del investigador.
- El análisis de la resistencia a la tracción de un tejido plano Co/Wo – 70/30 bajo los efectos del percloroetileno, es uno de los efectos analizados a profundidad; sin embargo, en el transcurso del trabajo en laboratorio se evidenció el cambio de color en el sustrato textil; haciendo pertinente la recomendación de complementar a futuro, un estudio relacionado con el uso de PERC y sus efectos en la solidez y cambio de la tonalidad.
- El uso de programas estadísticos para el análisis de varianza, normalidad y coeficiente de variación, son puntos de impacto en este trabajo investigativo; por tal motivo, es importante la actualización en el manejo y tratamiento de la información con la ayuda de diversas aplicaciones tecnológicas como: software,

simuladores, aplicaciones, entre otros; con el fin de afianzar el análisis e interpretación de los resultados.

- Es imprescindible considerar la calibración de los equipos de laboratorio, antes del desarrollo de pruebas y la aplicación adecuada de las normas ATCC e ISO en cada procedimiento práctico; para garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J. L. (2014). El Método de la Investigación Research Method. In *Daena: International Journal of Good Conscience* (Vol. 9, Issue 3).
- Alberto, C., & Novoa, B. (2017). *Investigación cuantitativa*. 141. <http://www.areandina.edu.co>
- American Cancer Society. (2020). *La Sociedad Americana contra El Cancer | Información sobre cáncer de seno, colon, pulmón, piel, y otros*. American Cancer Society. <https://www.cancer.org/es.html>
- Armacell. (2010). Ficha de datos de seguridad Ficha de datos de seguridad. *Carl Roth*, 2(1907), 2–7. [https://hybris-static-assets-production.s3-eu-west-1.amazonaws.com/system-master/pdfs/h96/hc3/9673630253086/EN\\_ST-WB-MSDS-2601489-1-1-1.PDF](https://hybris-static-assets-production.s3-eu-west-1.amazonaws.com/system-master/pdfs/h96/hc3/9673630253086/EN_ST-WB-MSDS-2601489-1-1-1.PDF)
- ATSDR. (2014). *Tetrachloroethylene - ToxFAQs™*. 1–2.
- ATSDR. (2016). *Tetracloroetileno (Tetrachloroethylene) \_ ToxFAQ \_ ATSDR*. [https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts18.html#print](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts18.html#print)
- Batanero, C., & Díaz, C. (2011). Estadística Con Proyectos. In *Revista de Didáctica de las Matemáticas*. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/Libroproyectos.pdf>
- Betancur-Sánchez, A. M., Vásquez-Trespalcios, E. M., & Sardi-Correa, C. (2017). Discromatopsias y exposición a solventes orgánicos: una revisión sistemática. *Archivos de La Sociedad Espanola de Oftalmologia*, 92(1), 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.ofal.2016.05.008>
- Castellanos, L. (2017). *Técnica de Observación – Metodología de la Investigación*. Wordpress. <https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/>
- Ceballos, D. M., Fellows, K. M., Evans, A. E., Janulewicz, P. A., Lee, E. G., & Whittaker, S. G. (2021). Perchloroethylene and Dry Cleaning: It's Time to Move the Industry to Safer Alternatives. *Frontiers in Public Health*, 9(March), 1–12.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.638082>

CottonWorks. (2022). *Historia de denim* | CottonWorks™.

<https://www.cottonworks.com/es/temas/fuente-fabricacion/denim/historia-denim/>

COTYQUIM. (2022). *¿Cuáles son los usos y precauciones al usar...* | Contyquim.

<https://contyquim.com/blog/cuales-son-los-usos-y-precauciones-al-usar-percloroetileno>

Des, I. (2022). *Percloroetileno. Gestión residuos tintorerías - INSA des.*

<https://insades.com/percloroetileno-tintorerias/>

Dick, F. D. (2006). Solvent neurotoxicity. In *Occupational and Environmental Medicine* (Vol.

