



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

INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,
MODALIDAD PRESENCIAL

TEMA:

**“IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INFLUYEN EN LA
RESISTENCIA DE CREMALLERAS SINTÉTICAS Y METÁLICAS
CON NÚMERO DE DIENTES 3 y 5 MILÍMETROS, PARA USO EN
MOCHILAS”**

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

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

AUTOR (A): Perugachi Yascual Alexander Darío

DIRECTOR: MSc. Omar Vinicio Godoy Collaguazo

Ibarra-2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100459749-6		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Perugachi Yascual Alexander Darío		
DIRECCIÓN:	Punyaró "Alto" – Otavalo – Imbabura		
EMAIL:	adperugachiy@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06) 2 520 154	TELF. MOVIL:	0992090951

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DE CREMALLERAS SINTÉTICAS Y METÁLICAS CON NÚMERO DE DIENTES 3 Y 5 MILÍMETROS, PARA USO EN MOCHILAS"
AUTOR:	Perugachi Yascual Alexander Darío
FECHA:	25/10/2023
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO TEXTIL
DIRECTOR:	MSc. Omar Godoy

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y que es 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 terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes octubre de 2023

El autor (a):

Firma: _____



Nombre: Perugachi Yascual Alexander Darío

C.I. 100459749-6

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ibarra, 25 de octubre de 2023

MSc. Omar Vinicio Godoy Collaguazo

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

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. Omar Vinicio Godoy Collaguazo

C.C: 1003083936

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “**IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DE CREMALLERAS SINTÉTICAS Y METÁLICAS CON NÚMERO DE DIENTES 3 Y 5 MILÍMETROS, PARA USO EN MOCHILAS**”, elaborado por Perugachi Yascual Alexander Darío, previo a la obtención del título de **INGENIERO TEXTIL**, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.

(f)_____

MSc. Omar Vinicio Godoy Collaguazo

C.C: 1003083936

(f)_____

MSc. Marco Francisco Naranjo Toro

C.C: 1706870464

DEDICATORIA

*Con todo el cariño y amor, dedico este trabajo a Dios, por cada una de sus bendiciones recibidas, saber guiarme por el camino del bien y darme la fuerza necesaria para poder superar cualquier adversidad; a mis padres: **Josefa Yascual** y **José Rafael Perugachi**, a mis hermanos: **Luis, Oscar, Tupac, Henry** y a mi abuelita **María Rosa**, quienes han sido el principal apoyo, razón y fortaleza para seguir adelante y lograr cada una de mis metas, pero sobre todo, dedico mi trabajo de grado a **mi madre** quien supo **confiar y creer en mí**.*

Dedico este trabajo también a mis amigos, quienes me brindaron los ánimos y el apoyo necesario cuando lo necesité, y siempre me motivaron a seguir adelante sacando lo mejor de mi durante mi trayectoria universitaria.

Alexander Perugachi

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por guiarme y brindarme el conocimiento necesario a lo largo de mi carrera universitaria, así también, por haberme brindado la vida, fortaleza, salud y el cuidado con su bendición, ya que sin ella no hubiese sido posible esto.

A su vez, agradezco a mi madre Josefa Yascual y a mi padre José Rafael Perugachi, quienes han sido personas extraordinarias, los promotores fundamentales que supieron brindarme su apoyo incondicional desde el inicio hasta poder cumplir y culminar mis estudios universitarios, me han dado ánimos para seguir adelante y nunca rendirme durante todo mi ciclo estudiantil, además brindándome su apoyo tanto económico como moral.

Por otro lado, agradezco a cada uno de los ingenieros/as quienes me supieron impartir cada uno de sus conocimientos durante toda mi travesía universitaria, gracias por permitir formarme y adquirir las destrezas necesarias, muchas gracias por su ayuda.

Mis agradecimientos también al MSc. Omar Godoy e Ing. Marco Naranjo por su gran aporte, paciencia y compromiso durante el desarrollo de mi proyecto de titulación, su profesionalismo y sabiduría, fueron necesarios para instruirme en el aprendizaje necesario.

Finalmente, mi gratitud inmensa a la prestigiosa Universidad Técnica del Norte, a la Carrera de Textiles y cuerpo docente, quienes fueron los principales guías para el buen camino, con cada una de sus enseñanzas a través de la experiencia, consejos, valores éticos de formación profesional y personal.

Alexander Perugachi

RESÚMEN

Esta investigación tiene como fin la identificación y análisis de las partes que influyen en la resistencia de cremalleras, tanto en presentaciones sintéticas como metálicas con diferentes calibres de dientes para establecer que parámetros son los que aportan una mayor resistencia a cargas longitudinales.

En primera instancia, el material de partida está compuesto por zippers de 3 y 5 milímetros en material sintético y metálico; se realizó la caracterización de estos mediante un análisis previo de las fichas técnicas para posteriormente y mediante ensayos de combustión en el laboratorio establecer su composición.

Acto seguido, se prepararon probetas bajo lineamientos de la norma ASTM 2061-07 y que tiene relación con los apartados: 10.1 Resistencia a la carga lateral, 10.2 Resistencia del tope inferior y 10.3 Resistencia al deslizamiento del seguro, haciendo uso del equipo normalizado de dinamometría Titán 5 sometiendo a cada muestra a carga de fuerza longitudinal con el fin de obtener datos estadísticos para un análisis posterior.

Los datos de resistencia fueron tabulados y cargados al programa estadístico PAST 4 para realizar la prueba de normalidad y análisis del coeficiente de variación mismos que arrojan una confiabilidad del 95%.

Finalmente, se determinó que los elementos de engranaje de la prueba de resistencia a la carga lateral presentaron una mayor resistencia, siendo ésta de 624,6 N para la probeta RCL-CS3 y 720,88 N a la probeta RCL-CS5, elementos que aseguran la calidad de las cremalleras y su posterior uso con total seguridad en mochilas.

Palabras clave: Cremallera, Dinamómetro, Resistencia a la tracción, Carga Lateral, Avíos

ABSTRACT

This research aims to identify and analyze the factors that influence the strength of zippers, both in synthetic and metal versions with different tooth gauges, in order to establish which parameters, contribute to greater resistance to longitudinal loads.

Initially, the starting materials consisted of 3 and 5-millimeter zippers made of synthetic and metal materials. These were characterized through a preliminary analysis of their technical specifications, and their compositions were later determined through combustion tests in the laboratory.

Next, test specimens were prepared following the guidelines of ASTM 2061-07, specifically focusing on sections 10.1 (Lateral Load Resistance), 10.2 (Bottom Stop Strength), and 10.3 (Slider Lock Strength). Standardized dynamometry equipment, the Titan 5, was used to subject each sample to longitudinal force loading, with the purpose of obtaining statistical data for further analysis.

The resistance data was tabulated and processed using the statistical software PAST 4 to conduct tests for normality and coefficient of variation, providing a reliability level of 95%.

Finally, it was determined that the gear elements of the lateral load resistance test exhibited higher strength, with values of 624.6 N for the RCL-CS3 specimen and 720.88 N for the RCL-CS5 specimen. These results ensure the quality of the zippers and their safe use in backpacks.

Keywords: Zipper, Dynamometer, Tensile Strength, Lateral Load, Fasteners.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESÚMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
Descripción del tema	1
Antecedentes	1
Importancia del estudio	3
Objetivo general	4
Objetivos específicos.....	4
Características del sitio del proyecto	4
CAPÍTULO I	6
1. ESTADO DEL ARTE	6
1.1 Estudios previos	6
1.1.1 Estudios de resistencia de cremalleras	6
1.1.2 Análisis dinamométricos	7
1.1.3 Importancia de cremalleras en mochilas	8
1.2 Marco legal	8
1.2.1 Constitución de la República del Ecuador	8
1.2.2 Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte de la Carrera de Textiles (CTEX).....	9
1.3 Marco Conceptual	9
1.3.1 Cremallera	9
1.3.2 Partes de cremallera.....	10
1.3.3 Dientes sintéticos y metálicos	13
1.3.4 Caracterización de cintas.....	16
CAPÍTULO II	20
2. METODOLOGÍA	20
2.1 Tipos de investigación	20

2.1.1	Enfoque de la investigación	20
2.1.2	Método de la investigación	20
2.1.3	Técnica de la investigación	21
2.2	Flujogramas	22
2.2.1	Flujograma general.....	22
2.2.2	Flujograma muestral.....	24
2.3	Equipos y materiales	24
2.3.1	Dinamómetro Titán 5	25
2.3.2	Materiales	26
2.3.3	Preparación y/o adaptación de probetas	26
2.4	Normas de investigación.....	26
2.4.1	Ensayos de resistencia de cremallera - Norma ASTM 2061-07 (10-1)	27
2.5	Procedimiento	27
2.6	Ensayos de laboratorio	31
2.6.1	Ensayos de resistencia de cremallera - Norma ASTM 2061-07 (10-1)	31
CAPÍTULO III		32
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
3.1	Resultados	32
3.1.1	Tablas de resultados de resistencia de la cadena a la carga lateral.....	32
3.1.2	Tablas de resultados de la resistencia del tope inferior	34
3.1.3	Tablas de resistencia al deslizamiento del seguro	36
3.2	Tabla general de resultados	39
3.3	Discusión de resultados	41
3.3.1	Normalidad de datos.....	41
3.3.2	Análisis de varianza.....	42
3.4	Representación gráfica de resultados.....	44
CAPÍTULO IV		49
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
4.1	Conclusiones	49
4.2	Recomendaciones.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		52
ANEXOS.....		55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de medida de la malla de cremallera	16
Tabla 2 Resistencia del tope inferior a la carga longitudinal	17
Tabla 3 Resistencia a la separación individual del diente o del elemento de engranaje	18
Tabla 4 Resistencia al deslizamiento individual del diente o del elemento de engranaje	19
Tabla 5 Tabla modelo de ensayo	27
Tabla 6 Datos de resistencia de la cadena a la carga lateral – Metálico N° 3	32
Tabla 7 Datos de resistencia de la cadena a la carga lateral – Metálico N° 5	33
Tabla 8 Datos de resistencia de la cadena a la carga lateral – Sintético N° 3	33
Tabla 9 Datos de resistencia de la cadena a la carga lateral – Sintético N° 5	34
Tabla 10 Datos de resistencia del tope inferior – Metálico N° 3	34
Tabla 11 Datos de resistencia del tope inferior – Metálico N° 5	35
Tabla 12 Datos de resistencia del tope inferior – Sintético N° 3	35
Tabla 13 Datos de resistencia del tope inferior – Sintético N° 5	36
Tabla 14 Datos de resistencia al deslizamiento del seguro - Metálico 3.....	36
Tabla 15 Datos de resistencia al deslizamiento del seguro - Metálico 5.....	37
Tabla 16 Datos de resistencia al deslizamiento del seguro - Sintético 3.....	38
Tabla 17 Datos de resistencia al deslizamiento del seguro - Sintético 5.....	38
Tabla 18 Resultados general de los ensayos de laboratorio	40
Tabla 19 Normalidad de datos - resistencia a la carga lateral y resistencia del tope inferior	42
Tabla 20 Normalidad de datos - Resistencia al deslizamiento del seguro	42
Tabla 21 Varianza de datos - resistencia a la carga lateral y resistencia del tope inferior	43
Tabla 22 Varianza de datos - resistencia al deslizamiento del seguro	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación laboratorio CTEX.....	5
Figura 2	Partes principales de un cierre de cremallera.....	10
Figura 3	Partes principales del elemento de engranaje (diente).....	11
Figura 4	Cremallera de espiral S.....	14
Figura 5	Cremallera de perfil P.....	15
Figura 6	Cremallera metálica.....	15
Figura 7	Flujograma general de ensayos de resistencia de cremalleras.....	23
Figura 8	Flujograma muestral de procesos.....	24
Figura 9	Dinamómetro Titán.....	25
Figura 10	Resistencia de la cadena a la carga lateral.....	28
Figura 11	Determinación de la resistencia del tope inferior.....	29
Figura 12	Determinación de la resistencia al deslizamiento del seguro.....	30
Figura 13	Ensayos de laboratorio.....	40
Figura 14	Ensayo de resistencia a la carga lateral y tope inferior - Matrix plot.....	45
Figura 15	Ensayo de resistencia al deslizamiento del seguro - Matrix plot.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Ficha técnica de cremallera sintética N°3	55
Anexo 2	Ficha técnica de cremallera sintética N° 5	56
Anexo 3	Ensayos de laboratorio	57
Anexo 4	Ensayos de laboratorio	58
Anexo 5	Certificado de laboratorio - CTEX.....	59

INTRODUCCIÓN

Descripción del tema

El objetivo principal de la presente investigación es identificar los elementos que influyen en la resistencia de cremalleras sintéticas y metálicas con diferente numeración de dientes, siendo un principal factor que influye al momento de hacer uso de una cremallera dentro de la confección de mochilas.

Se dispone a proveerse de cremalleras sintéticas y metálicas con numeración de dientes de 3 y 5 milímetros, éstos se someterán a tres ensayos para obtener el elemento que otorga más resistencia a las cremalleras, empleando el equipo de laboratorio dinamómetro Titán 5 conforme lo solicita la norma ASTM 2061-07 (10-1).

Se procede a detallar cada uno de los datos obtenidos en el ensayo técnico (resistencia a la carga lateral, resistencia del tope inferior y resistencia al deslizamiento del seguro) y de esta forma poder observar la influencia de cada una de las partes que forman las cremalleras. Finalmente, se realizará un análisis estadístico con el programa PAST 4 para así comparar los datos obtenidos y por medio de la representación gráfica realizar una interpretación de mejor manera.

Antecedentes

La cremallera o zipper, fue desarrollada en 1913 por Gideon Sundback – Ingeniero eléctrico sueco, se encargó de mejorar la presentación de la cremallera ya que en un inicio solo se presentaba como dos cadenas, las cuales se unían de forma manual, pero fue necesario un elemento adicional al que fue denominado carro deslizador cuya función se basó en unir o separar dos partes, con el fin de obtener una cadena uniforme. La cremallera presenta usos más comunes para vestimenta como: blusas, pantalones, mochilas entre otras. Su función principal

se basa en unir o separar dos partes de un género textil o a su vez en ciertos casos se las emplea en algunas maletas, cuyo fin es disminuir o aumentar el tamaño o la capacidad que posee. Para Vargas (2015), “La Goodrich Corporation acuñó el nombre de Zipper en 1923, y usó el invento en las bolsitas que estaban destinadas para tabacos y botas”, es decir su modo de empleo no fue tan amplio hasta que se vio en la necesidad de utilizarla en ropa de niños y pantalones para caballeros en la década de 1920. En la actualidad varias empresas líderes tales como: Cremalleras Rubí, Corporación REY, entre otras, elaboran todo tipo de cremalleras como las que se encuentra, siendo estas: cremalleras metálicas, cremalleras invisibles y las cremalleras de plástico o de nylon.

Según Kara (2014) afirma que, “Existe diversidad de cremalleras, que no solo cambian en su aspecto físico, sino también en sus componentes ya que se elaboran con fibras y elementos conforme al uso y las necesidades de quien lo requiera.” Así, para la elaboración de las mochilas, bolsos y monederos se utiliza el cierre de línea continua que es elaborada en nylon y debe ser un calibre No 6, esto con respecto a la medida del diente. Para González (2007), “La cinta o hiladilla puede estar hecha de algodón ya que es una cinta utilizado para la elaboración de las cremalleras para cierres,” es decir, son específicamente las cintas textiles donde se encuentran sujetos los dientes de diferente material.

De acuerdo con Molina et al (2017) hay una gran variedad de tamaños de dientes y colores, características que hacen que sea utilizado para unir dos partes en todo textil que lo requiera. Su mecanismo presenta la unión de dos piezas mediante el entrelazamiento de dientes, a este sistema en conjunto se lo denomina cremallera, el cual posee características de calidad variada según su composición, además, se debe considerar algunos factores como: exposición a la humedad, presencia de partículas extrañas en sus partes (dientes, deslizador) que afectan al funcionamiento y su vida útil.

En la actualidad, la industria textil busca dar a conocer productos innovadores al consumidor, independientemente del área en la que se encuentre, por lo que generalmente la cremallera presenta una constante evolución al ejecutar actividades de control de calidad en los insumos textiles, el cual se emplea a diario, con el fin de poder obtener un producto textil (mochila) que cumpla con todos los estándares que se requiera. Según Haleem et al (2021) afirman que, “el control de calidad de las cremalleras es un paso que no pueden omitir en la producción de productos finales textiles con alta calidad.” Las pruebas estándar de resistencia pueden reducir las deficientes cremalleras que son defectuosas, obteniendo así información rápida sobre la calidad que se presentan, para los diferentes artículos que se realizan en el área de la confección textil.

Importancia del estudio

Se tiene conocimiento que en la industria textil se emplean cremalleras en varias áreas de la confección, por lo que este estudio, está enfocado en realizar ensayos técnicos en las diferentes cremalleras utilizadas en mochilas, donde al ser de diferente material cada uno de los componentes tienden a variar su resistencia en su vida útil. Debido a que las presentaciones de metal y sintético presentan una deformación a lo largo de la cadena, por lo que cada cierto tiempo se realiza el cambio de cremallera a todo el artículo. Los zippers se componen de dos elementos principales; los dientes y el cursor, donde este último otorga una presión en los dientes permitiendo así el enganche y el cierre de la cremallera (Corporation, 2022).

El carro deslizador al ser una parte principal de la cremallera al accionarse presenta desgaste, ocasionando que no se cierre de una correcta manera la cadena que forman al entrelazarse los dientes de cremallera, esto debido a la ausencia de presión en el deslizador teniendo como consecuencia el des entrelazamiento de los dientes, es decir la cremallera se vuelve a abrir (Pin-Sung Ku, Jun Gong, Te-Yen Wu, Yixin Wei, Yiwen Tang, 2020). Con el gran número de deslizamientos, lavados y el tiempo, el cursor metálico pierde resistencia a

diferencia del cursor sintético que pierde sus propiedades de tal manera que se presenta quebradizo. Debido a esto el cursor suele atascarse, lo que ocasiona que suba un poco y se atasque durante el trayecto a lo largo de la cremallera en la mochila (Torreilles, 2017).

Las cremalleras al ser un insumo de confección desde hace algunos años se han utilizado en diferentes artículos textiles, enfatizado en el área mochilera específicamente en las cremalleras que se encuentran en su estructura, este ensayo se enfoca en analizar la resistencia que presentan, garantizando así la calidad que poseen cada una.

Objetivo general

- Identificar los diferentes elementos que influyen en la resistencia de cremalleras sintéticas y metálicas con número de dientes 3 y 5 milímetros, para uso en mochilas.

Objetivos específicos

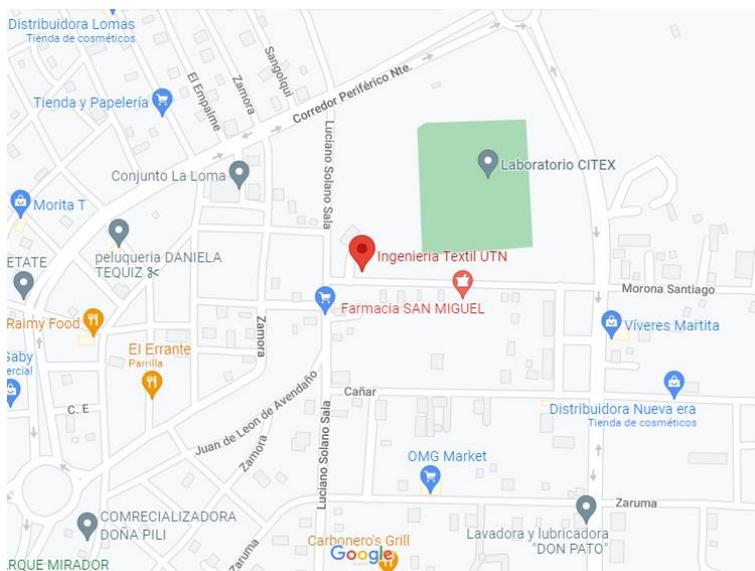
- Identificar los diferentes elementos de resistencia en cremalleras sintéticas y metálicas.
- Someter a ensayos de resistencia a las cremalleras, aplicando la norma ASTM 2061-07 (10-1) para obtener datos técnicos.
- Evaluar los datos obtenidos en el laboratorio mediante programas estadísticos, ver el comportamiento de los elementos en la resistencia de cremalleras para la comparativa respectiva.

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 (**Figura 1**), en donde se cuenta con equipos de última tecnología con su debida certificación, el cual son empleados para todo tipo de ensayos textiles empleando las normas correspondientes, 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 laboratorio CTEX



Nota: En la figura se muestra la ubicación del laboratorio de la carrera de textiles.

Fuente: (Google Maps, 2022).

CAPÍTULO I

1. ESTADO DEL ARTE

1.1 Estudios previos

Este capítulo abarca la respectiva indagación de información, mediante el uso de referencias bibliográficas por el cual se obtendrá definiciones, conceptos y términos que sustenten a la investigación.

1.1.1 Estudios de resistencia de cremalleras

Los estudios de resistencia de cremalleras implican el empleo de equipos tecnológicos que realizan una prueba determinada, uno de los más empleados es el TF150 Zipper Reciprocating Tester, que de acuerdo con TESTEX (2022), “ Para determinar la resistencia al movimiento alternativo de las cremalleras. La muestra pasa por un número específico de operaciones cíclicas mientras se pone bajo tensión lateral y longitudinal”, es decir, al realizar la prueba de resistencia el equipo toma la cabeza del zipper de manera que tiene un movimiento constante con una velocidad de treinta veces por minuto en relación con el funcionamiento que ejerce el equipo.

Así, las cremalleras se fabrican en diferentes estilos, colores, pesos y tamaños que son específicamente diseñados para varios tipos, de modo que se destinan para diferentes trabajos. Varios autores clasifican los cierres textiles de una forma diferente a la otra, donde las clasificaciones que se tenga varían de acuerdo con las propiedades que presentan las cremalleras como: el objetivo, el material y la forma. Existen diferentes factores que se toman en cuenta para la elaboración de cremalleras, con el análisis respectivo de las propiedades, de esta manera la misma sección menciona que la cremallera de tipo cadena puede ser una cremallera que se puede moldear con plásticos o metal.

En las cremalleras para medir la eficiencia que presentan, la fuerza en la que operan debe llevarse en el cierre de cremallera, donde Nkrumah y Pardie (2014), enfatiza que la máquina de ensayo a la tracción se lo emplea como alternativa para medir la fuerza de bajada y subida de cremallera. En lo que respecta para prendas, el valor que se obtenga en el equipo deberá ser menor, puesto que de esta forma se garantiza que la persona tenga facilidad de accionamiento evitando así que se desprenda o se rompa de la indumentaria textil.

1.1.2 Análisis dinamométricos

Son ensayos a los que son sometidos los textiles, conlleva una fuerza de tracción provocando su rotura, tomando en cuenta tres parámetros para poder ejecutar estos análisis:

- Resistencia a la rotura: Son expresados en unidades de tenacidad, fuerza, trabajo y longitud de rotura (De Meulemeester & Nicoloff, 1936).
- Alargamiento a la rotura: Se los toma en valores absolutos de longitud o valores que son relativos o también denominados porcentual.
- Tiempo de rotura: Son los intervalos que se presentan desde el inicio del ensayo hasta llegar al punto máximo de rotura. Los valores obtenidos se relacionan directamente a la carga recibida en el espécimen (Lockuán, 2012).

En los estudios que determinan la resistencia de los cierres textiles se emplea algunos equipos que cumplen con calificación internacional, de esta manera nos indica que:

Existen diferentes métodos empleados para evaluar la fuerza de deslizamiento y de la cremallera que sustentan la calidad. Algunos de estos ensayos son mediante la fuerza de separación de los dientes (fuerza transversal); resistencia a la tracción vertical del tope superior; fuerza de bloqueo del control deslizante; fuerza general de la parte inferior del control deslizante; resistencia a la tracción de la caja y la resistencia de la tela con la cremallera;

mediante el análisis se determinará si el lote posee una buena o mala calidad, ya que se deben tomar valores estándar que servirán de referencia (Nkrumah y Pardie, 2014) .

1.1.3 Importancia de cremalleras en mochilas

Según Boyero et al (2022) afirma que: “Las cremalleras son puntos débiles en la mochila ya que puede entrar agua si no tienen una buena solapa que las cubra, suelen romperse antes que el material del compartimiento principal. Lo último son las cremalleras termoselladas, más resistentes e impermeables”, de manera que deben cumplir con requerimientos según el uso final que sea destinada la mochila. De esta manera se asegurará el empleo y la importancia de los zippers.

Además, en esta misma sección se menciona que las cremalleras se las puede otorgar un acabado que de una funcionalidad especial, en este caso presentan un acabado a base de resina que sirve como repelencia al agua, con el único fin de presentar un recubrimiento en la cinta y no permita que el agua traspase hacia el interior.

1.2 Marco legal

1.2.1 Constitución de la República del Ecuador

En base a la Carta magna ecuatoriana, se toma de referencia el siguiente artículo:

Art. 350.- El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo (Martínez et al., 2011).

Tomando en cuenta esto, la presente investigación va encaminada con uno de los objetivos establecidos, presentando un carácter de:

- Innovación con el sector textil por medio de herramientas tecnológicas que ayudan a realizar ensayos para garantizar la calidad de todo producto textil.

1.2.2 Línea de investigación de la Universidad Técnica del Norte de la Carrera de Textiles (CTEX)

El presente proyecto de investigación está relacionado con la siguiente línea de investigación de la UTN y CTEX:

- “Producción Industrial y Tecnología Sostenible.
- Gestión, Producción, Innovación y Desarrollo Socioeconómico” (Marcelo Cevallos Vallejos, 2020).

1.3 Marco Conceptual

1.3.1 Cremallera

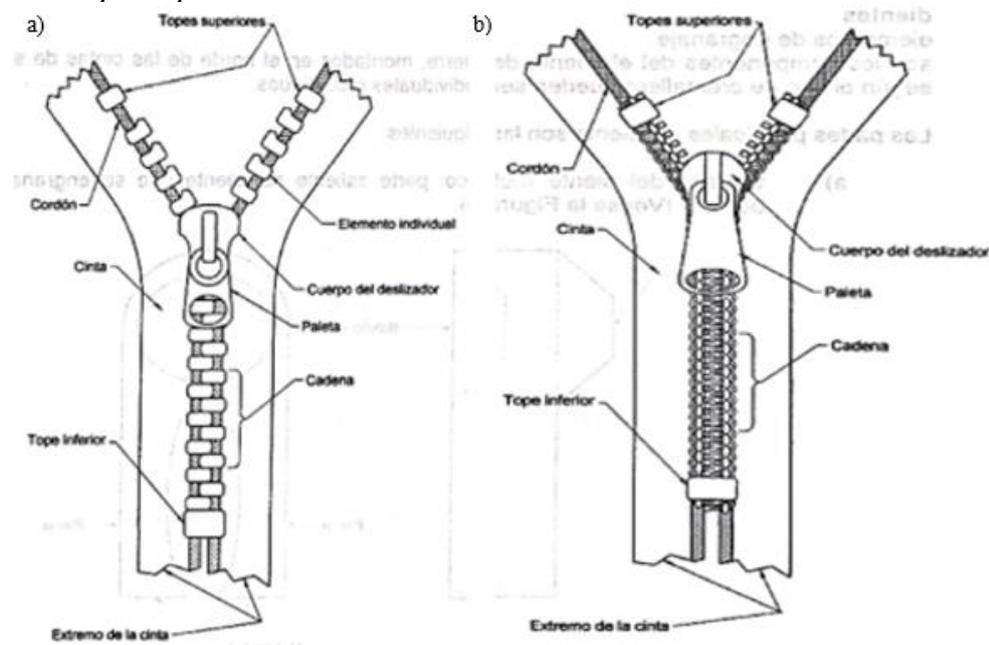
La cremallera es una hilera de dientes colocados sobre una cinta de tela que se entrelaza con otra hilera similar, es decir, es un insumo que puede ser elaborado de cualquier tipo de material: metálico, poliéster y plástico, según su uso final que se destine debido al mecanismo que presenta, tal como son en cierre abierto metálico, cierres de plástico abiertos, cierres invisibles, cierres separables y cierres fijos, para poder unir dos partes según lo requieran (Trelles Muñoz et al., 2015).

Por otro lado Rey (2017) lo define como el conjunto de cintas con dientes de diferente material. Asu vez según Portillo (2013) el zipper es un insumo dentado que se emplea en el área de la confección para diferentes piezas de indumentaria. Se usa para unir dos partes de una prenda (cremalleras cerradas) o poder separarlas (cremalleras abiertas). Se encuentra en varios colores y los dientes son elaborados de diferente material: metálico, sintético, plásticos entre otros, además la cinta en la que se cose debe estar echa a partir de un tejido que posea características resistentes.

1.3.2 Partes de cremallera

A continuación, se presentan las partes que conforman una cremallera en sus distintas presentaciones, ver (Figura 2).