63, Issue 3, pp. 221–226). <https://doi.org/10.1136/oem.2005.022400>

Eurolab. (2017). *Pruebas de solidez - EUROLAB*. [https://www.laboratuvar.com/es/tekstil-](https://www.laboratuvar.com/es/tekstil-testleri/haslik-testleri)

[testleri/haslik-testleri](https://www.laboratuvar.com/es/tekstil-testleri/haslik-testleri)

Ferrero, R. (2019). *¿Qué es el ANOVA de una vía?* | Máxima Formación.

<https://www.maximaformacion.es/blog-dat/que-es-el-anova-de-una-via/>

Fittema., P. (2012). Disolventes. *Proyecto Fittema- Antena de Transferencia de Tecnología*, 1–

37. <http://istas.net/descargas/Doc de FITTEMA - DISOLVENTES.pdf>

Galceran Escobet, V. (1960). Estudio comparativo de la resistencia a la tracción, por urdimbre

y por trama, de los principales tipos de tejidos. *Instituto de Investigación Textil y*

*Cooperación Industrial*, 3–15.

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/5461/Article02.pdf?sequence=1&isAl-](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/5461/Article02.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[lowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/5461/Article02.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Google Maps. (2023). *UBICACION LAB TEXTIL*.

<https://www.google.com/maps/place/Estadio+Universidad+Técnica+del+Norte/@0.3791>

839,-

[78.1246766,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e2a3b4f62261b13:0xea67a4160fd90f41](https://www.google.com/maps/place/Estadio+Universidad+Técnica+del+Norte/@0.3791839,-78.1246766,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e2a3b4f62261b13:0xea67a4160fd90f41)

[!8m2!3d0.3791785!4d-78.1221017!16s%2Fg%2F11dympwzd7?entry=ttu](https://www.google.com/maps/place/Estadio+Universidad+Técnica+del+Norte/@0.3791839,-78.1246766,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x8e2a3b4f62261b13:0xea67a4160fd90f41!8m2!3d0.3791785!4d-78.1221017!16s%2Fg%2F11dympwzd7?entry=ttu)

Handbook, A. B., & Dry, F. O. R. (2022). *DOWPER™ PERCHLOROETHYLENE SOLVENT A BASIC HANDBOOK FOR DRY CLEANERS Table of Contents*. 16.

James Heal. (2022a). *GyroWash*. <https://www.jamesheal.com/instrument/gyrowash>

James Heal. (2022b). *GYROWASH MACHINE*. <https://www.jamesheal.com/sites/default/files/brochures/2022-02/GyroWash-Sales-Tool-Kit-James-Heal-Sept-21.pdf>

James Heal. (2022c). *TITAN DINAMOMETRO*. <https://www.jamesheal.com/instrument/titan>

James Heal. (2022d). *Titan5*. <https://www.jamesheal.com/es/instrument/titan>

Jhanji, Y. (2023). Life cycle analysis of textiles and associated carbon emissions. In *Sustainable Fibres for Fashion and Textile Manufacturing* (pp. 403–431). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-824052-6.00003-2>

Kheng, E., D’Mello, R., & Waas, A. (2023). A multi-scale model for the tensile failure of twill textile composites. *Composite Structures*, 307, 116614. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2022.116614>

LAFAYETTE. (2019). *¿Cuáles son las principales pruebas de calidad en la industria textil?* <https://lafayette.com/cuales-son-las-principales-pruebas-de-calidad-en-la-industria-textil/>

LAVALUX. (2018). *¿En qué consiste el lavado en seco? | Lavanderías Autoservicio Lavalux*. <https://lavalux.es/en-que-consiste-el-lavado-en-seco/>

Lu, Y., & Zhu, Y. (2014). Combination of accelerated solvent extraction and vortex-assisted liquid-liquid microextraction for the determination of dimethyl fumarate in textiles and leathers by gas chromatography-mass spectrometry. *Talanta*, 119, 430–434. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2013.11.022>