Figura 2
Partes principales de un cierre de cremallera



Nota: En la figura (a) señala los elementos principales en lo que respecta al cierre de cremallera de elementos individuales, (b) señala los elementos principales en lo que respecta al cierre de cremallera monofilamento continuo. *Fuente:* Instituto Colombiano de Normas Técnica y Certificación (ICONTEC 2013, p. 8).

1.3.2.1 Deslizador.

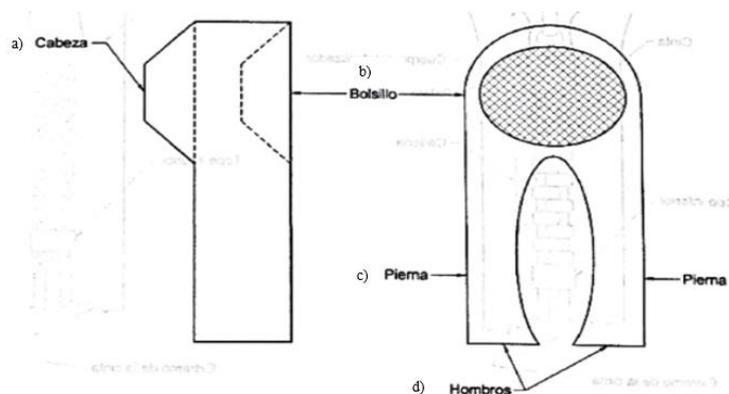
El cursor une o separa los elementos cuando se abre o se cierra la cremallera. Existe varios tipos de controles deslizantes según el uso que tenga (Tadao Yoshida - YKK, 2017). Por otro lado Rey (2017) lo define como corredera o deslizador donde su principal función es abrir y cerrar el cierre al ejercer el deslizamiento a lo largo de la cremallera.

1.3.2.2 Dientes o elementos.

Se los denomina de esta forma a las partes que se ubican de lado y lado de una cremallera, encargados de acoplarse o engranarse entre sí cuando el carro deslizador pasa, ver (Figura 3). De esta forma los dientes tanto del lado derecho e izquierdo se engranan, formando así una

cadena uniforme (Tadao Yoshida - YKK, 2017), por otro lado para Corporation (2022) son de diferente material, así se tiene de plástico (resina) o espiral (monofilamento) y de metal. En cambio ICONTEC (2013b) lo define como los elementos de engranaje que son los componentes del elemento de cierre, estos son montados en el borde de las cintas de soporte según el tipo de cremallera en continuos o individuales.

Figura 3
Partes principales del elemento de engranaje (diente)



Nota: En la imagen se muestra las partes principales que conforman un diente o elemento de engranaje. *Fuente:* ICONTEC (2013b).

Los dientes poseen las siguientes partes:

- a) Cabeza del diente metálico: Elemento de engranaje con el bolsillo, parte que sobresale del diente.

Cabeza del diente de monofilamento continuo: Origen de forma predeterminada que se forma en la sección transversal de los monofilamentos, es decir se forma el punto donde se engranan estos.

- b) Bolsillo: Cavidad que se encarga de recibir la cabeza del diente metálico que corresponde a otra cinta, efectuándose el engranaje.
- c) Patas: Se ubican en la parte inferior del diente con prolongaciones laterales que se ajustan al cordón de cremallera.

d) Hombros: Superficie de apoyo que sirve al diente, por la que es sostenida en los labios del elemento deslizador (ICONTEC, 2013b).

1.3.2.3 Cinta.

Es una parte creada de forma exclusiva para los cierres textiles, el material que se fabrica es de poliéster y va a depender del uso final que tenga, además, se encuentran cintas de fibra sintética, de vinilo y citas de algodón (Tadao Yoshida - YKK, 2017).

1.3.2.4 Tirador.

Según Rey (2017) es un elemento que permite jalar de arriba hacia abajo o viceversa la llave que en función conjunta con el cuerpo deslizador y puente permitiendo que los dientes del cierre textil se abran y se cierren cuando se desplacen sobre los elementos de engranaje.

1.3.2.5 Tope.

Según ICONTEC (2003) hace mención que son elementos ubicados en los extremos inferior y superior de la cadena, su principal función es evitar que el carro deslizador pierda pista de la cadena de dientes, evitando salga y pierda su posición, por otro lado Kreband (2020) hace énfasis en que el tope superior e inferior ejerce una función de evitar que el cursor se salga de la cadena formada por los dientes de engranaje.

1.3.2.6 Cadena.

Conformado por los elementos destinados al engranaje-dientes que se encuentran en las dos cintas (ICONTEC, 2013b).

- **Ancho de la cadena de fijación:** Determinada por la distancia que existe entre los extremos de los elementos engranados-dientes.
- **Espesor de la cadena:** Distancia determinada por la parte del frente y posterior de la cadena formada por los elementos de engranaje.

1.3.2.7 Cordón.

Para ICONTEC (2013b) posee una estructura con torsión que está compuesta de uno o varios filamentos retorcidos o sencillos, que forman cordones de cuerda o hilos de polímeros que pueden ser orgánicos como poliéster, nylon y polipropileno ofreciendo alta resistencia al desgaste o materiales que son inorgánicos como el poliuretano que se emplean para una mayor resistencia térmica.

- Sección aumentada en el cierre de cremallera de elementos individuales, en el cual se fija los dientes (elementos de engranaje) (ICONTEC, 2003).
- En el cierre de cremallera de monofilamento continuo, corresponde a la sección que se encuentra en el interior de la espiral continua (ICONTEC, 2003).

1.3.2.8 Cinta.

Se encuentra ubicada en la parte inferior de la cremallera, sección que determina el punto inicial, en cambio Kreband (2020) hace referencia que la cinta por lo general es tejida para todos los cierres de cremallera, el material que comúnmente son elaboradas es el poliéster, además, se las puede encontrar en algodón y materiales de origen sintético, el cual pueden presentar malla o estampados.

1.3.3 Dientes sintéticos y metálicos

1.3.3.1 Cremallera de espiral (S).

Este tipo de cremallera poseen elementos dentados de rizo helicoidal que están elaborados de monofilamentos de poliamida o poliéster. Los rizos se tejen y forman de manera íntegra las cintas de soporte (entretejidas 2) o elaboradas y cosidas en bandas o cintas que son prefabricadas como una diferente operación (cosidas).

Estas con características tienen un amplio uso en lo que respecta: calzados, textiles, maletas, mochilas, entre otros, debido a que tienen una resistencia y apariencia necesaria que son aprovechados por los textiles descritos anteriormente (Gutiérrez, 2021).

Figura 4
Cremallera de espiral S



Nota: En la imagen se presenta una cremallera de espiral S.

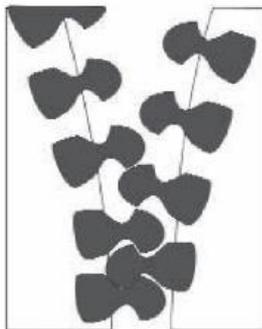
Fuente: (Silvia Barreto, 2022).

Además, en la misma sección se menciona que su empleo especial se da para vestidos y faldas, ya que al ser cosida por una prénsatela, la cremallera se presenta de forma oculta en la prenda, es decir, se visualiza una sola costura lo que se le denomina cierre invisible.

1.3.3.2 Cremallera de perfil (P).

Para Gutiérrez (2021) son, “cremalleras que posee una estructura con dientes plásticos, que son moldeados por una inyección en una cinta protegida, que se unen de forma individual” ver **(Figura 5)**, es decir, este tipo de cremalleras se utilizan con fines decorativos o de alto perfil debido a las características que presenta.

Figura 5
Cremallera de perfil P

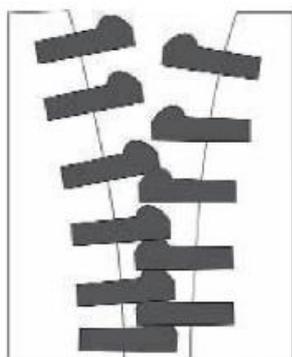


Nota: En la figura se muestra una cremallera de perfil P vista frontal. *Fuente:* (Silvia Barreto, 2022).

1.3.3.3 Cremallera de metal (M).

La cremallera de dientes metálicos puede ser elaborado de diferentes tipos de metal, ver (**Figura 6**), estos presentan en su estructura dientes metálicos estampados o fundidos a presión que son colocados individualmente en el borde de la cinta. Son empleados como accesorios de moda en níquel, logrando un efecto antiguo, mayormente son utilizados para chaquetas e indumentaria de trabajo (Gutiérrez, 2021).

Figura 6
Cremallera metálica



Nota: En la figura se muestra una cremallera tipo M, vista frontal *Fuente:* (Silvia Barreto, 2022).

Al ser un insumo textil se encuentra en variados tonos de colores, tamaños y longitudes, debido a que se pueden ser cosidas, en tipo abierto o cerrado, además se las encuentra en cadena

continúa tinturada o no para aplicación industrial, es decir, si se desea un color que no se encuentre en el mercado se las puede teñir obteniendo así el color que se requiera.

1.3.4 Caracterización de cintas

Las cintas son un elemento fundamental en las cremalleras, ya que es donde se encuentran ubicados como soporte los dientes y así formar en conjunto un mecanismo de funcionamiento con el carro deslizador (Silvia Barreto, 2022). De tal forma que se debe tener en cuenta el ancho de la cinta que presenten, de manera que tenga una calibración de acuerdo con la medida ver (**Tabla 1**) que depende del tipo de material que se encuentren elaboradas, tales como pueden ser de: plástico, metal, nylon, algodón y poliéster; mismos que aportan a las cintas propiedades de resistencia, mejor apariencia y flexibilidad.

- Ancho de cinta: Hace referencia al ancho en milímetros de la cinta en un solo lado de la cremallera, depende del calibre de la cremallera para que la cinta presente una medida estandarizada.

Tabla 1
Cuadro de medida de la malla de cremallera

Material	Malla 3	Malla 4	Malla 5	Malla 8	Malla 10
Nylon	4.1 mm	5.1 mm	6.5 mm	7.1mm	10.2 mm
Poliamida	4.6 mm	4.9 mm	5.8 mm	7.7 mm	8.5 mm
Hierro	4.5 mm	4.9 mm	5.9 mm	8.5 mm	8.9 mm

Nota: En el cuadro se puede visualizar las medidas de las mallas según el calibre y la composición del cual este echo la cremallera. Fuente: (Olga Fuenmayor, 2019).

- **Cinta de Poliéster**

Al ser elaboradas por un material sintético posee cualidades que no requiere mucho proceso debido al coste que puede presentar como producto final al consumidor, dando así una manera accesible.

- **Cinta de Algodón**

Se las emplea más cuando las cremalleras son destinadas a ropa de marca, debido a que el algodón es una fibra que posee muchas propiedades como suavidad, mayor resistencia al calor, transpiración entre otras características haciendo a las cintas de cremalleras cumplir con los requerimientos del cliente, cabe mencionar que procesar o elaborar cintas a partir del algodón puede resultar costoso pero la versatilidad que ofrecen estas cremalleras es única.

- **Estudios de cremalleras**

En base a un estudio realizado por ICONTEC (2013a), que se basa en pruebas de resistencia a cierres de cremallera de distinto material obteniendo así datos de referencia que se encuentran detallado en las siguientes tablas:

Tabla 2
Resistencia del tope inferior a la carga longitudinal

Material	Calibre	Carga longitudinal mínima	
		N	lbf
Aluminio	3	80	18
Aluminio	5	130	29,2
Cobre	3	90	20,2
Cobre	4.5	110	24,7
Cobre	5	150	33,7
Poliéster	3	60	13,5

Material	Calibre	Carga longitudinal mínima	
		N	lbf
Poliéster	4	60	13,5
Poliéster	6	100	22,5
Poliéster	8	190	42,7
Poli acetal	5	308,3	69,3

Fuente: (ICONTEC, 2013).

Uno de los ensayos realizados por ICONTEC (2013a) trata de medir la resistencia que presente uno de los elementos de cierre, en este caso el tope inferior a la carga longitudinal donde se puede observar en la **Tabla 2** que la carga longitudinal soportada fue variando, se puede analizar que tuvo influencia el tipo de material y el calibre de diente con la que fue elaborada la cremallera, cabe mencionar que dos datos de los que se obtuvieron son semejantes, siendo esto 3 y 4 similares de material poliéster.

Tabla 3

Resistencia a la separación individual del diente o del elemento de engranaje

Material	Calibre	Carga individual mínima	
		N	lbf
Aluminio	3	30	6,7
Aluminio	5	50	11,2
Cobre	3	35	7,9
Cobre	4.5	50	11,2
Cobre	5	60	13,5

Fuente: (ICONTEC, 2013).

El ensayo que se detalla en la **Tabla 3** corresponde a la separación individual del diente, donde se han empleado diferentes calibres, estos de diferente material donde la carga de

resistencia que presentan cada una de las muestras varían, es decir, ninguno se asemejan esto en función de la medida del diente (ICONTEC, 2013a).

Tabla 4

Resistencia al deslizamiento individual del diente o del elemento de engranaje

Material	Calibre	Carga individual mínima	
		N	lbf
Aluminio	3	25	5,6
Aluminio	5	40	9
Cobre	3	30	6,7
Cobre	4,5	30	6,7
Cobre	5	45	10,1
Poliacetal	5	97,2	21,8

Fuente: (ICONTEC, 2013).

Para este ensayo realizado por ICONTEC (2013a) representado en la **Tabla 4** que trata sobre el deslizamiento del elemento de engranaje, donde la carga que soportaron las muestras en su mayor parte son diferentes a excepción del calibre 3 y 4,5 que se asemejan entre sí.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

El capítulo presenta toda información que conlleva los procedimientos, al igual que las variables y materiales que se emplean durante el desarrollo de los ensayos, cuyo fin es explicar el contenido que se presenta a continuación.

2.1 Tipos de investigación

2.1.1 Enfoque de la investigación

Durante el desarrollo de la presente investigación se determina variables de cierres que permitan sustentar el proyecto que trata sobre la identificación de los diferentes elementos que intervienen en la resistencia de las cremalleras, siguiendo el enfoque de la indagación para llegar a obtener los objetivos planteados, teniendo en cuenta el método y la técnica adecuada para su desarrollo. De tal manera, el estudio está caracterizado por desarrollarse en distintas etapas durante su ejecución, así como: la respectiva investigación de cada uno de los términos desconocidos presentes y su respectiva aplicación de la variable, obteniendo resultados del equipo de laboratorio dinamómetro Titán 5.