Minitab. (2019). Comprensión del Análisis de Varianza (ANOVA) y la Prueba F. In *Minitab*. <https://blog.minitab.com/es/compression-del-analisis-de-varianza-anova-y-la-prueba-f>

- MITECO. (2003). *De compuestos orgánicos volátiles*. Ministerio Para La Transición Ecológica y El Reto Demográfico. [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/compuestos\\_organicos\\_volatiles.html](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/compuestos_organicos_volatiles.html)
- NTE INEN-ISO 13934-2. (2014). ISO 13934-2 Textiles. Propiedades de tracción. Fuerza máxima. Parte 2= Método Agarre(1). *Textiles. Propiedades de Los Tejidos Frente a La Tracción. Parte 2: Determinación de La Fuerza Maxima Por El Método Del Agarre (ISO 13934-2:1999, IDT)*, 14.
- OpenStax. (2022). *12.1 Prueba de dos varianzas - Introducción a la estadística empresarial | OpenStax*. <https://openstax.org/books/introducción-estadística-empresarial/pages/12-1-prueba-de-dos-varianzas>
- Palmero, S. (2019). La Enseñanza Del Componente Gramatical: El Método Deductivo E Inductivo. In *Facultad de Educación Universidad de La Laguna*. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/23240>
- PRTR. (2023). *Tetracloroetileno (PER) | PRTR España*. <https://prtr-es.es/Tetracloroetileno-PER,15639,11,2007.html>
- Rekalde, I., Vizcarra, M. T., & Macazaga, A. M. (2013). La Observación Como Estrategia De Investigación Para Construir Contextos De Aprendizaje Y Fomentar Procesos Participativos. *Educacion XXI*, 17(1), 201–220. <https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.1074>
- Rodríguez, A. (2021). *Métodos inductivo y deductivo: ¿cómo se utilizan en las empresas?* 2021. <https://blog.pearsonlatam.com/talento-humano/metodos-inductivo-y-deductivo-en-las-empresas>
- Rosado, M. (2018). *La finalidad de la metodología cuantitativa*. Fundamentos de La Investigación Social. <https://isdfundacion.org/2018/11/01/finalidad-metodologia->



cuantitativa/

- Samui, A. B., Hande, P. E., & Mondal, M. I. H. (2022). Care, maintenance and disposability of medical and protective textile products. In *Protective Textiles from Natural Resources* (pp. 793–837). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90477-3.00026-2>
- Sans, A., & Atenea Alonso Serrano, Lorena García Sanz, Irene León Rodrigo, Elisa García Gordo, Belén Gil Álvaro, L. R. B. (2012). Métodos de investigación de enfoque experimental. *Metodología de La Investigación Educativa*, 167–193. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55568285/Experimental-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1628037190&Signature=Jjv9jwf2btNyBtr9NTSxpQl77ivHMPsypz~52XjAXwY76PDiAVyypDvMsIwnDcJHMMkez~vINPqnmjJnNqMUER2ctkm6m1vY81z9VxfajTeEF7vHozAIV8foAenfrOdTsCKt5VFbiGgUIwf>
- Santander Universidades. (2021). Investigación Cualitativa y Cuantitativa | Blog Becas Santander. In *Santander Universidades* (pp. 6–7). <https://www.becas-santander.com/es/blog/cualitativa-y-cuantitativa.html>
- Segundo, J. (2023). Método deductivo: qué es, clasificación y características. *Https://Humanidades.Com/*. <https://humanidades.com/metodo-deductivo/>
- SOLDENE. (2022). *QUÉ ES EL LAVADO EN SECO Y CÓMO SE HACE - Grupo Soldene*. <https://soldene.es/que-es-el-lavado-en-seco-y-como-se-hace/>
- Sutanto, S., Van Roosmalen, M. J. E., & Witkamp, G. J. (2013). Redeposition in CO<sub>2</sub> textile dry cleaning. *Journal of Supercritical Fluids*, 81, 183–192. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2013.05.013>
- UNE-EN ISO 105-D01. (2010). Textiles Ensayos de solidez del color Parte D01: Solidez del color a la limpieza en seco con percloroetileno como disolvente Ensayos de solidez del color Parte D01: Solidez del color a la limpieza en seco con percloroetileno como disolvente. *Textiles Ensayos de Solidez Del Color Parte D01: Solidez Del Color a La*

*Limpieza En Seco Con Percloroetileno Como Disolvente Ensayos de Solidez Del Color Parte D01: Solidez Del Color a La Limpieza En Seco Con Percloroetileno Como Disolvente*, 10.