2.1.2 Método de la investigación

2.1.2.1 Investigación inductiva.

Para Abreu (2014), “plantea un razonamiento ascendente que va desde lo particular hasta lo general, que razona la premisa inductiva es una reflexión enfocada en el fin. Observando que la inducción es el resultado metodológico y lógico de aplicación del método comparativo.” es decir, mediante este método se emplea el conocimiento, estudio y observación de las características que presentan los cierres al ser sometidos a pruebas de resistencia por medio del equipo dinamómetro, mismo que tendrán diferente comportamiento durante el desarrollo de los ensayos.

2.1.2.2 Investigación deductiva.

Este punto consiste en pasar del conocimiento general que se tenga a otro nivel de generalidad. Es decir, mediante esta técnica empleada servirá de guía para poder formular las debidas conclusiones en función con el ensayo técnico realizado, por medio de la descripción del comportamiento que tenga las diferentes partes del cierre al interactuar con el dinamómetro (Naranjo, 2019).

2.1.2.3 Investigación experimental.

En este método de investigación de enfoque experimental se presenta una o más variables de estudio, con el fin de poder controlar el incremento o decadencia de las variables y observar su conducta como tal (Sans, 2012). Es decir, que los métodos experimentales se emplean para dar respuesta a los objetivos planteados en base a los cierres, juntamente con el equipo de laboratorio.

De este modo la investigación experimental está caracterizada por el manejo intencionado de variables independientes que aparezcan en el desarrollo de los ensayos de resistencia de las cremalleras, con su correcto análisis del grado de impacto que tenga sobre la variable dependiente (Ramos-Galarza, 2021).

2.1.3 Técnica de la investigación

En este punto se hará uso de distintas técnicas, mismas que servirán para que encaminen al desarrollo del tema, con el fin de poder cumplir con los objetivos anteriormente planteados, así se tiene:

2.1.3.1 Experimental.

Según ILET (2021) afirma que:

Se utiliza en un entorno que es controlado, donde se tiene registro de todas las características y hechos que se suscitan durante todo el desarrollo de la investigación. Se toman todos los datos del comportamiento que presente al

interactuar de manera directa, esto con ayuda de medios tecnológicos y programas que ayuden a contener toda la información del comportamiento del elemento que se encuentra en estudio (p.1).

2.1.3.2 Técnica de campo.

Para Marín (2019) afirma que:

Esta técnica de investigación de campo hace referencia a lo que se hace de manera directa en el medio, lugar donde se presenta el estudio planteado como fin. Tomando en cuenta esto, existen herramientas de apoyo para esta investigación la misma que se emplearán según lo que se requiera obtener (p.2).

Así se tiene la observación y la experimentación, de manera que permitirán examinar los diferentes aspectos que se hacen presente en el estudio relacionado con los cierres, por medio de sus características y comportamiento en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte.

2.2 Flujogramas

2.2.1 Flujograma general

Para poder ejecutar la parte práctica, que comprende en la realización de ensayos de resistencia a cada parte constituyente de la cremallera para determinar e identificar cuál de los elementos presenta mayor fuerza, esto se lo realiza en base a la norma ASTM 2061-7 (10-1) que emplea el uso del equipo de laboratorio denominado dinamómetro Titán 5, el cual se compone de un proceso de carácter general ver (**Figura 7**) y otro muestral ver (**Figura 8**), en esta parte se especifica todos los pasos que se requieren seguir, desde su inicio hasta la obtención del resultado con su respectivo análisis, con el fin de dar respuesta a los objetivos previamente planteados.

2.2.1.1 Descripción del flujograma general.

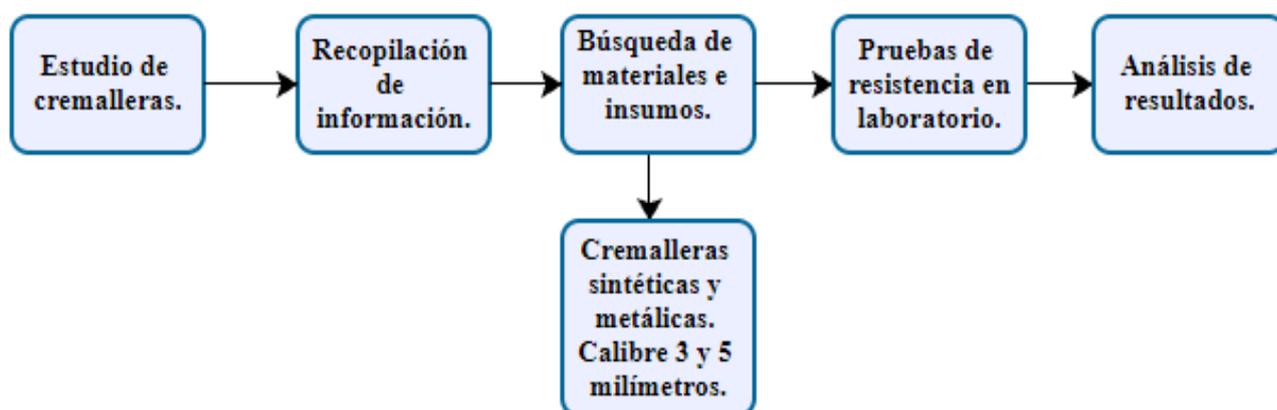
- **Estudio de cremalleras:** Corresponde a una verificación de campo en el área mochilera, donde se tiene presente las distintas cremalleras que se emplea para su

elaboración, teniendo en cuenta las características que presentan una vez salidas al mercado dentro de los insumos textiles.

- **Recopilación de información:** Es el proceso que abarca la búsqueda de toda información sobre cierres, implica el uso de referencias bibliográficas como: revistas, catálogos, libros entre otros.
- **Búsqueda de materiales e insumos:** De acuerdo con el método experimental que se plantea para la investigación se empleará cremalleras con distintas características como son: sintéticas y metálicas con diferente calibre de dientes 3 y 5 milímetros, con el fin de obtener las muestras respectivamente.
- **Pruebas de resistencia en laboratorio:** Enfocada en realizar los ensayos a las muestras con ayuda del equipo dinamómetro Titán 5, en función del soporte de fuerza que presente cada una de las partes de cremallera.
- **Análisis de resultados:** Finalmente, una vez obtenidos los datos en laboratorio se procede a la interpretación respectiva para su análisis estadístico y la comparativa correspondiente, cuyo objetivo es dar a conocer con exactitud cuál de las partes influye más en la resistencia de las cremalleras, además poder determinar la calidad que tienen.

Figura 7

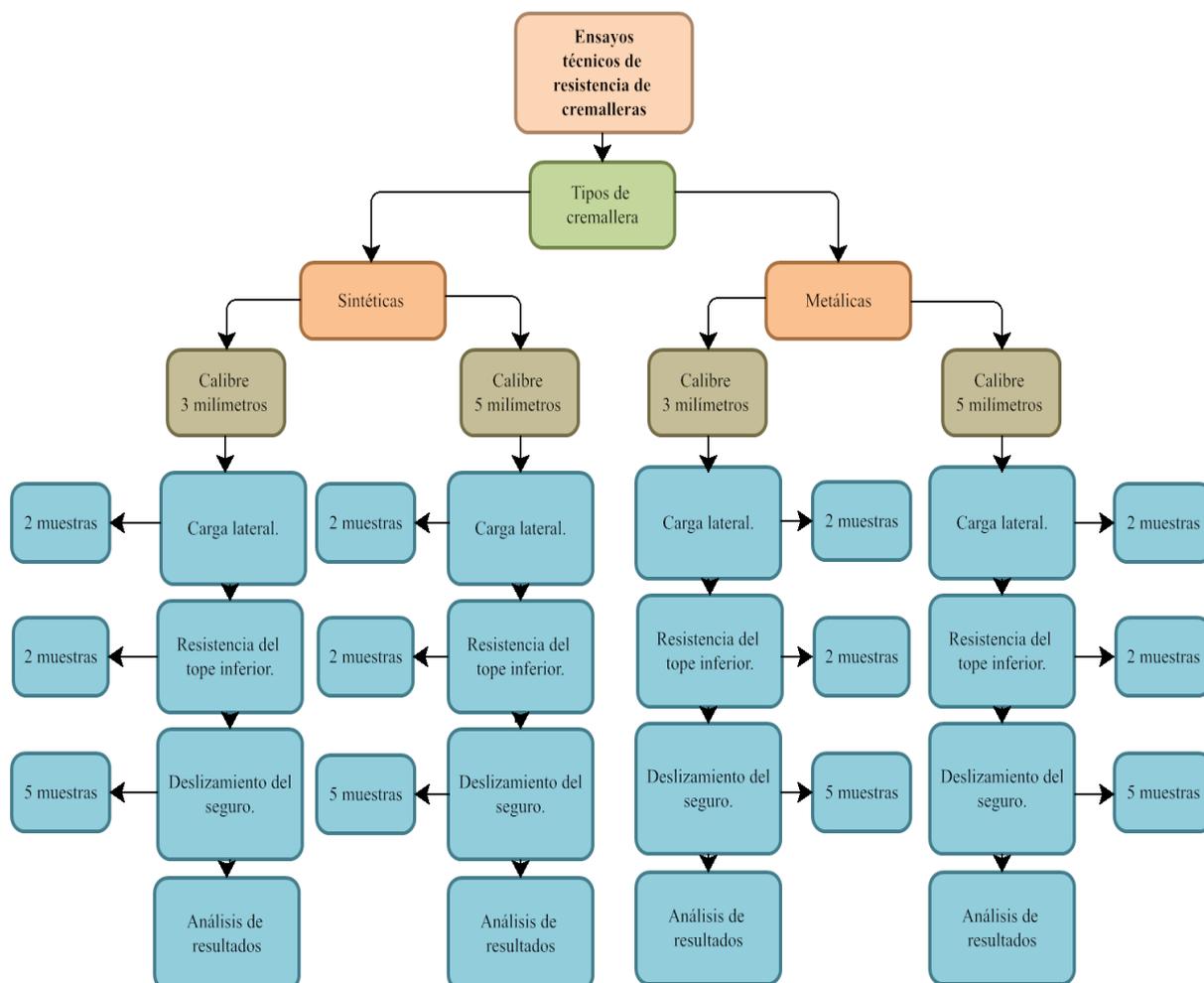
Flujograma general de ensayos de resistencia de cremalleras



Fuente: Propia

2.2.2 Flujograma muestral

Figura 8
Flujograma muestral de procesos



Fuente: Propia

2.3 Equipos y materiales

En esta investigación y la ejecución de la parte práctica con las diferentes partes del cierre, donde cada una de estas sometidas a pruebas de resistencia con distintos dientes en su presentación como son en sintético y metálico, mismos con los que se está trabajando, para ello se emplea el equipo de laboratorio que es asignado de acuerdo con el proceso a realizar, a continuación, una descripción específica de este instrumento:

2.3.1 *Dinamómetro Titán 5*

Es una máquina de ensayo universal con TestWiseTM-Titán que se encuentra disponible en dos modelos que manejan la capacidad de 5kN y 10kN. Equipo destinado a probar la tracción adecuada, con el fin de presentar una amplia gama de aplicaciones dentro de las que se encuentran todo textil desde prendas de vestir hasta telas no tejidas entre otros materiales. Presenta una facilidad en su manera de operar, de modo que las pruebas de tracción se las ejecuta para determinar y comprender la carga máxima que puede soportar el material textil (**Figura 9**). Además, posee una variedad de aplicaciones que contenga: hilos, telas, costuras, zippers, materiales geotextiles, cuerdas y correas (Coorporation Heal, 2022).

Figura 9
Dinamómetro Titán



Fuente: Propia

Nota: Equipo de laboratorio CTEX que es utilizado para realizar varios ensayos de resistencia a los textiles. *Fuente:* (CTEX, 2020)

TestWiseTM-Titán permite realizar pruebas como:

- Compresión.
- Fuerza.
- Estiramiento y recuperación.

- Lagrima.
- Resistencia a la tracción, entre otras.

Además, cada uno de los ensayos poseen normas específicas según el requerimiento. Este equipo posee un software simplificado de última generación, para poder ejecutar pruebas inteligentes de manera rápida. La versatilidad que posee el sistema es que se mantiene actualizado anualmente, es decir el usuario recibe de manera remota las actualizaciones a su interfaz con el fin de sacar el máximo provecho al equipo (Heal, 2022).

2.3.2 *Materiales*

- Cierres o zippers sintéticos y metálicos (calibre 3 y 5 mm).
- Tijeras.
- Ligas de goma.
- Cinta masking.

2.3.3 *Preparación y/o adaptación de probetas*

Para ejecutar estos ensayos que corresponde a la resistencia que presentan los zippers se realiza los siguientes puntos:

- Acondicionar el dinamómetro a la norma ASTM 2061-07, para las respectivas probetas de cremalleras a ensayar.
- Preparar las muestras de acuerdo con el número de probetas conforme lo especifique los apartados de la norma a aplicar.
- Acondicionar las cremalleras.

2.4 Normas de investigación

La American Society for Testing and Materials reconocida por sus siglas ASTM, es una de las organizaciones más grande reconocida internacionalmente, ya que adopta principios que va

juntamente con técnicas de comercio a nivel mundial mismas que se emplean para el desarrollo de proyectos e investigaciones para el desarrollo de sistemas de calidad.

2.4.1 Ensayos de resistencia de cremallera - Norma ASTM 2061-07 (10-1)

Estos ensayos consisten en someter a pruebas de resistencia estándar a cremalleras para determinar cuál es la carga de fuerza que soportan cada una de las partes que conforman los zippers, de manera que permita identificar los elementos que brindan aumento en la resistencia, permitiendo delimitar su calidad al ser un insumo textil. Además, se puede emplear diferentes normas si se requiere aplicar a todo sustrato textil, sean estos tejidos y no tejidos. Dentro de los ensayos de resistencia de cremalleras que contiene la Norma ASTM 2061-07 (10-1) se presentan los ensayos complementarios a realizar:

- Resistencia de la cadena a la carga lateral.
- Resistencia al desprendimiento del elemento (tope inferior).
- Resistencia al deslizamiento del seguro.

Para la recolección de datos de cada uno de los ensayos anteriormente definidos se tomará la **Tabla 5** como referencia, posteriormente se realizará el análisis y su toma de datos.