Universidad de Alicante. (2021). *Estadística descriptiva y test de normalidad. Grupo de Petrología Aplicada*. <https://web.ua.es/es/lpa/docencia/analisis-estadistico-de-datos-geoquimicos-con-r/estadistica-descriptiva-y-test-de-normalidad.html>

Universidad Técnica del Norte. (2022). *CONVOCATORIA INVESTIGA UTN 2022 – Universidad Técnica del Norte*. <https://www.utn.edu.ec/investiga2022/#>

Villamil-Fonseca, O. L. (2003). Investigación cualitativa, como propuesta metodológica para el abordaje de investigaciones de terapia ocupacional en comunidad. *Umbral Científico*, 2, 1–7. [http://www.hsph.harvard.edu/grhf/\\_Spanish/course/sesion2/metodo.htm](http://www.hsph.harvard.edu/grhf/_Spanish/course/sesion2/metodo.htm).

Wang, Z., Yu, S., Wei, J., & Qiao, W. (2018). Cleaning Efficiency of Amino-Acid Surfactants with Polyoxyethylene Ether and Isopropanol in Liquid Carbon Dioxide. *Journal of Surfactants and Detergents*, 21(5), 723–731. <https://doi.org/10.1002/jsde.12167>

Wicaksana, A. (2016). Estudio de la exposición a percloroetileno en empresas de limpieza en seco. *Https://Medium.Com/*. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

## ANEXOS

## Anexo 1

*Certificado de laboratorio*

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



Ibarra, 22 de enero del 2024

**CERTIFICADO DE LABORATORIO**

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

**CERTIFICO**

Que la señorita **CLERQUE ENRÍQUEZ NATHALY ALEXANDRA**, portadora de la cedula de ciudadanía N° 100481177-2, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: **“EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL PERCLOROETILENO EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE UN TEJIDO PLANO Co/Wo 70/30”**, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **GYROWASH**- Norma ISO 105D01 - Solidez al color a la limpieza en seco con percloroetileno como disolvente.
- **DINAMÓMETRO TITAN 5 MODELO 1410**-Norma ISO 13934-2 Determinación de la fuerza máxima por el método de agarre.

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

Atentamente:



**MSc. GUALOTO FAUSTO M.**

**RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX**

## Anexo 2

## Certificado de análisis de disolvente PERC



## CERTIFICADO DE ANÁLISIS

**PRODUCTO:** PERCLOROETILENO  
**LOTE:** 041230401  
**FECHA DE PRODUCCIÓN:** 01 - 04 - 2023  
**FECHA DE CADUCIDAD:** 31 - 03 - 2025

### CERTIFICADO

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
Pureza	%	99,99
Agua	mg/kg	13
Contenido de estabilizador	%	0,001
Densidad a 20°C	kg/m <sup>3</sup>	1,623
Color (APHA, Pt-Co)	Hacen	2
Rango de destilación - inicio	°C	> 119,5
Rango de destilación - Fin	°C	< 121,5
Alcalinidad total	mg/kg	< 300
Sustancias no volátiles	mg/kg	< 50

QUÍMICOS EXPORTACIONES  
 E IMPORTACIONES  
 RELUBQUIM CÍA. LTDA.  
 Ing. Ronney Reza  
 CONTROL DE CALIDAD  
 ANALISTA RESPONSABLE