Tabla 5

Tabla modelo de ensayo

Probeta	Valores de fuerza (N)	Observación	
		Equipo	Visual
-	-	-	-

Fuente: Propia

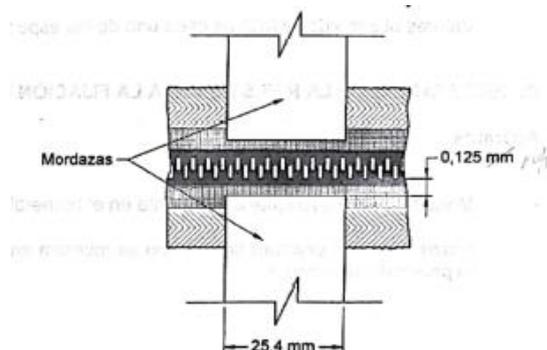
2.5 Procedimiento

Los ensayos de resistencia de cremalleras abarcan un proceso dinamométrico con la utilización del equipo Titán 5 de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte, los cuales se presentan a continuación:

a) Resistencia de la cadena a la carga lateral

Figura 10

Resistencia de la cadena a la carga lateral



Nota: En la figura muestra la colocación correcta de los elementos de cremallera previos a realizar la prueba de resistencia. *Fuente:* (ICONTEC, 2013b)

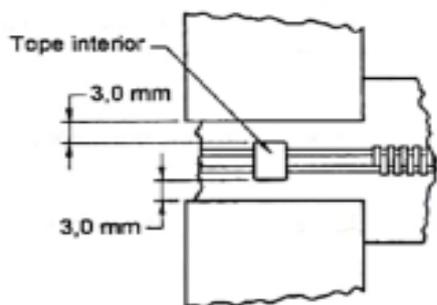
Proceso

- Acondicionamiento de cremalleras en laboratorio.
- Preparación de probetas.
- Cargar la cremallera al equipo.
- Asegurar los cierres de cremallera en las mordazas, de manera que estos queden paralelas a la cadena, a 3 mm de las patas de los dientes y extremos de mordazas delanteras deben tener una distancia de 10 mm con respecto al deslizador y a los elementos del extremo de la cadena que se encuentra ensamblada, ver (**Figura 10**).
- Puesta en marcha del equipo, donde la carga aplicada va en aumento hasta que los dientes vengan a desprenderse del cordón o hasta que la cinta se separe.
- Lectura de datos obtenidos.

b) Resistencia al desprendimiento del elemento (tope inferior).

Figura 11

Determinación de la resistencia del tope inferior



Nota: Colocación correcta de la cremallera previa al ensayo de resistencia del tope inferior a la carga lateral. *Fuente:* (ICONTEC, 2013b)

Proceso

- Acondicionamiento de cremalleras en laboratorio.
- Preparación de probetas.
- Cargar la cremallera al equipo.
- Observar que el tope inferior de cremallera este correctamente posicionada.
- Se asegura la cinta de cremallera entre las mordazas del equipo, con los bordes paralelos, deben estar a 3 milímetros de los lados del tope inferior que debe estar centrado en las mordazas de sujeción, ver (**Figura 11**).
- Accionamiento del equipo para aplicar carga hasta que los topes se rompan.
- Lectura de valores obtenidos en el ensayo.

c) Resistencia al deslizamiento del seguro.

Este ensayo corresponde en someter a ensayos de resistencia a uno de los elementos principales de la cremallera, tal como se muestra en la siguiente representación gráfica:

Figura 12

Determinación de la resistencia al deslizamiento del seguro



Nota: Colocación de la cremallera entre las mordazas del dinamómetro previo al ensayo de resistencia del deslizamiento del seguro. *Fuente:* (ICONTEC, 2013b)

Proceso

- Acondicionamiento de cremalleras en laboratorio.
- Preparación de probetas.
- Cargar la cremallera al equipo.
- Se coloca el deslizador en el centro de la cremallera, punto donde por lo general se detiene con su libre movimiento.
- Las tiras de cremallera se colocan en las mordazas del equipo a una distancia de 76 milímetros, tanto en la mordaza superior e inferior seguido se asegura y posiciona de forma correcta.
- El deslizador se coloca en la mitad de las mordazas ver (**Figura 12**).
- Se acciona el equipo, hasta que la carga que se aplica vaya incrementando y se rompa la cinta u ocurra otra falla y se visualice.
- Lectura de datos obtenidos en el ensayo.

2.6 Ensayos de laboratorio

2.6.1 Ensayos de resistencia de cremallera - Norma ASTM 2061-07 (10-1)

Los ensayos de resistencia realizados en el laboratorio UTN-CTEX tienen como objetivo garantizar las características de calidad, con los resultados que se obtienen de los distintos análisis realizados que se detallan a continuación;

a) Resistencia de la cadena a la carga lateral

Permite someter a prueba a dos partes de los elementos que conforman los cierres, donde su principal factor va a ser la rotura o desprendimiento de los dientes, cintas o tiras.

b) Resistencia al desprendimiento del elemento (tope inferior)

Una de las partes que componen la cremallera son los respectivos topes tanto inferior como superior, donde estos cumplen una función esencial de ubicar el inicio del recorrido de la cadena de cremallera.

c) Resistencia al deslizamiento del seguro

Resistencia realizada a los cierres, con el fin de obtener valores de fuerza que soporta la cadena previa a su desprendimiento de los elementos de engranaje o abertura del carro deslizador.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Resultados

En el presente capítulo se detallan los resultados que se obtuvieron en los análisis de resistencia realizados en el laboratorio de la Carrera de Textiles de la Universidad Técnica del Norte. Cada ensayo realizado y los datos obtenidos de las cremalleras son representados mediante una tabla de valoración resultante de las pruebas a la resistencia a la carga lateral, resistencia al desprendimiento del elemento o del seguro y resistencia al deslizamiento del seguro que corresponden a los tres puntos que especifica la norma.

3.1.1 Tablas de resultados de resistencia de la cadena a la carga lateral

En las siguientes tablas se representan los datos obtenidos en las pruebas de resistencia de los cierres de cremallera de los apartados 10.1, 10.2, 10.3 de la norma ASTM 2061-07. Los valores numéricos de resistencia se expresan en unidad de Newton (N), empleándose el número de probetas que corresponde.

Tabla 6

Datos de resistencia de la cadena a la carga lateral – Metálico N° 3

Probeta – CS3	Fuerza máxima (N)	Observaciones	
		Equipo	Visual
1	491,22	El componente se ha separado.	Separación de diente.
2	475,79	El componente se ha separado.	Separación de dientes.
Media	483,5		
Rango	15,43		
Límites de confianza	± 98,05		
Coeficiente de variación	2,26%		

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia a la carga lateral de la cremallera con diente metálico N° 5.

Tabla 7

Datos de resistencia de la cadena a la carga lateral – Metálico N° 5

Probeta	Fuerza máxima	Observaciones	
	(N)	Equipo	Visual
1	712,27	El componente se ha separado.	Rotura de diente.
2	717,73	El componente se ha separado.	Separación de componente.
Media	715		
Rango	5,47		
Límites de confianza	± 34,72		
Coeficiente de variación	0,54%		

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia a la carga lateral de la cremallera con diente sintético N° 3.

Tabla 8

Datos de resistencia de la cadena a la carga lateral – Sintético N° 3

Probeta	Fuerza	Observaciones	
	máxima (N)	Equipo	Visual
1	630,3	El componente se ha separado.	Abertura de cadena.
2	618,9	El tejido se ha desgarrado pero el corchete quedó intacto.	Rotura de reata.
Media	624,6		
Rango	11,4		
Límites de confianza	± 72,41		
Coeficiente de variación	1,29%		

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia a la carga lateral de la cremallera con diente sintético N° 5.

Tabla 9

Datos de resistencia de la cadena a la carga lateral – Sintético N° 5

Probeta	Fuerza	Observaciones	
	máxima (N)	Equipo	Visual
1	912,11	Se rompió la reata.	Abertura de cadena.
2	529,66	Se rompió la reata.	Rotura de reata inferior.
Media	720,88		
Rango	382,45		
Límites de confianza	± 2429,71		
Coeficiente de variación	37,51%		

3.1.2 Tablas de resultados de la resistencia del tope inferior

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia del tope inferior de la cremallera con diente metálico N° 3.

Tabla 10

Datos de resistencia del tope inferior – Metálico N° 3

Probeta	Fuerza máxima	Observaciones	
	(N)	Equipo	Visual
1	155,96	Falla del accesorio.	Desprendimiento y apertura del tope inferior.
2	145,85	Falla del accesorio.	Desprendimiento y apertura del tope inferior.
Media	150,9		
Rango	10,11		
Límites de confianza	± 64,23		
Coeficiente de variación	4,74%		

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia del tope inferior de la cremallera con diente metálico N° 5.

Tabla 11
Datos de resistencia del tope inferior – Metálico N° 5

Probeta	Fuerza máxima (N)	Observaciones	
		Equipo	Visual
1	235,98	El componente se ha separado.	Separación de dientes.
2	226,99	El componente se ha separado.	Separación de dientes.
Media	231,48		
Rango	8,99		
Límites de confianza	$\pm 57,09$		
Coefficiente de variación	2,75%		

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia del tope inferior de la cremallera con diente sintético N° 3.

Tabla 12
Datos de resistencia del tope inferior – Sintético N° 3

Probeta	Fuerza máxima (N)	Observaciones	
		Equipo	Visual
1	181,56	El componente se ha separado.	Abertura de cadena.
2	115,2	El componente se ha separado.	Abertura de cadena.
Media	148,38		
Rango	66,36		
Límites de confianza	$\pm 421,6$		
Coefficiente de variación	31,62%		

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia del tope inferior de la cremallera con diente sintético N° 5.

Tabla 13
Datos de resistencia del tope inferior – Sintético N° 5

Probeta	Fuerza máxima (N)	Observaciones	
		Equipo	Visual
1	167,28	El componente se ha separado.	Abertura de cadena.
2	112,25	Falla de un accesorio.	Separación de la cadena.
Media	139,77		
Rango	55,03		
Límites de confianza	±349,62		
Coeficiente de variación	27,84%		

3.1.3 Tablas de resistencia al deslizamiento del seguro

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia al deslizamiento del seguro de la cremallera con diente metálico N° 3.

Tabla 14
Datos de resistencia al deslizamiento del seguro - Metálico 3

Probeta	Fuerza máxima (N)	Observaciones	
		Equipo	Visual
1	87,75	Los componentes del corchete se han separado.	Desprendimiento de tres dientes superior.
2	85,35	Los componentes del corchete se han separado.	Abertura de carro deslizador.
3	85,3	Los componentes del corchete se han separado.	Desprendimiento de tres dientes superior.
4	89,24	No se separó el componente.	No se separó el componente.

Probeta	Fuerza máxima (N)	Observaciones	
		Equipo	Visual
5	102,38	Los componentes del corchete se han separado.	Desprendimiento de dientes inferiores.
Media	90		
Rango	17,08		
Límites de confianza	± 8,82		
Coeficiente de variación	7,91%		

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia al deslizamiento del seguro de la cremallera con diente metálico N° 5.

Tabla 15
Datos de resistencia al deslizamiento del seguro - Metálico 5

Probeta	Fuerza máxima (N)	Observaciones	
		Equipo	Visual
1	111,38	Los componentes del corchete se han separado.	Desprendimiento de dientes inferior.
2	113,64	Los componentes del corchete se han separado.	Desprendimiento de dientes superior.
3	101,7	Los componentes del corchete se han separado.	Desprendimiento de dientes inferior.
4	109,4	Los componentes del corchete se han separado.	Desprendimiento de dientes inferior.
5	97,18	Los componentes del corchete se han separado.	Desprendimiento de dientes superior.
Media	106,66		
Rango	16,46		
Límites de confianza	± 8,61		
Coeficiente de variación	6,51%		

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia al deslizamiento del seguro de la cremallera con diente sintético N° 3.

Tabla 16

Datos de resistencia al deslizamiento del seguro - Sintético 3

Probeta	Fuerza	Observaciones	
	máxima (N)	Equipo	Visual
1	35,97	Falla un accesorio.	Deslizamiento de seguro.
2	32,67	Falla un accesorio.	Falla de un diente.
3	33,5	Falla un accesorio.	Se zafa el seguro.
4	34,91	Falla un accesorio.	Se zafa el seguro.
5	37,38	Falla un accesorio.	Se zafa el seguro.
Media	34,89		
Rango	4,71		
Límites de confianza	± 2,34		
Coeficiente de variación	5,41%		

En la siguiente tabla se muestran los datos de resistencia al deslizamiento del seguro de la cremallera con diente sintético N° 5.

Tabla 17

Datos de resistencia al deslizamiento del seguro - Sintético 5

Probeta	Fuerza	Observaciones	
	máxima (N)	Equipo	Visual
1	77,95	Falla un accesorio.	Deslizamiento del accesorio.
2	77,79	Falla un accesorio.	Deslizamiento del accesorio.
3	69,65	Falla un accesorio.	Deslizamiento del accesorio.
4	69,94	Falla un accesorio.	Deslizamiento del accesorio.
5	72,81	Falla un accesorio.	Deslizamiento del accesorio.
Media	73,63		
Rango	8,3		
Límites de confianza	± 5,04		
Coeficiente de variación	5,52%		

3.2 Tabla general de resultados

En la **Tabla 18** se muestran los resultados consolidados que corresponden a los ensayos de resistencia realizados a cada uno de los elementos de las cremalleras, estos datos se obtuvieron con ayuda del equipo Dinamómetro Titán 5 de la Carrera de Textiles.

La interpretación de las siglas propuesta por el autor; corresponde a la siguiente nomenclatura:

RCL-CM3: Resistencia a la carga lateral – Cremallera metálica N° 3.

RCL-CM5: Resistencia a la carga lateral – Cremallera metálica N° 5.

RCL-CS3: Resistencia a la carga lateral – Cremallera sintético N° 3.

RCL-CS5: Resistencia a la carga lateral – Cremallera sintético N° 5.

RTI-CM3: Resistencia del tope inferior – Cremallera metálica N° 3.

RTI-CM5: Resistencia del tope inferior – Cremallera metálica N° 5.

RTI-CS3: Resistencia del tope inferior – Cremallera sintético N° 3.

RTI-CS5: Resistencia del tope inferior – Cremallera sintético N° 5.

RDS-CM3: Resistencia al deslizamiento del seguro – Cremallera metálica N° 3.

RDS-CM5: Resistencia al deslizamiento del seguro – Cremallera metálica N° 5.

RDS-CS3: Resistencia al deslizamiento del seguro – Cremallera sintético N° 3.

RDS-CS5: Resistencia al deslizamiento del seguro – Cremallera sintético N° 5.

Tabla 18
Resultados general de los ensayos de laboratorio

	RCL- CM3 (N)	RCL- CM5 (N)	RCL- CS3 (N)	RCL- CS5 (N)	RTI- CM3 (N)	RTI- CM5 (N)	RTI-CS3 (N)	RTI-CS5 (N)
1	491,22	712,27	630,3	912,11	155,96	235,98	181,56	167,28
2	475,79	717,73	618,9	529,66	145,85	226,99	115,2	112,25
Media	483,5	715	624,6	720,88	150,9	231,48	148,38	139,77

	RDS-CM3 (N)	RDS-CM5 (N)	RDS-CS3 (N)	RDS-CS5 (N)
1	87,75	111,38	35,95	77,95
2	85,35	113,64	32,67	77,79
3	85,3	101,7	33,5	69,65
4	89,24	109,4	34,91	69,94
5	102,38	97,18	37,38	72,81
Media	90	106,66	34,89	73,63

Fuente: Propia

Figura 13
Ensayos de laboratorio



3.3 Discusión de resultados

Los datos numéricos obtenidos, provienen de los resultados de ensayos de resistencia conforme lo especifica los apartados de la norma ASTM 2061-07 de calidad en cremalleras, apartados: 10.1 resistencia a la carga lateral, 10.2 resistencia del tope inferior y 10.3 resistencia al deslizamiento del seguro, mismos que se realizaron en las instalaciones de la Carrera en el laboratorio Textil. Posteriormente los datos fueron tabulados y analizados de forma analítica con ayuda del programa PAST – 4, Permitiendo una interpretación gráfica para la comparativa de resultados de acuerdo con la fuerza máxima de cada cremallera.

Finalmente, se realizó la prueba de normalidad y varianza de datos, con la finalidad de que los valores obtenidos tengan el grado de confiabilidad necesario para una investigación científica.

3.3.1 Normalidad de datos

El análisis de normalidad hace referencia a la confiabilidad de los datos en los diferentes ensayos de resistencia. La prueba de Shapiro-Wilk se emplea para comprobar la normalidad de la información numérica cuando el tamaño de la muestra es menor a 50, por otro lado, Jaquee Bera se basa en realizar la prueba de normalidad en una versión mejorada, donde afirma que los p valores no deben ser menores a 0,05 (Flores & Flores, 2021).

En la tabla presentada a continuación, se muestra la prueba de normalidad aplicada a los datos de la **Tabla 18**, que corresponden a la prueba de resistencia a la carga lateral y resistencia del tope inferior, donde se observa que los datos obtenidos en su mayoría son un valor significativo de $p > 0,05$; con ello, se puede afirmar que el estudio presenta una confiabilidad del 95%.

Tabla 19*Normalidad de datos - resistencia a la carga lateral y resistencia del tope inferior*

	RCL- CM3 (N)	RCL- CM5 (N)	RCL- CS3 (N)	RCL- CS5 (N)	RTI- CM3 (N)	RTI- CM5 (N)	RTI- CS3 (N)	RTI- CS5 (N)
N	2	2	2	2	2	2	2	2
Shapiro-Wilk W	1	1	1	1	1	1	1	1
Anderson-Darling A	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251
Liliefors L	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Jarque-Bera JB	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333

Tabla 20*Normalidad de datos - Resistencia al deslizamiento del seguro*

	RDS-CM3 (N)	RDS-CM5 (N)	RDS-CS3 (N)	RDS-CS5 (N)
N	5	5	5	5
Shapiro-Wilk W	0,746	0,913	0,977	0,831
Anderson-Darling A	0,66	0,293	0,161	0,426
Liliefors L	0,343	0,253	0,169	0,247
Jarque-Bera JB	1,412	0,583	0,376	0,666

3.3.2 *Análisis de varianza*

ANOVA es el análisis de varianza de un dato que se utiliza para comparar varios grupos que presentan una variable de origen cuantitativo, es decir que es una prueba general del contraste de igualdad de medias entre dos ejemplares independientes (Bakieva et al., 2015).

Tras haber tabulado los resultados en cada una de las pruebas como son: Resistencia a la carga lateral, resistencia del tope inferior y resistencia al deslizamiento del seguro provenientes de los ensayos aplicados a 36 muestras en total, estas se distribuyen dependiendo de la prueba a realizar (9 probetas de cada calibre de cremallera respectivamente), para hacer el análisis de la variación de datos se introdujo al software estadístico Past-4.

Tabla 21*Varianza de datos - resistencia a la carga lateral y resistencia del tope inferior*

	RCL- CM3 (N)	RCL- CM5 (N)	RCL- CS3 (N)	RCL- CS5 (N)	RTI- CM3 (N)	RTI- CM5 (N)	RTI-CS3 (N)	RTI-CS5 (N)
N	2	2	2	2	2	2	2	2
Min	475,79	712,27	618,9	529,66	145,85	226,99	115,2	112,25
Max	491,22	717,73	630,3	912,11	155,96	235,98	181,56	167,28
Sum	967,01	1430	1249,2	1441,77	301,81	462,97	296,76	279,53
Mean	483,505	715	624,6	720,885	150,905	231,485	148,38	139,765
Std. error	7,715	2,73	5,7	191,225	5,055	4,495	33,18	27,515
Variance	119,0425	14,9058	64,98	73134	51,10605	40,41005	2201,825	1514,15
Stand. dev	10,91066	3,860803	8,061017	270,433	7,14885	6,35689	46,92361	38,91209
Median	483,505	715	624,6	720,885	150,905	231,485	148,38	139,765
25 prentil	475,79	712,27	618,9	529,66	145,85	226,99	115,2	112,25
75 prentil	491,22	717,73	630,3	912,11	155,96	235,98	181,56	167,28
Skewness	0	0	0	0	0	0	0	0
Kurtosis	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75	-2,75
Geom. mean	483,4434	714,9948	624,574	695,0598	150,8203	231,4414	144,6227	137,0299
Coeff. var	2,256576	0,539973	1,290589	37,51403	4,737318	2,746135	31,62394	27,84108

Por medio de la **Tabla 21**, se dan a conocer los valores que se obtuvieron del análisis de varianza de los ensayos: resistencia a la carga lateral, donde se observó que existe un valor mayor ($CV=37,51$) de la probeta RCL-CS5, mismo que refleja la variación de uniformidad de las probetas analizadas, otorgándole mayor resistencia en este ensayo, por otro lado, en los ensayos de resistencia del tope inferior se visualizó un dato menor ($CV=31,62$) de la probeta RTI-CS3, mismo que refleja la variación en los datos de cremalleras analizadas, dándole mayor resistencia ante este ensayo.

Tabla 22*Varianza de datos - resistencia al deslizamiento del seguro*

	RDS-CM3 (N)	RDS-CS3 (N)	RDS-CM5 (N)	RDS-CS5 (N)
N	5	5	5	5
Min	85,3	32,67	97,18	69,65
Max	102,38	37,38	113,64	77,95
Sum	450,02	174,41	533,3	368,14

	RDS-CM3 (N)	RDS-CS3 (N)	RDS-CM5 (N)	RDS-CS5 (N)
Mean	90,004	34,882	106,66	73,628
Std. error	3,182899	0,8421484	3,106271	1,817923
Variance	50,65423	3,54607	48,2446	16,52422
Stand. dev	7,117179	1,883101	6,945833	4,064999
Median	87,75	34,91	109,4	72,81
25 prcnil	85,325	33,085	99,44	69,795
75 prcnil	95,81	36,665	112,51	77,87
Skewness	1,940261	0,2085971	-0,6319055	0,2429738
Kurtosis	3,908602	-1,257507	-1,765795	-3,033648
Geom. mean	89,79143	34,84146	106,4758	73,53863
Coeff. var	7,907625	5,39849	6,512126	5,520997

Por medio de la **Tabla 22**, se dan a conocer los valores que se obtuvieron del análisis de varianza del ensayo: resistencia al deslizamiento del seguro, donde se observó un dato mayor (CV=7,907) en la probeta RDS-CM3, a diferencia de las demás probetas que sus datos se mantienen en un rango no mayor a 2, lo que quiere decir que los datos se mantienen poca variación entre sí.

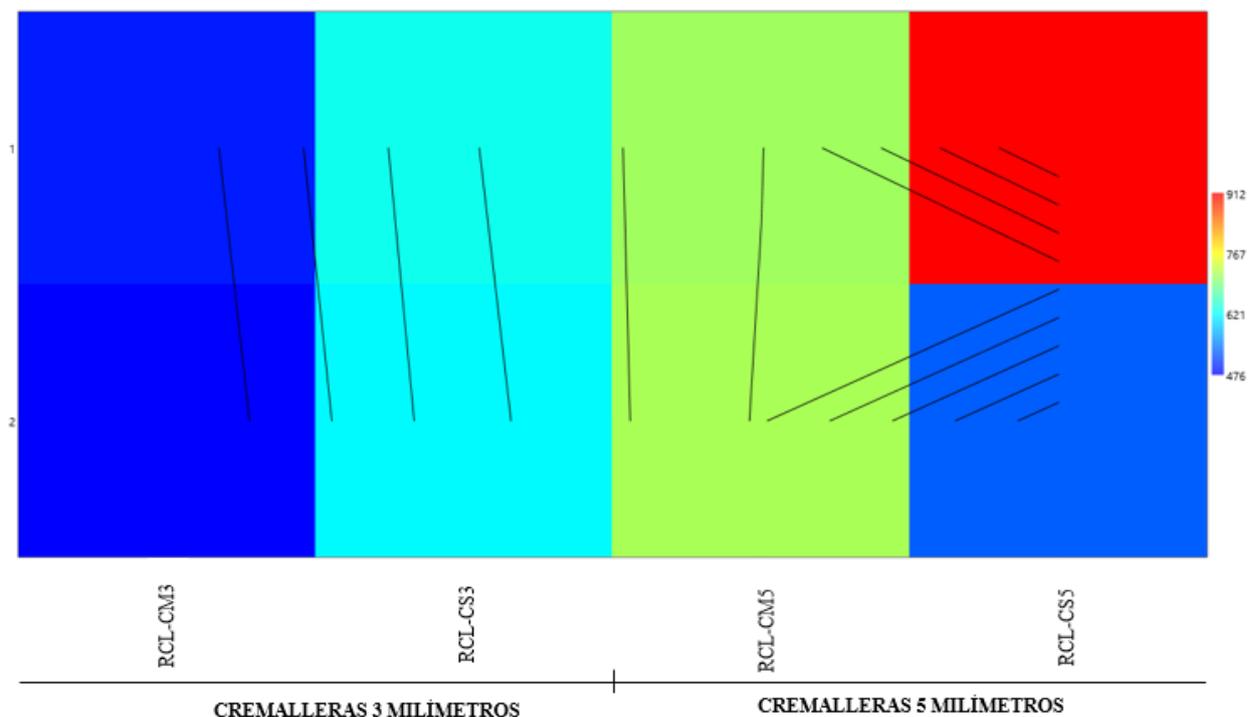
3.4 Representación gráfica de resultados

De acuerdo con los datos tabulados en la **Tabla 18**, se realiza la interpretación gráfica Matrix plot, mismo que representa los ensayos de resistencia de siglas RCL-CM, RCL-CS, RTI-CM Y RTI-CS realizados a los cierres de cremallera.

En la **Figura 14**, se dan a conocer los números representativos por medio de la gráfica estadística Matrix plot, donde en el primer extremo superior el color rojo que significa la mayor fuerza de carga que resiste la probeta y en el otro extremo inferior el color azul que indica la menor fuerza externa de carga resistida.

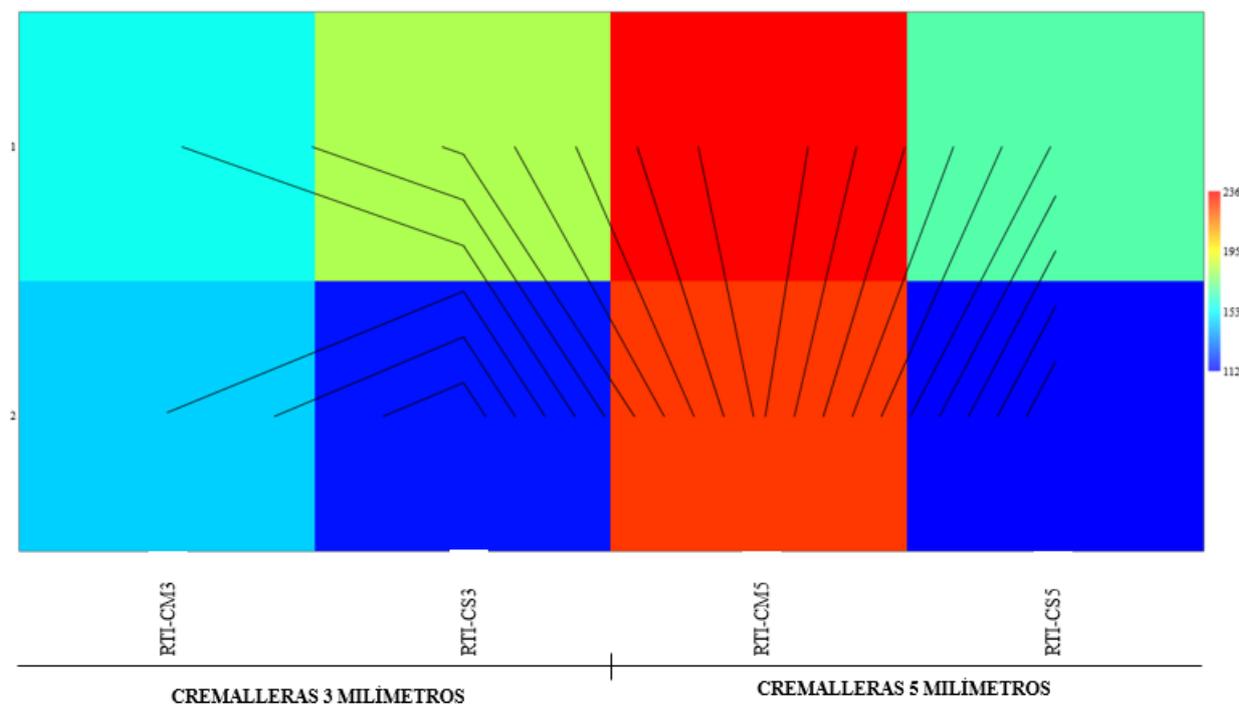
Figura 14

Ensayo de resistencia a la carga lateral - Matrix plot



De las muestras de cremalleras analizadas en la **Figura 14**, que corresponde a la resistencia de carga lateral de la probetas RCL-CM3 y RCL-CS3, existe una diferencia entre colores, debido a que la mayor fuerza de carga (630,30 N) que resistió en este caso fue la cremallera de material sintético con respecto al diente, en virtud a que el comportamiento ante el ensayo hizo que la fuerza desprendiera del tejido la cadena continua de dientes, a diferencia de la fuerza mínima (475,79 N) que resistió en este caso fue la cremallera de diente metálico, este presentó un comportamiento diferente a causa de que ubo apertura de la cadena de dientes haciendo que se desprenda uno solo diente de la cinta donde estaba sujeta. Por otro lado, las probetas RCL-CM5 y RCL-CS5 se obtuvo un resultado similar, donde la que mayor carga (912,11 N) resistió fue la cremallera de diente sintético, debido a que se visualiza la gama de color rojo y la variación en la gama de colores con respecto a la cremallera de diente metálico es muy notoria debido a que la carga soportada por está probeta fue mínima (475,79 N).