QUÍMICOS  
 EXPORTACIONES E  
 IMPORTACIONES  
 RELUBQUIM CÍA. LTDA.  
 www.relubquim.com.ec

**MATRIZ:**  
 Av. Eloy Alfaro N59-72 y  
 Juan Molineros  
 2479 061 / 2483 150

**SUCURSAL:**  
 Avellanas E4-09 y Eloy  
 Alfaro  
 2800 207 / 2480 412

## Anexo 3

### Ficha técnica de PERC



**FICHA TECNICA**  
 PERCLOROETILENO  
 CODIGO DEL PRODUCTO: 1071.2

## PERCLOROETILENO

### Descripción

Percloroetileno, es el nombre comercial del tetracloroetileno, su fórmula química es  $C_2Cl_4$  y otros sinónimos son tetracloruro de etileno o PERC.

El percloroetileno viene en presentación de tanque por 325 kg.

### Aplicaciones

En la fabricación de metales, los disolventes que contienen percloroetileno limpian y desengrasan los nuevos metales para ayudar a prevenir que las impurezas debiliten el metal.

### Características físicas

Aspecto: Líquido  
 Color: Transparente  
 Olor: Parecido al éter

### Especificaciones técnicas

CATEGORIA	ESTANDAR
Análisis	99.9 % Min.
Densidad (20°C)	1.615 – 1.625
Agua	0.01 % Max.
Residuo en evaporación	0.005 % Max.

### Instrucciones de uso y almacenamiento

Almacene en un lugar ventilado y fresco, al resguardo de los rayos solares directos, lejos de fuentes de calor e ignición, lejos de sustancias reactivas. Conservar en recipientes de origen bien cerrados. Colocar cubeto de retención debajo de los recipientes e instalaciones de transporte. Efectuar las operaciones industriales en recipientes cerrados. No utilizar aire comprimido para el transporte o la manipulación del producto. Trasvasar preferiblemente por bomba o gravedad.

QUÍMICOS EXPORTACIONES  
 E IMPORTACIONES  
 RELUBQUIM CIA. LTDA.

DEPARTAMENTO TÉCNICO  
 QUIMICOS EXPORTACIONES E IMPORTACIONES RELUBQUIM CIA. LTDA.

Matriz Quito: Av. Eloy Alfaro N59-72 y Juan Molineros • Telefax: (593-2) 2479061 • Telf.: 2483150 - 2483151 - 2484177 - 2484937 - 2484938 - 2485790 - 2485791 - 2477074 - 2476368 - 3455042 - 3455134 • Móvil: (09) 99563775 - (09) 99806396 - (09) 99806397 - (09) 99806403 • P. O. Box: 17-01-3933  
 Sucursal Guayaquil: Av. Juan Tanca Marengo N200 y Calle Principal • Edificio Francisco Sánchez García, Piso N°2 • Oficina #9 • Telf.: (593-4)2693640 - 2693934 - 6026248 - 6026249 • Móvil: (09) 93585641 • E-mail: [quimicos@relubquim.com.ec](mailto:quimicos@relubquim.com.ec)

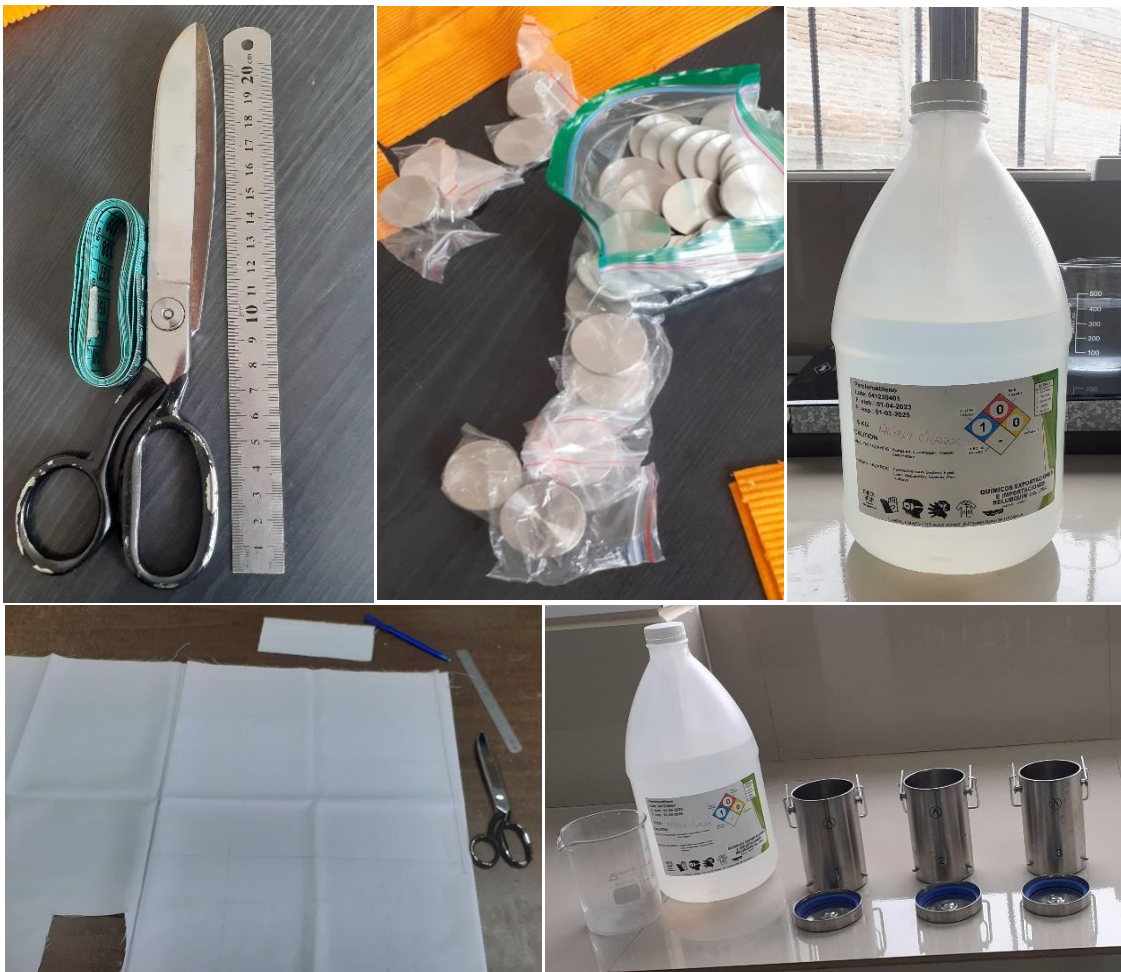
## Anexo 4

### *Caracterización del textil*

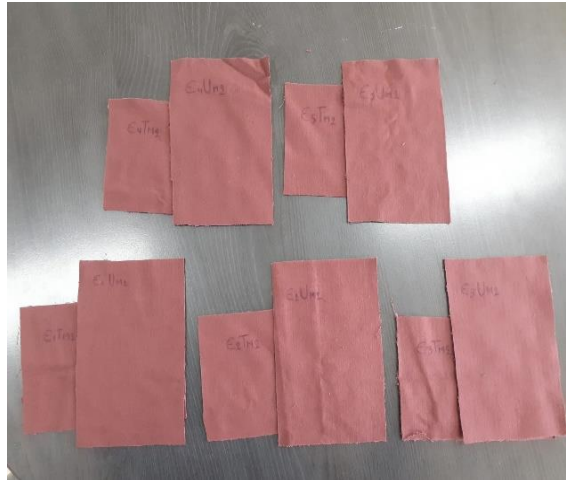


## Anexo 5

### *Materiales de laboratorio*



**Anexo 6***Proceso preliminar, lavado en seco y análisis dinámico*

**Anexo 7***Proceso de lavado en seco con PERC***Anexo 8***Extracción de probetas*



## Anexo 9

### Proceso de análisis dinamo métrico