Figura 15
Resistencia del tope inferior -Matrix plot



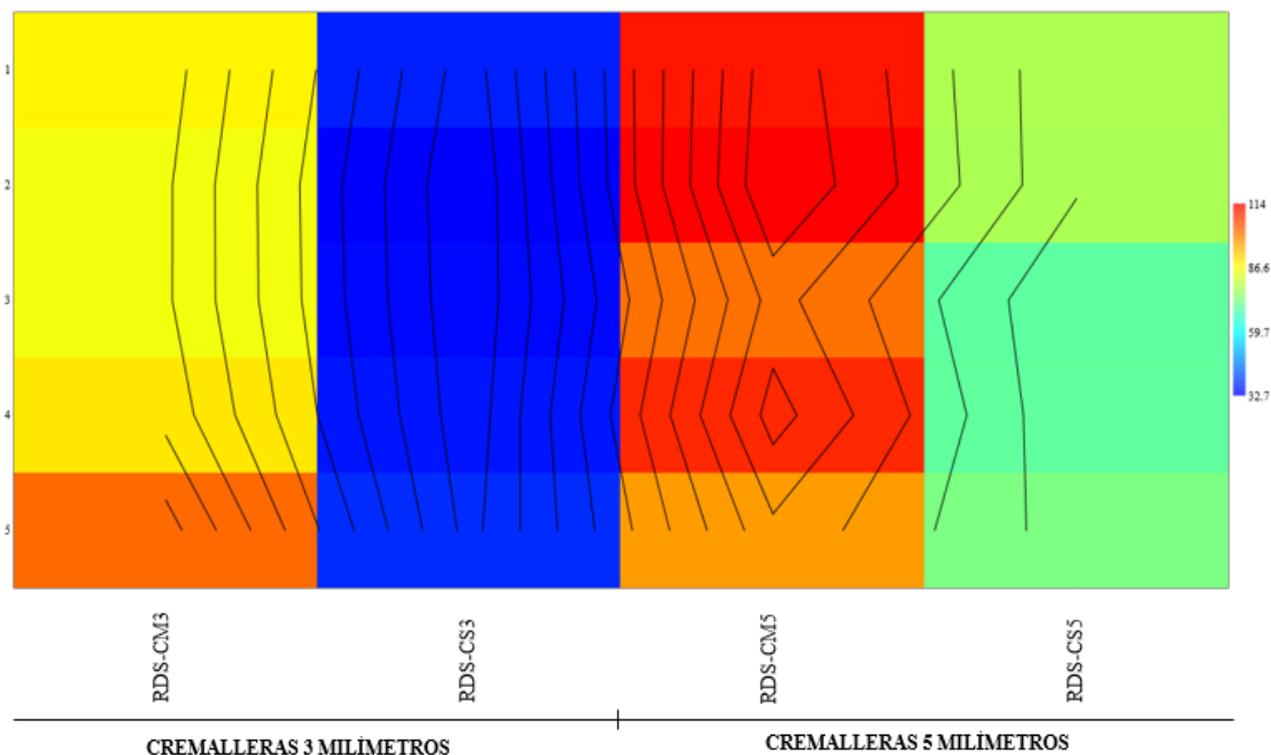
En la **Figura 15** se analiza que en las probetas RTI-CM3 y RTI-CS3 la que mayor carga resistió (181,56 N) es la de materia sintético representado por la gama de tono verde, a diferencia de las cremalleras de diente metálico que soportaron una carga mínima (145,85 N) representado por la gama de color celeste, lo que se deduce que la fuerza resistida entre las probetas puede variar esto en función del material y del calibre del diente.

Conforme a los datos de la **Tabla 18**, parte inferior que corresponde al ensayo de resistencia de las siglas RDS-CM y RDS CS que se realizaron a los cierres de cremallera.

En la figura que se presenta a continuación se da a conocer los números representativos por medio de la gráfica estadística Matrix plot, donde en el primer extremo superior el color rojo significa la mayor fuerza externa de carga que resiste la probeta y en el otro extremo el color azul que indica la menor fuerza externa de carga resistida.

Figura 16

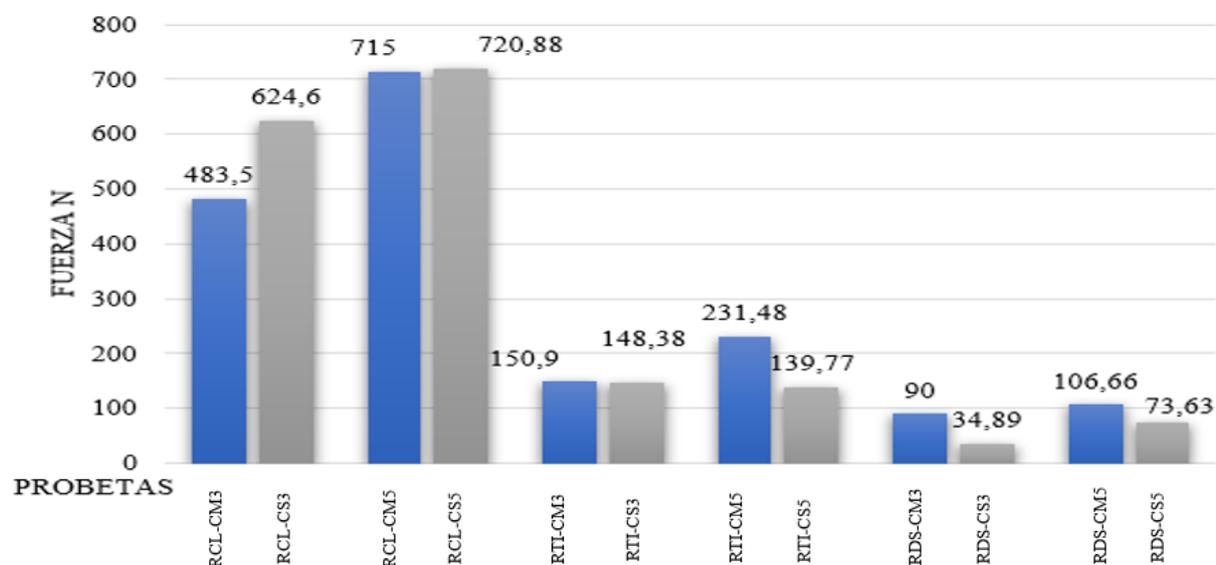
Ensayo de resistencia al deslizamiento del seguro - Matrix plot



Las muestras de cremalleras analizadas en la **Figura 16** se visualiza que existe una diferencia significativa entre la gama de colores, esto a razón de que las dos primeras probetas que corresponde a RDS-CM3 y RDS-CS3, donde la que resistió más carga (102,38 N) fue la cremallera de metálica, donde presentó la separación o desprendimiento de los elementos de engranaje (dientes) debido a la composición del material en sus dientes, razón por la que la gama de colores amarillas que se visualiza es diferente a la de cremallera sintética que presenta una gama de color azul que representa la carga mínima (32,67 N), esto se da en función del material y el calibre del diente. Por otro lado, las probetas RDS-CM5 y RDS-CS5 presento un comportamiento similar donde la que resistió mayor carga (111,38 N) fue la cremallera metálica, además se visualiza que sus datos no se mantienen estables a diferencia de las cremalleras sintéticas que la carga soportada fue menor y sus datos presentan una variación mínima.

Figura 17

Gráfico de barras general de resultados



En la **Figura 17** representa que en la prueba de resistencia a la carga lateral se observa el elemento que soportó mayor carga N fue la probeta RCL-CS3, esto se da en función de calibre de 3 milímetros a diferencia de las cremalleras RCL-CM5 y RCL-CS5, esto quiere decir que la fuerza N soportada son casi iguales con una variación de 5,88 N.

En la prueba de resistencia al tope inferior, se puede mirar que las probetas de 3 milímetros de material sintético y metálico presenta casi una misma fuerza soportada donde la variación es mínima de una de la otra, por otro lado, en las cremalleras de 5 milímetros se puede mirar que la probeta RTI-CM 5 soportó una mayor carga N en comparación de la probeta RTI-CS5, es decir que existe una diferencia significativa en la fuerza N soportada por la probeta antes mencionada.

Por otro lado, en la prueba de resistencia al deslizamiento del seguro se puede mirar que en las probetas de 3 y 5 milímetros las cremalleras de material metálico soportaron una mayor carga N, lo que se deduce que es el elemento que resiste más entre los dos calibres presentando una diferencia significativa de 33,03N en la fuerza soportada.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Tras el desarrollo de esta investigación, se formulan las siguientes conclusiones:

- Por medio del estudio en diferentes fuentes bibliográficas se logra identificar las partes que conforman una cremallera en sus diferentes presentaciones y calibres, mismos que son empleados comúnmente en el área mochilera nacional; además, se encontraron estudios previos muy limitados con información desactualizada; tomando en cuenta estos antecedentes, la realización de este estudio es valiosa, pues, se espera que sea un referente para futuras investigaciones y ensayos de calidad de zippers o cremalleras.
- Tras la ejecución de ensayos de resistencia de cremalleras sintéticas y metálicas, sus tres componentes (resistencia carga lateral, resistencia tope inferior, resistencia al deslizamiento del seguro), presentaron un variado comportamiento, resumiéndose a continuación:
 - a) **Resistencia a la carga lateral**, se visualizó en la mayor parte de los ensayos el desprendimiento de los elementos de engranaje (dientes y elementos de cadena continua) de la cinta o reata que se encontraban sujetadas, siendo la mayor carga soportada de 720,88N, que corresponde a la probeta RCL-CS5, es decir, cremallera de calibre 5 milímetros, diente sintético; no ocurre lo mismo con su similar de diente metálico pues los resultados son inferiores.
 - b) **Resistencia del tope inferior**, se pudo evidenciar que el elemento con mayor soporte a fuerzas corresponde a la probeta RTI-CM5 (cremallera metálica 5 milímetros) misma que logra alcanzar los 231,48N y, además, se nota el desprendimiento de los dientes de la reata a diferencia de zipper calibre 3 mm, en

donde la carga soportada en ambas probetas RTI-CM3 y RTI-CM3 tuvieron una variación mínima de 2,52N.

- c) **Resistencia al deslizamiento del seguro;** tras los ensayos dinamométricos se puede afirmar que el seguro es el elemento con mayor soporte a cargas tanto en las cremalleras de metálicas 3 y 5 milímetros, presentando 90N en la probeta RDS-CM3 y 106,66N en la probeta RDS-CM5; el resultado es opuesto en cremalleras sintéticas pues la carga soportada fue menor, esto indica que el seguro de la cremallera tiene una mayor resistencia en presentaciones de dientes metálicos.
- Se determinó que un estudio dinamométrico de cremalleras es indispensable al momento de realizar ensayos de resistencia estándar de los diferentes elementos que lo conforman, con el fin de garantizar la calidad y durabilidad. Los tres elementos analizados en la presente investigación se consideran como los más importantes en la resistencia y duración pues influyen directamente en la calidad global de una mochila, el uso de los elementos con valores inferiores a los resultados obtenidos en este estudio no garantizará la vida útil del producto y presentarán defectos de fabricación.
 - Al realizar la tabulación de datos obtenidos por medio del equipo Dinamómetro Titán 5 y tras hacer el análisis empleando métodos estadísticos, se concluye que las cremalleras pueden presentar diferente fuerza de resistencia en los diferentes elementos, en función del calibre. Además, la resistencia va a depender del tipo de material que compone la cinta en donde se sujetan los elementos de engranaje, el carro deslizador y los topes tanto inferior como superior.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda ampliar este estudio a una gama más amplia de calibres de dientes (sintéticos, metálicos y aleaciones especiales), para observar si los datos obtenidos en esta investigación pueden variar en función del calibre y del material de que esté realizado el diente, tomando como referencia los datos presentados en este análisis.
- Se debe realizar estudios de calidad a cremalleras con el fin de garantizar y prolongar la vida útil, ya que al ser un insumo textil que no solo se emplea en el área mochilera sino también a todos los diferentes artículos textiles mismos que deben certificar los estándares de calidad.
- Por medio del análisis de resultados, se recomienda verificar que el valor de P sea mayor al 0,05 con la ayuda de programas estadísticos con el fin de verificar que la distribución de los datos obtenidos sea normal de tal manera que se pueda afirmar la confiabilidad del 95% en los ensayos de resistencia.
- Se recomienda realizar este estudio en el equipo TF150 Zipper Reciprocating Tester, ya que es un equipo probador de cremalleras que permite determinar el movimiento alternativo de la cremallera (cierre deslizante).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, J. (2014). El Método de la Investigación. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 9(3), 195–204. [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)
- Bakieva, M., Gonzales Such, J., & Jornet, J. (2015). SPSS: ANOVA de un factor. *InnovaMIDE*, 1–7. https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0702b.pdf
- Boyero, M. P., Blanco, P. J. C., Blázquez, J. J. C., & Carrillo, G. D. (2022). Montar Una Mochila, Algo Tan Obvio Algo Tan Importante. 1.-Introducción. *Academia.Edu*. <http://www.academia.edu/download/32740337/montarunamochila.pdf>
- Comisión venezolana de normas industriales. (1974). *Comisión venezolana de normas industriales - covenin.pdf*. 19-Agosto-1976. <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/213-76.pdf>
- Corporation, R. (2022). *Catálogo General Rey. Zippers Rey*. https://connectamericas.com/sites/default/files/company_files/CATALOGO-GENERAL_REY.pdf
- CTEX. (2020). Breve Descripción De Los Equipos Disponibles En Los Laboratorios De La Carrera De Textiles. *Facultad de Ingeniería En Ciencias Aplicadas*, 9. <https://textiles.utn.edu.ec/wp-content/uploads/2020/11/3.-ANEXO-ESPECIFICACIONES-DE-LOS-EQUIPOS-DE-LABORATORIO.pdf>
- De Meulemeester, D., & Nicoloff, I. (1936). 6—A stress-extension recording dynamometer for textile fibres. *Journal of the Textile Institute Transactions*, 27(3), T84–T87. <https://doi.org/10.1080/19447023608661670>
- Flores, C., & Flores, K. (2021). Tests To Verify the Normality of Data in Production Processes : Anderson- Darling , Ryan-Joiner , Shapiro-Wilk and. *Societas Revistas*, 23(2), 83–97. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/341/3412237018/index.html>
- Gonzalez, K. (2007). *Estandarización del proceso de recepción de materia prima y caracterización de los defectos en la producción de la línea hiladilla en algodón de la empresa TEXTINTAS S.A.* 17–167. <https://dspace-uao.metacatalogo.com/bitstream/handle/10614/6977/T04902.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Google Maps. (2022). Ingeniería Textil UTN - Google Maps. *Google Maps*, 18–22. <https://www.google.com/maps/place/Ingenieria+Textil+UTN/@0.3793078,-78.1232902,17z/data=!4m5!3m4!1s0x8e2a3b4573ee6185:0xaccdd8e286efad45!8m2!3d0.3779989!4d-78.1233653>
- Gutiérrez, S. (2021). *Cremalleras | PDF*. <https://doi.org/es.scribd.com/document/500586861/Cremalleras>
- H Kara, O. A. M. A. (2014). Propuesta De Estudio De Factibilidad Para La Elaboración Y Comercialización De Bolsos, Carteras Y Monederos A Base De Cremalleras, En El Municipio De Facatativá. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 7(2), 107–115. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3351/Propuesta-De-Estudio-de-Factibilidad-Para-La-Elaboración-y-Comercialización-De.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Haleem, N. (2021). A computer vision based online quality control system for textile yarns.

- Computers in Industry*, 133, 103550. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103550>
- Heal, J. (2022). *Dinamómetro Titán*. 1–22. <https://www.jamesheal.com/instrument/titan>
- ICONTEC. (2003). *Normativas, Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación*. (ICOTEC (ed.); ICONTEC).
- ICONTEC. (2013a). *5 Confecciones – Cierres de cremallera. Ensayos de resistencia.pdf* (ICONTEC (ed.); ICONTEC). 1984.
- ICONTEC. (2013b). Zippers – definitions and classification. In I. C. de N. T. ICONTEC (Ed.), *Zippers – definitions and classification* (Tercera Ed, p. 11).
- Instituto Latinoamericano de Endeñanza y Aprendizaje. (2021). *¿ Qué son las técnicas de investigación y para qué sirven ?* 1–7. <https://ilet.mx/que-son-las-tecnicas-de-investigacion-y-para-que-sirven/>
- Kreband. (2020). *Partes de la cremallera – Kreband Zippers*. 22–23. <http://www.kreband.com/es/zippers-parts/>
- Lockuán, F. (2012). *La industria textil y su control de calidad*. <https://books.google.com.ec/books?id=nkJZ93e-9-wC&pg=PA131&dq=textile+dinamómetro&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjSy-TW95H5AhVmRDABHTzmCNsQ6AF6BAgBEAI#v=onepage&q=textile+dinamómetro&f=false>
- Marcelo Cevallos Vallejos, L. A. C. (2020). *Reglamento de investigación de la Universidad Técnica del Norte*. <https://legislacion.utn.edu.ec/wp-content/uploads/2021/09/Reglamento-de-investigacion.pdf>
- Marín, M. (2019). Investigación documental. *Estrategias de Investigación Social Cualitativa*, 135–171. <https://doi.org/10.2307/j.ctvdf06h7.9>
- Martínez, I., Reyes, D., & Rosero, F. (2011). La Constituyente. *Alteridad*, 2(2), 74. <https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04>
- Molina, J., Lujan, C., Sandoval, J., & Sandoval, V. (2017). Prototipo mecatrónico de Visión para la detección de defectos en cremalleras de poliéster. *Revista de Prototipos Tecnológicos*, 3(9), 42–55. www.ecorfan.org/spain
- Naranjo, A. (2019). *Método Deductivo e Inductivo*. <https://es.scribd.com/document/433673420/Metodo-Deductivo-e-Inductivo>
- Nkrumah y Pardie. (2014). *Analysis of the strength of zippers on the ghanaian. August*, 7–9. https://www.academia.edu/8488014/ANALYSIS_OF_THE_STRENGTH_OF_ZIPPERS_ON_THE_GHANAIAN_MARKET_Nkrumah_E1_and_Pardie_S_P2
- Olga Fuenmayor. (2019, March 27). *La cremallera, cómo comprobar su calidad - Seampedia*. Calidad de Cremallera . <https://seampedia.com/la-cremallera-como-comprobar-su-calidad/>
- Pin-Sung Ku, Jun Gong, Te-Yen Wu, Yixin Wei, Yiwen Tang, B. E. y X.-D. Y. (2020). El diseño e implementación de una cremallera interactiva. *Zippro*, 1(Zippro: El diseño e implementación de una cremallera interactiva), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3313831.3376756>
- Portillo, D. (2013). *Adaptaciones en prendas de vestir* (IC Editorial (ed.); 1ra Edició). ic

- Editorial.
<https://books.google.com.ec/books?id=RU4pEAAAQBAJ&pg=PT94&dq=cremalleras+cerradas&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjUoaj69Yj5AhVAmIQIHTeJBYQQ6AF6BAgGEAI#v=onepage&q=cremalleras+cerradas&f=false>
- Ramos-Galarza, C. (2021). Experimental investigation. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7.
<http://cienciamerica.com/index.php/uti/article/view/356>
- Rey. (2017). Catálogo General. *Catálogo General Rey*.
https://connectamericas.com/sites/default/files/company_files/CATALOGO-GENERAL_REY.pdf
- Sans. (2012). Métodos de investigación de enfoque experimental. *Metodología de La Investigación Educativa*, 167–193.
<http://www.postgradoune.edu.pe/documentos/Experimental.pdf>
- Silvia Barreto. (2022). *Diseño de Calzado Urbano*.
https://books.google.com.ec/books?id=ykG1RY3NeEkC&pg=PA141&dq=cintas+tejidas+de+cremallera&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiY-4SI04_5AhUFSjABHcHYB-4Q6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=cintas+tejidas+de+cremallera&f=false
- Tadao Yoshida - YKK. (2017). *Structure of a Zipper / YKK Fastening Products Group*. Structure of a Zipper.
https://doi.org/www.ykkfastening.com/products/zipper/s_zipper.html#S4
- TESTEX. (2022). *Probador de cremallera, Probador de movimiento alternativo de deslizamiento - Testex*. <https://www.testertextile.com/es/producto/probador-de-cremallera-tf150/>
- Torreilles, C. (2017). *Cremalleras Textiles - Datos*. Clip-Zip. <https://www.clip-zip.com/es/blog/-por-que-las-cremalleras-se-rompen-.html>
- Trelles Muñoz, María del Carmen, Idrovo Vintimilla, Tamara Estefanía, Pintado Vallejo, & Gabriela Estefanía. (2015). *Insumos textiles: potencialidades de usos tradicionales y alternativos* [Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5384>
- Vargas, M. (2015, August 11). *Historia Del Zipper | PDF | Unión | Nociones (Costura)*. <https://es.scribd.com/document/274128326/Historia-Del-Zipper>

ANEXOS

Anexo 1

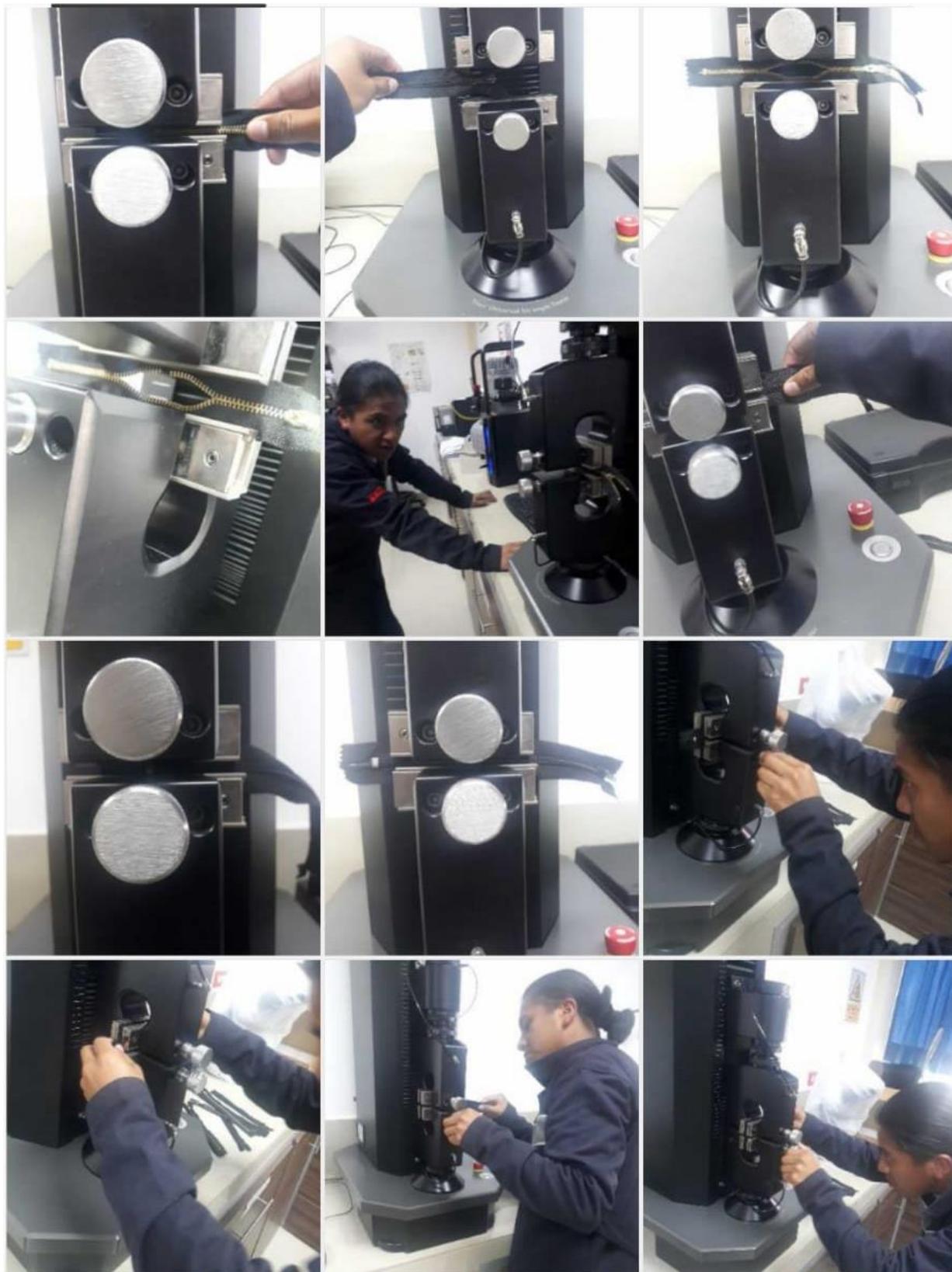
Ficha técnica de cremallera sintética N°3

FICHA TÉCNICA					
FECHA:	2 de mayo de 2017				
TIPO:	Cierre Cerrado de Poliester N°3 (CE3)				
MARCA:	Cierres Robot				
					
Cierre					
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CADENA					
Peso m lineal	10.20	Ancho	25.50		
Cadena (g):		Cadena (mm):			
Peso Cierre	3.25	Longitud de Cierre	18.00		
Terminado (g)		(cm)			
		Ancho	4.05		
		Dientes (mm):			
CINTA	URDIDO	TRAMA	OTROS (1)	OTROS (2)	OTROS (3)
Densidad	25 hilos/cm	14.5 pdas/cm			
Titulo Hilo	300 D/58	300 D/58			
Tipo de Hilo	Texturizado	Texturizado			
Composición Hilo	100 % Pes	100% Pes			
DIENTES					
MATERIAL	Diámetro	Cordon	Ancho	Alto	Densidad
Pes monofilamento	0.5 mm	20/20 S	4.05 mm	1.8 mm	9 (x2) dtes/cm
ESPECIFICACIONES DESLIZADOR					
Tipo de deslizador	Pin Lock N°3	Material	Fundicion Zamac	Color	Varios
Peso (g)	1.00	Uso	General	Topes	Aluminio
ESPECIFICACIONES TERMINALES					
Tipo	Tope Superior	Tipo	Tope inferior		
Material	Aluminio	Material	Aluminio		
OBSERVACIONES					

Anexo 2

Ficha técnica de cremallera sintética N° 5

FICHA TÉCNICA					
FECHA:	2 de mayo de 2017				
TIPO:	Cierre Desarmable de Poliester N°5 (DE5)				
MARCA:	Cierres Robot				
					
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CADENA					
Peso m lineal	17.00	Ancho	30.50	Ancho	5.95
Cadena (g):		Cadena (mm):		Dientes (mm):	
Peso Cierre		Longitud de Cierre	128.00		
Terminado (g)					
CINTA					
CINTA	URDIDO	TRAMA	OTROS (1)	OTROS (2)	OTROS (3)
Densidad	30 hilos/cm	14.5 pdas/cm			
Título Hilo	300 D/58	300 D/58			
Tipo de Hilo	Texturizado	Texturizado			
Composición Hilo	100 % Pes	100% Pes			
DIENTES					
MATERIAL	Diámetro	Cordon	Ancho	Alto	Densidad
Pes monofilamento	0.608 mm	20/20 s	5.95 mm	2.25 mm	4 (x2) dtes/cm
ESPECIFICACIONES DESLIZADOR					
Tipo de deslizador	Automatico	Material	Fundicion Zamac	Color	Varios
Peso (g)	3.30	Uso	General	Topes	Aluminio
ESPECIFICACIONES TERMINALES					
Tipo	Tope Superior	Tipo	Caja y Pin		
Material	Aluminio	Material	Zamac		
OBSERVACIONES					

Anexo 3*Ensayos de laboratorio*

Anexo 4

Ensayos de laboratorio



Anexo 5*Certificado de laboratorio - CTEX*

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



Ibarra, 05 de junio del 2023

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

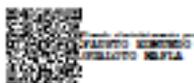
CERTIFICO

Que el señor PERUGACHI YASCUAL ALEXANDER DARÍO, portador de la cédula de ciudadanía N° 100459749-6, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado "IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DE CREMALLERAS SINTÉTICAS Y METÁLICAS CON NÚMERO DE DIENTES 3 y 5 MILÍMETROS, PARA USO EN MOCHILAS", el equipo utilizado en el laboratorio es:

- **DINAMÓMETRO TITAN 5 MODELO 1410** – Método de prueba estándar para pruebas de resistencia para cremalleras ASTM 2061-07 (10.1 – 10.2 – 10.3).

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

Atentamente:



ING. GUALOTO FAUSTO M.

RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX