



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍAS EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA TEXTIL**

TEMA:

**“ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE HILOS
RETORCIDOS 100% ALGODÓN EN RELACIÓN A SU TÍTULO,
TORSIONES Y DOBLADOS”**

AUTOR: QUITAMA PASTAZ ALEJANDRO BLADIMIR

DIRECTOR: MSc. DARWIN ESPARZA

IBARRA – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401783055		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Quitama Pastaz Alejandro Bladimir		
DIRECCIÓN:	Mira		
EMAIL:	quitamabladimir@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	06-2771-839	TELÉFONO MÓVIL:	0979606828

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Análisis de resistencia a la tracción de hilos retorcidos 100% algodón en relación a su título, torsiones y doblados”
AUTOR:	Quitama Pastaz Alejandro Bladimir
FECHA:	10/12/2020
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Textil
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Darwin Esparza

CONSTANCIAS

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

En la ciudad Ibarra, a los 05 días del mes de marzo de 2021

EL AUTOR:



.....
Quitama Pastaz Alejandro Bladimir

C.I. 0401783055



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En mi calidad de Director de Trabajo de Grado presentado por el egresado Alejandro Bladimir Quitama Pastaz para optar por el título de INGENIERÍA TEXTIL, cuyo tema es, "ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE HILOS RETORCIDOS 100% ALGODÓN EN RELACIÓN A SU TÍTULO, TORSIONES Y DOBLADOS" considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 02 de diciembre de 2020



Firmado digitalmente por:
**DARWIN JOSE
ESPARZA
ENCALADA**

Msc. Darwin Esparza
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Con mucho cariño, este trabajo lo dedico a todas aquellas personas que intervinieron para que ahora pueda contar con todos los conocimientos que se me impartieron en la Carrera de ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte,

A mi familia en general quien estuvo siempre dándome ánimo para seguir adelante, por más crítica que fuese la situación estuvieron ahí para darme su apoyo incondicional, en especial a mi mamá quién fue mi soporte esencial para poder alcanzar mis metas a lo largo de toda mi vida

Bladimir Quitama

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por darme vida y salud, así como a mi familia, debido a que, ellos son un eje fundamental en mi existir, para poder alcanzar mis objetivos de la mejor forma posible, por este hecho doy gracias a ellos también por darme su apoyo absoluto, por estar presente siempre en momentos de incertidumbre como también en instantes de sosiego brindándome seguridad en mí mismo y fuerzas cuando mi ánimo experimentaba sensaciones de abatimiento.

A mis profesores que de una u otra forma contribuyeron compartiéndome sus conocimientos dentro y fuera de las aulas de clase, en donde la actitud de formalismo alumno – profesor se disipaba siendo reemplazado por un aura de amistad y empatía.

Doy gracias también a mis amigos quienes estuvieron siempre dispuestos a ayudarme cuando lo necesité, para darme un consejo a veces rápido y efímero, pero de mucha utilidad, en otras ocasiones enérgico y alentador, que hicieron más gratas las experiencias vividas.

Bladimir Quitama

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	15
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Descripción del tema	15
1.2. Antecedentes	15
1.3. Importancia del estudio	17
1.4. Objetivos	17
1.4.1. Objetivo general	17
1.4.2. Objetivos específicos	17
1.5. Características del sitio del proyecto	18
CAPÍTULO II	19
2. ESTADO DEL ARTE	19
2.1 Estudios previos	19
2.1.1 Hilos retorcidos	19
2.1.2 Hilos retorcidos de algodón	20
2.1.3 Resistencia a la tracción	21
2.1.4 Longitud de la rotura	23
2.2. Marco Conceptual	24
2.2.1 Fibras de algodón	24
2.2.1.1 Principales propiedades físicas y químicas del algodón	25
2.2.1.1.1 Longitud	25
2.2.1.1.2 Grosor o diámetro	26
2.2.1.1.3 Color	26
2.2.1.1.4 Resistencia	26
2.2.1.1.5 Absorbencia y Retención de Humedad	27
2.2.2 Hilo	27
2.2.2.1 Características generales del hilo	27
2.2.2.1.1 Composición	27
2.2.2.1.2 Título	27
2.2.2.1.3 Resistencia	28
2.2.2.1.4 Estiramiento o elongación	28
2.2.2.1.5 Elasticidad	28

2.2.2.1.6 Regularidad.....	28
2.2.3 Resistencia a la tracción.....	29
2.2.4 Torsión.....	29
2.2.5 Retorsión.....	30
2.2.6 Doblados.....	31
2.2.7 Hilos retorcidos.....	31
CAPÍTULO III.....	33
3. METODOLOGÍA.....	33
3.1 Determinación de las muestras a evaluar	33
3.2 Elaboración de hilos retorcidos.....	33
3.2.1. Flujograma para la elaboración de los hilos retorcidos.....	34
3.3 Determinación de la resistencia a la tracción por testeo de los hilos retorcidos con el uso del dinamómetro.....	38
3.4 Evaluación de resultados	40
3.5 Aplicación de métodos técnicas estadísticas para la determinación de conclusiones de la investigación.....	41
3.5.1. Media aritmética o promedio.....	41
3.5.3. Coeficiente de variación.....	41
CAPÍTULO IV.....	43
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	43
4.1 Resultados	43
4.1.1. Datos de evaluación de torsiones de los hilos de un solo cabo.....	43
4.1.2 Datos de la resistencia a la tracción de los hilos de un solo cabo	50
4.1.3 Valores de torsiones y de resistencia a la tracción obtenidos en los hilos simples y retorcidos.....	58
4.1.3.1. Valores de torsiones de los hilos simples y retorcidos.....	58
4.1.3.2. Valores obtenidos de resistencia a la tracción de los hilos simples y retorcidos	59
4.1.4 Análisis de confiabilidad	60
4.2 Discusión o análisis de resultados	65
4.2.1 Análisis de resultados de los hilos de un doblado, título 16, 20 y 24 Ne.....	65
4.2.2 Análisis de resultados de los hilos de dos doblados, título 16/2, 20/2 y 24/2 Ne.....	66
4.2.3 Análisis de resultados de los hilos de cuatro doblados, título 16/4, 20/4 y 24/4 Ne.....	69

4.2.4 Análisis de resultados de los hilos de uno, dos y cuatro doblados, título 16, 20 y 24	
Ne.	72
CAPÍTULO V.	76
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	76
5.1 Conclusiones	76
5.2 Recomendaciones	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	79
ANEXOS.	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitudes de Fibras de Algodón	23
Tabla 2. Valores de longitud de rotura Km	24
Tabla 3. Longitud de fibras de algodón.....	25
Tabla 4. Grosor o diámetro de las fibras de algodón	26
Tabla 5. Valores coeficientes de torsión de los diferentes sistemas.....	30
Tabla 6. Descripción de los componentes de los códigos utilizados en un hilo retorcido	35
Tabla 7. Compendio de códigos de las muestras a evaluar	37
Tabla 8. Características de los dinamómetros	39
Tabla 9. Ficha técnica informativa de la evaluación de torsiones de los conos de hilo título 16 Ne	44
Tabla 10. Evaluación de torsiones de los conos de hilo título 16 Ne.....	45
Tabla 11. Ficha técnica informativa de la evaluación de torsiones de los conos de hilo título 20 Ne	46
Tabla 12. Evaluación de torsiones de los conos de hilo título 20 Ne.....	47
Tabla 13. Ficha técnica informativa de la evaluación de torsiones de los conos de hilo título 24 Ne	48
Tabla 14. Evaluación de torsiones de los conos de hilo título 24 Ne.....	49
Tabla 15. Datos estadísticos de ensayos de torsiones los conos de hilo títulos de hilo 16, 20 y 24 Ne	49
Tabla 16. Ficha técnica de datos informativos de la evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 16 Ne	51
Tabla 17. Evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 16 Ne.....	52
Tabla 18. Ficha técnica de datos informativos de la evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 20 Ne	53
Tabla 19. <i>Evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 20 Ne</i>	54
Tabla 20. Ficha técnica de datos informativos de la evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 24 Ne	55
Tabla 21. Evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 24 Ne.....	56
Tabla 22. Datos estadísticos de ensayos de resistencia a la tracción de acuerdo a la fuerza máxima soportada por hilos títulos 16, 20 y 24 Ne.....	57
Tabla 23. Cuadro de resumen de ensayos previos a la realización de los hilos retorcidos	57
Tabla 24. Recopilación de datos de torsiones de M1 a M21.....	59
Tabla 25. Recopilación de datos de resistencia a la tracción de M1 a M21.....	60
Tabla 26. Recopilación de resultados de los hilos de un doblado, título 16, 20 y 24 Ne.....	65
Tabla 27. Recopilación de resultados de los hilos de dos doblados, título 16/2, 20/2 y 24/2 Ne. .	67
Tabla 28. Recopilación de resultados de los hilos de cuatro doblados, título 16/4, 20/4 y 24/4 Ne.	70
Tabla 29 Evaluación de resistencia a la tracción por medio del C.V. en base a los doblados	74
Tabla 30- Evaluación de resistencia a la tracción por medio del C.V. en base a los doblados, títulos y torsiones	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma para la elaboración de hilos retorcidos y doblados. El autor.....	34
Figura 2. Flujograma para la fabricación de hilos retorcidos título 16.	35
Figura 3. Flujograma para la fabricación de hilos retorcidos título 20.	36
Figura 4. Flujograma para la fabricación de hilos retorcidos título 24.	36
Figura 5. Dinamómetro James Heal. Modelo: Titán 5.	40
Figura 6. Análisis de confiabilidad de resistencia a la tracción de M1 a M3.....	61
Figura 7. Análisis de confiabilidad de resistencia a la tracción de M4 a M12.....	62
Figura 8. Análisis de confiabilidad de resistencia a la tracción de M13 a M21.....	62
Figura 9. Análisis de confiabilidad de torsiones de M1 a M3.....	63
Figura 10. Análisis de confiabilidad de torsiones de M4 a M12.....	64
Figura 11. Análisis de confiabilidad de torsiones de M4 a M12.....	64
Figura 12. Análisis de resultados de los hilos de un doblado, título 16, 20 y 24 Ne.	66
Figura 13. Análisis de resultados según la media aritmética de los hilos de dos doblados, título 16, 20 y 24 Ne.	68
Figura 14. Análisis de resultados según el C.V. de los hilos de dos doblados, título 16, 20 y 24 Ne.	69
Figura 15. Análisis de resultados de los hilos de cuatro cabos, título 16, 20 y 24 Ne.	71
Figura 16. Análisis de resultados según el C.V. de los hilos de cuatro doblados, título 16, 20 y 24 Ne.	72
Figura 17. Media aritmética de los datos obtenidos de resistencia a la tracción (cN)	73
Figura 18. Evaluación de resistencia a la tracción por medio del C.V. en base a los doblados, títulos y torsiones	75

RESUMEN

En esta investigación se presenta el análisis de resistencia a la tracción de hilos de algodón 100% en relación con su título, torsiones y doblados, de este modo se determinará el grado de influencia de cada una de las variantes mencionadas anteriormente, todo esto avalado por ensayos de dinamometría y de torsiones practicados en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte

Para la determinación de las muestras a evaluar, las mismas que sirvieron como materia prima para la elaboración de los hilos retorcidos se hizo uso de tres títulos de hilos 100% algodón, siendo estos los títulos 16, 20 y 24 Ne, como punto de partida para el desarrollo práctico de la presente investigación

La elaboración de los hilos retorcidos se los realizó en la fábrica IMBATEX, en donde se cuenta con la maquinaria y recursos necesarios para llevar a cabo tales actividades, dividiendo el trabajo en dos etapas, la primera fue la elaboración de los hilos retorcidos de primer paso obteniendo hilos de dos cabos y la segunda fase fue la de la elaboración de los hilos retorcidos de segundo paso donde se consiguió conos de hilo con cuatro cabos

En lo que respecta a los ensayos de dinamometría se las realizó haciendo uso de la norma NTE INEN-ISO 2062:2009, tanto para los hilos de un solo cabo como para los hilos retorcidos, de la misma manera para realizar las pruebas de torsiones se aplicó lo dictado por la norma NTE INEN-ISO 2061:2015. De estos ensayos se obtuvieron valores numéricos que para el caso de resistencia a la tracción se expresaron en cN y para el de torciones en torsiones por metro.

Luego de haber tabulado los datos resultantes de los ensayos se hizo el análisis de confiabilidad de los datos obtenidos con ayuda del software past3, programa estadístico de uso científico estadístico, en donde se determinó que los resultados obtenidos son confiables entrando en el 95% de confiabilidad. Como recurso para la determinación del grado de influencia del título, torsiones o doblados, se aplicó el uso de la media aritmética, coeficiente de variación y los gráficos que se derivan de dicho análisis en conjugación con los datos tanto de resistencia a la tracción como de torsiones. Con lo que se concluyó que en parámetro de mayor influencia en cuanto a la resistencia a la tracción de los hilos 100% algodón son; el número de doblados, seguido por el título de los hilos y al final tenemos las torsiones aplicadas.

Palabras clave: hilo, hilo retorcido, hilo retorcido de algodón, torsión, título, doblados, y resistencia a la tracción.



Abstract

This research presents the analysis of the tensile strength of 100% cotton yarn concerning its title, twists, and folds, to determine the degree of influence of each of the variants mentioned above. All this is supported by dynamometric and twist tests carried in the laboratory of the Textile Engineering Career at Técnica del Norte University.

For the determination of the samples, which served as raw material for the development of the twisted threads, three titles of 100% cotton threads were used, being these the titles 16, 20, and 24 Ne, as the starting point for the practical development of this research.

The development of the twisted threads was carried out in IMBATEX, which has the necessary machinery and resources to carry out such activities. The work was divided into two stages the first one was the elaboration of the twisted threads of the first step obtaining threads of two ends and the second phase was the elaboration of the twisted threads of the second step where it was obtained cones of thread with four threads.

As regards dynamometry tests, they were performed using the NTE INEN-ISO 2062:2009 standard, both for single threads and for twisted threads. In the same way, NTE INEN-ISO 2061:2015 standards were applied to carry out torsion tests. Numerical values were derived from these tests, which in the case of tensile strength were expressed in cN and for the twist in twists per meter.

After having tabulated the data resulting from the trials, the reliability analysis of the data obtained was made with the help of past3 software, a statistical program of statistical scientific use, determining the results are reliable with a 95% reliability. To determine the rank of influence of the title, twists, or folds, it was applied the arithmetic mean, the variation coefficient, and the graphics from this analysis with the data both of resistance to traction and of torsions. In conclusion, the most influential parameter in terms of the tensile strength of 100% cotton yarns is the number of bends, followed by the title of the yarn, and finally, the applied torsions.

Keywords: yarn, twisted yarn, cotton twisted yarn, twists, title, folds, and tensile strength.



Reviewed by Víctor Raúl Rodríguez Viteri

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Descripción del tema.

El propósito del análisis de resistencia a la tracción de hilos de 100% algodón retorcidos es determinar el grado de influencia que tiene el título, torsiones y doblados, por lo que se pretende hacer dicho análisis utilizando el dinamómetro para evaluar diferentes muestras con títulos 16 Ne, 20 Ne y 24 Ne.

Los hilos retorcidos resultantes fueron elaborados en la fábrica IMBATEX, los cuales tuvieron el siguiente diseño; como base se tomaron las torsiones de los hilos de un solo cabo (16,20 y 24 Ne). Para efectos de explicación se tomará como modelo al título dieciséis número inglés (16 Ne), puesto que, el mismo proceso de retorsión se hicieron con los otros hilos correspondientes a los títulos veinte y veinticuatro. Para iniciar se dieron tres retorsiones iniciales con tres valores distintos de torsión, de cada retorsión se pasó a dar un doblado para cada retorsión dada anteriormente, obteniendo otros tres hilos retorcidos con distinta torsión

Una vez elaborados los hilos retorcidos se hicieron las pruebas torsiones mediante el uso del torsiómetro y de resistencia a la tracción utilizando el dinamómetro del laboratorio textil perteneciente a la Universidad Técnica del Norte. Las pruebas de resistencia a la tracción de los hilos 100% algodón y el análisis de las mismas, sirvieron de base para la fabricación de hilos de dicho material en lo que se refiere a la resistencia a la tracción, dando un estándar válido y confiable para los diferentes destinos que se le vaya a dar al textil, ya sea para utilizarlo en tejeduría o como hilo retorcido para cuerdas, es por eso que se determinó la característica con mayor dominio en relación a la resistencia a la tracción de los hilos retorcidos de algodón.

1.2. Antecedentes.

La resistencia a la tracción en los hilos es una característica que se debería manejar adecuadamente en el proceso de hilatura, por lo que de acuerdo a Lockuán (2012), la resistencia a la tracción de los hilos es una de las características que determina la calidad de un hilo; esta viene a ser la resistencia que opone un hilo a una fuerza aplicada a lo largo de su eje, se ha determinado que la rotura de los hilos se produce, en el caso de las fibras discontinuas, por el deslizamiento de

las fibras componentes, y en el caso de las fibras continuas, por rotura de las mismas. Determinar la resistencia a la tracción de los hilos es fundamental para precisar su calidad, en especial si el uso final está entorno a dicha característica, por esta razón en el proceso de hilatura se confiere resistencia a la tracción mediante algunas variables entre ellas están el título, torsiones y doblados que a través de procesos mecánicos se determinan sus valores de acuerdo con el destino final del hilo

“Si se trabaja con materiales de buena resistencia, el proceso de fabricación es eficiente, con mayor volumen de producción y menor número de paros, es decir, más rentable”. (Lockuán, 2012). Una de las ventajas de conocer el grado de influencia tanto del título, torsiones y doblados en la fabricación del hilo retorcido es que el proceso se tornará más eficiente, considerando que se disminuirán los paros por roturas de los hilos, contribuyendo a la calidad del hilo y del artículo para el cual se haya destinado dicho hilo.

“El término hilado retorcido, se emplea para designar a un hilo formado por dos o más hilos simples, que son retorcidos juntos en una sola operación. Con el retorcido se logra incrementar su resistencia a la tracción del hilado”. (Red Textil Argentina, 2012). Uno de los objetivos del proceso de retorcido es aumentar la resistencia a la tracción del hilo elaborado, es por esta razón que para la elaboración de sogas se hace uso de estos hilos, formando una cuerda que cumple con dicho objetivo del retorcido.

De acuerdo con (Stanke cuerdas, 2013), la cuerda de algodón está hecha de material vegetal, lo que la hace ecológica y biodegradable, la cuerda de algodón se caracteriza por su suavidad y flexibilidad, su estructura permite un atado de nudos sin problemas, sin embargo, el grado de elasticidad de la cuerda depende de su tamaño, cuanto más gruesa sea la cuerda, menos elasticidad tendrá. Los hilos retorcidos de algodón utilizados para cuerdas presentan una variedad de réditos para un sinnúmero de aplicaciones por presentar flexibilidad y fácil manejo, no obstante, el empleo de dicha cuerda definirá con mayor certeza el grado de su rigidez, del mismo modo las cuerdas hechas de hilos retorcidos de algodón muestran simpatía con el ambiente debido a que, no son contaminantes, es decir, son biodegradables en su totalidad.

1.3. Importancia del estudio.

Con el desarrollo de esta investigación se pretende dar como resultados el grado de influencia del título, torsiones y doblados de hilos de un solo cabo e hilos retorcidos 100% algodón de tres títulos diferentes, siendo esta una investigación que no se ha desarrollado anteriormente, por lo que servirá de referencia válida y confiable para la elaboración de hilos retorcidos, en donde la resistencia a la tracción sea el eje fundamental para el destino final o el uso de dichos hilos.

En cuanto a la fabricación de los hilos retorcidos es importante conocer el grado de influencia que tienen el título, torsiones y doblados del hilo referente a la resistencia a la tracción, puesto que, de este modo se mejorará las condiciones del proceso de la elaboración del hilo retorcido, además que se tendrá claro que modificaciones se deberá hacer para adquirir más o menos resistencia a la tracción.

En virtud de que el tema expuesto en esta investigación no se ha realizado con anterioridad y una vez obtenidos los resultados del análisis de resistencia a la tracción de los hilos retorcidos, esto cuenta como un aporte al sector textil, debido a que da parámetros de fabricación de dichos hilos, lo que conlleva al ahorro de recursos económicos y materiales.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general

Analizar la resistencia a la tracción de hilos retorcidos 100% algodón en relación al título, torsiones y doblados.

1.4.2. Objetivos específicos

- Recopilar toda la información bibliográfica disponible en el medio, indagando en bases de datos científicas o fuentes confiables de información referente a hilos retorcidos de algodón, título, torsiones, doblados y resistencia a la tracción para sustentar la validez del tópico expuesto.
- Obtener valores de resistencia a la tracción de las muestras de hilos retorcidos con títulos, torsiones y doblados diferentes, mediante un testeado de resistencia en el dinamómetro

- Analizar los datos obtenidos a través de técnicas estadísticas para determinar el grado de influencia que tiene el título del hilo, torsiones y doblados en los hilos retorcidos 100% algodón

1.5. Características del sitio del proyecto.

El diseño y elaboración de los hilos retorcidos se realizaron en la fábrica IMBATEX, ubicada en la ciudad de Ibarra, en donde se cuenta con los recursos, maquinaria y tecnología oportuna para la fabricación de dichos hilos para luego evaluar su resistencia a la tracción, estas pruebas se hicieron en los laboratorios de la Planta Textil perteneciente a la Universidad Técnica del Norte.

Los laboratorios cuentan con las condiciones necesarias para llevar a cabo pruebas de resistencia a la tracción y torsiones, las cuales son de interés para esta investigación, además de ser posible desarrollar pruebas y análisis de otras áreas pertenecientes al sector textil.

CAPÍTULO II.

2. ESTADO DEL ARTE.

2.1 Estudios previos.

A continuación, se hace mención a investigaciones relacionadas a; hilos retorcidos, hilos retorcidos de algodón, resistencia a la tracción y de longitud de la rotura donde se exponen datos relevantes sobre dichos tópicos expuestos.

2.1.1 Hilos retorcidos

Los hilos retorcidos se los obtiene al unir dos hilos simples, es decir de un solo cabo, al realizar esta operación se pueden presentar tres casos distintos como lo afirma Vasquez (s.f), estos casos son:

- Retorcer en sentido contrario dos hilos que presentan la misma torsión
- Retorcer en el mismo sentido dos hilos que presentan entre ellos la misma torsión
- Retorcer en el sentido de uno de los componentes dos hilos que presentan la torsión en distintos sentidos

En cada uno de los casos mencionados anteriormente se obtienen diferentes resultados en cuanto a las propiedades físicas del hilo resultante, entre ellas esta la flexibilidad, su resistencia a la tracción, su tacto y contextura. Todo esto además dependerá directamente de la naturaleza de los componentes del hilo.

Como un método práctico y rápido para identificar la cantidad de torsiones en un hilo retorcido con una apreciación cualitativa se lo hace fijándose en el grado de inclinación de las fibras con respecto al eje del hilo, esto lo detalla a continuación Pocoroba (2006) afirmando que la torsión en los hilados (y más claramente aún en los retorcidos) se aprecia a simple vista por la inclinación en forma de hélice de las fibras o de los hilos simples. Tanto más se dispongan transversalmente en relación con el eje del hilado, tanto mayor e intensa será la torsión. Se concluye que la intensidad de la torsión está valorada por el ángulo que forman las fibras con el eje del hilado.

En las distintas aplicaciones que se les puede dar a los hilos retorcidos tenemos las suturas para la curación de heridas, así como lo menciona Mamani (2011) Las suturas multifilamento son

construidas por varios filamentos torcidos o trenzados, proporcionando mayor fuerza de tensión y flexibilidad. Son más utilizadas en suturas intestinales. En el caso del uso de hilos retorcidos sea cual fuere su naturaleza son usados en suturas en donde la resistencia a la tracción del hilo debe ser considerablemente alta pero también que el material del que estén hechos los hilos vayan de acuerdo con la sutura practicada siendo así que para estas actividades se han destinado varias investigaciones en las cuales se las expone con amplitud.

Para la utilización de hilos retorcidos en prendas para vestir Pocaroba (2006) aconseja que sí se emplearan hilos retorcidos a dos cabos y sobre todo a tres cabos, las prendas ganarían en estabilidad, pero la necesidad en este caso es de emplear hilos muy finos para que en su doblado posterior no resulte un material excesivamente voluminoso y caro. Así como es importante las características técnicas del textil también lo son las características visuales que tiene, como es su caída, estabilidad dimensional y apariencia, siendo estas características fundamentales para el cambio comercial de dicha prenda

2.1.2 Hilos retorcidos de algodón

De acuerdo a Scoutsecuador (s,f) los hilos retorcidos y cuerdas hechas de algodón poseen mayor elasticidad, más maniobrabilidad y mayor resistencia en proporción al diámetro, son más livianas, aunque cuando se mojan absorben agua y se ponen tiesas aumentando su peso; existen con y sin alma de nylon, son de fibras discontinuas entre sí y tienen poca resistencia a la tensión.

Los hilos de algodón tienen múltiples características de diferente índole, como hilos retorcidos se le atribuyen unas similares. “Es un producto muy suave al tacto y de fácil manipulación que posee apenas elasticidad y tiene una gran capacidad de agarre” (cuerdasvalero, s.f.)

En la medicina, los hilos retorcidos de algodón toman protagonismo en la saturación de heridas siendo así que, “Este material es elaborado de la planta de algodón, caracterizado por ser muy resistente, fácil de esterilizar, barato y con menos reacción tisular que el catgut” (Mamani, 2011)

En el uso diario las telas que luego por medio de procesos textiles pasan a ser prendas de vestir deben ser las adecuadas para su uso, es por esto por lo que desde bebés se debe seleccionar meticulosamente la ropa para los recién nacidos, debido a que hay variedad de ella, una de estas son las prendas hechas de tocuyo como lo afirma Figueroa (s.f) el Tocuyo es una tela de algodón hecha con hilados toscos y retorcidos. Es cruda, de mayor cuerpo y peso que el lienzo. Es un poco

áspera. Los lavados repetidos la blanquean y le dan suavidad. Por su menor costo y mayor duración, aconsejamos su empleo para la confección de ropa interior de las clases asalariadas. Opal. Género delgado, de algodón, hecho con hilos finos. Se le emplea para ropa interior

Además del Tocuyo existen otras telas que se emplean para accesorios textiles e indumentaria para bebés como se mostrará a continuación. Según Figueroa (s.f) con hilos retorcidos se elaboran:

Popelina. - Tela delgada de hilados retorcidos de algodón mercerizado (con brillo) o seda natural o artificial (rayón). Suave al tacto. Se usa para ropa ulterior (camisas, blusas, etc.)

Franela. - Es una tela en la cual solo los hilos longitudinales son retorcidos, no así los transversales. Es igual al tocuyo, pero esta frisada, por un lado. Esto le da una especial suavidad. La superficie vellosa debe colocarse en contacto con la piel. Gracias a las vellosidades es posible la aireación y evaporación de la transpiración. Es abrigadora, pues la frisa aumenta la cantidad de aire aprisionado entre sus mallas. Se le emplea para ropa interior o exterior (p.400)

Como se expuso en los párrafos precedentes, con los hilos retorcidos de algodón se elaboran algunas telas que son de uso doméstico, médico y también de aplicaciones industriales, las cuales están sustentadas por análisis de las necesidades que se tiene en el medio, para esto se tuvo antes que estudiar las propiedades y características de los hilos retorcidos de algodón en donde se arrojó resultados óptimos para la elaboración de dichas telas, sin embargo, en la actualidad existe un sinnúmero de fibras que presentan características superiores a las del algodón, no obstante, la producción de las fibras que superan en características favorables para su uso al algodón en especial las sintéticas tienen un alto costo ambiental provocando así contrariedad a las normas ambientales dado que las fábricas textiles son uno de los agentes más contaminantes del planeta.

2.1.3 Resistencia a la tracción

La buena resistencia a la tracción en los hilos hace referencia a cuán bien fue elaborado dicho hilo considerando las distintas variables que existen en los procesos de hilatura, en especial si se trabaja con fibras discontinuas, por otra parte, si no se manejan adecuadamente los procedimientos para la fabricación del hilo surgirán problemas como lo menciona a continuación Vasquez (s.f). Uno de los problemas más graves de todos los causantes de baja productividad en la industria textil es los “paros de maquinaria” debido a roturas de hilos en cualquier parte del proceso, en un hilo fabricado a partir de fibras discontinuas, la rotura puede darse por deslizamiento de las fibras componentes, por roturas de las fibras mismas o una combinación de las 2 cosas.

Los elementos que condicionan el que un hilo sea más o menos resistente a la rotura pueden ser entre otros:

- La poca o excesiva intensidad de torsión.
- La mejor o peor regularidad del hilo (grueso o delgado en partes).
- El mayor o menor grosor del hilo (número en conjunto)
- La mayor o menor longitud de las fibras componentes (promedio)
- La mayor o menor agresividad física o química en algún proceso previo a la rotura.
- La mejor o peor condición ambiental (temperatura y humedad).

Otras variables que se pueden considerar al momento de la fabricación de hilos con respecto a la resistencia a la tracción y que el autor no menciona son el título y la naturaleza de dicho hilo siendo así que existen hilos simples, hilos retorcidos e hilos doblados y con relación al título existen números grosores de hilo que se fabrican actualmente en el sector textil para múltiples utilidades. Según Lockuán (2012) los factores que influyen directamente en la resistencia a la tracción de los hilos son los siguientes:

- Las características de las fibras
- La construcción del hilo
- Los procesos posteriores

Como lo afirma el autor en su obra la Industria textil y su control de calidad III, donde detalla los tópicos relacionados con la hilatura de hilos de fibra corta y larga, las características de las fibras, la construcción del hilo y los procesos posteriores son los factores que afectan directamente a la resistencia a la tracción de los hilos fabricados, estas variables abarcan mucho más campo que lo que menciona Vasquez (s.f), siendo así que, trata solamente de datos más específicos concernientes a la fabricación del hilo, como es la cantidad de torsiones, la regularidad del hilo entre otras, por otra parte, Lockuán (2012) acapara todos esos indicadores como la construcción del hilo, en donde se puede nombrar más parámetros a evaluar como es el título del hilo que se está fabricando, el sentido de torsión, la cantidad de torsiones dadas, la forma en que se han dado dichas torsiones y demás. De la misma forma podemos desplegar varios factores de las características de las fibras ya que, existen características físicas, químicas y mecánicas de ellas, al igual que se puede hablar ampliamente sobre los procesos posteriores a la obtención del hilo como tal.

2.1.4 Longitud de la rotura

Relacionado con la resistencia a la rotura de los hilos menciona Vásquez (s.f) que la longitud de la rotura sirve para percibir fácilmente el concepto de resistencia a la rotura de un hilo, es conveniente expresarlo en longitud de rotura. Es decir, una vez conocida la cantidad de fuerza en gramos que se necesita para romper un hilo, se calcula la longitud de ese mismo hilo necesaria para reunir la cantidad en gramos del valor de la rotura.

La longitud a la rotura se calcula por medio de la fórmula que vemos a continuación, con ello conoceremos la longitud del hilo que es necesaria para que dicho hilo se rompa por acción de su propio peso actuando en él la gravedad, esto dependerá directamente del título del hilo y su resistencia a la tracción determinada por ensayos de dinamometría

$$\text{Longitud de la rotura (Km)} = \frac{Nm * \text{resistencia media (gramos)}}{1000}$$

$$RM(g) = \frac{LR * 1000}{Nm}$$

En la práctica se han encontrado los siguientes valores de longitud de rotura.

Estos coeficientes deben considerarse orientativos y no deben considerarse indiscutibles.

Tabla 1.

Longitudes de Fibras de Algodón

Fibras	Longitudes
Fibra corta	menos de 28 mm
Fibra media	28 mm
Fibra Larga	35 a 38 mm

Fuente: Vasquez (s.f)

Tabla 2.
Valores de longitud de rotura Km

Fibra	Longitud de rotura
ALGODÓN FIBRA CORTA	8 a 11 Km.
ALGODÓN FIBRA MEDIA	10 a 14 Km
ALGODÓN FIBRA LARGA	13 a 16 Km

Fuente: Vasquez (s.f)

La tabla que se mostró anteriormente da a conocer las longitudes de rotura correspondientes a los hilos de urdimbre de las principales materias deducidas experimentalmente de una multitud de ensayos efectuados en la escuela industrial de Tarrassa y en el laboratorio de acondicionamiento Tarrasense (Daniel Blanxart).

Como se muestra en la Tabla 2.

Valores de longitud de rotura se ha evaluado las resistencias a la tracción y luego la longitud de rotura expresada en Km de los hilos elaborados con los tres tipos de fibras de algodón, longitud corta, longitud media y longitud larga, estas longitudes se exponen también en la Tabla 1.

Longitudes de Fibras de Algodón

2.2. Marco Conceptual.

Seguidamente se conceptualizará a las fibras de algodón y sus principales características, además de algunos términos relacionados con este trabajo de grado como los son; hilo, resistencia a la tracción, torsión, retorsión, doblados e hilos retorcidos.

2.2.1 Fibras de algodón.

“El algodón es una fibra textil de origen vegetal producida por una familia de plantas del género *Gossypium* y a la familia de las malváceas, conocidas como algodinales, algodinosos o plantas de algodón” (Máxima, 2020). Así como el algodón, existen varias fibras de origen vegetal, no obstante, esta fibra es una de las más utilizadas a nivel mundial debido a sus múltiples propiedades que proporcionan comodidad al hacer uso artículos fabricados con fibras de algodón.

De acuerdo a Sánchez (1975) indica que esta fibra tiene propiedades al lavado excelentes es muy resistente a las soluciones en caliente de los detergente de tipo alcalino además el algodón es

la fibra más utilizada por la humanidad, no por su abundancia sino por ser una fibra muy fuerte y tiene mucha durabilidad, el algodón produce tejidos atractivos por ello se puede afirmar que una tela de algodón tiene buena apariencia como ocurre con el lino, lana, seda, o rayón, a pesar de esto la naturaleza vigorosa del algodón es de una índole tal, que constituye un excelente material capaz de poder aplicársele y soportar el mayor número de acabados. Varios trabajos de investigación han demostrado que la fibra de algodón posee características idóneas para el proceso textil, consecuentemente a ello las prendas que se elaboran con esta fibra traen consigo una diversidad de beneficios haciendo que de este modo el textil sea apreciado por el consumidor.

También Carrera (2017) afirma que una las características y propiedades del algodón son su transpirabilidad; absorben el sudor y permiten a la piel respirar; la capacidad de absorción del algodón que puede absorber hasta 27 veces su peso en agua. El algodón tiene muy poca elasticidad y no suele ceder; más bien al contrario, tiene tendencia al encogimiento.

2.2.1.1 Principales propiedades físicas y químicas del algodón

En lo que se describe a continuación se mencionan las principales propiedades físicas y químicas del algodón tales como; longitud, diámetro, color, resistencia a la tracción, absorción y retención de humedad

2.2.1.1.1 Longitud

Lagada (1952) afirma que la longitud es la cualidad más apreciada de la fibra, pues de su mayor o menor longitud depende la calidad y el número del hilado a obtener. Esta dimensión varía entre 15 y 50 milímetros, siendo las desde luego las de mayor dimensión las más apreciadas, obteniéndose con ellas hilados de números elevados.

Se puede hacer la siguiente clasificación:

Tabla 3.
Longitud de fibras de algodón.

Fibra	Longitud
Corta	De 10 mm. A 24 mm.
Mediana	De 24 mm. A 28 mm.
Larga	De 28 mm. A 40 mm.

Extra larga mayores a 40 mm.

Fuente: Lagada (1952)

2.2.1.1.2 Grosor o diámetro

Lagada (1952) indica que el diámetro puede variar entre 0,0035 a 0,0253 milímetros. Dada pues su magnitud tan pequeña se hace necesario el empleo del microscopio para proceder a su medición.

Las fibras según su diámetro o grosor se pueden clasificar en:

Tabla 4.

Grosor o diámetro de las fibras de algodón

Fibras	Micrones
Finas	inferior de 20 micrones.
medianas	inferior de 20 a 23 micrones.
gruesas	inferior de 23 micrones en adelante

Fuente: Lagada (1952)

2.2.1.1.3 Color

Lagada (1952) afirma que el color tiene gran influencia en este factor, el clima y la forma de efectuar la recolección, así cuando ha sido hecha no habiendo llovido, las fibras tienen un color blanco crema brillante, en cambio en una planta que se ha dejado mucho tiempo, no se encuentra brillo y el blanco se oscurece, tomando un tono azulado. La helada produce la pérdida de la elasticidad y predomina una coloración amarillenta, cosa que hace disminuir el valor de las fibras afectadas. En el caso de efectuarse la recolección inmediatamente de una lluvia adquiere un color blanco azulado.

2.2.1.1.4 Resistencia a la tracción

De acuerdo con Lagada (1952) la resistencia a la tracción dependerá de la calidad de la fibra, de la longitud que se tome para hacer la experiencia, de su diámetro, de su grado de madurez, de su torsión, de la existencia de puntos débiles y de la humedad que contenga, siendo también muy de tener en cuenta la forma como se realiza la tracción, gradual o instantánea.

2.2.1.1.5 Absorbencia y Retención de Humedad

Peñañiel (2011) indica que debido a la gran cantidad de grupos oxidrilos, que atraen el agua, el algodón es una fibra absorbente, esto hace que sea confortable en climas cálidos. Su secado es lento debido a que la humedad absorbida debe ser evaporada de la fibra. Por tal razón, las fibras de algodón se tiñen fácilmente con colorantes acuosos. El porcentaje de retención de humedad esta entre 7 y 8% a temperatura y humedad estándar.

2.2.2 Hilo.

“Un hilo es una hebra larga y delgada elaborada con fibras de material textil. Un hilo está compuesto por 1, 2 o más cabos torcidos entre sí” (Duarte, 1983). En la industria textil se elaboran una infinidad de hilos que son usados para diferentes fines, ya sea para la fabricación de telas o para su uso como hilo simplemente, esto dependiendo el material de que esté fabricado dicho hilo y el fin mismo al que ya se ha destinado.

“Un hilo es una hebra larga y delgada de un material textil, que se obtiene a partir de fibras textiles de origen vegetal, animal, sintético o regenerado y se usa para coser o fabricar tejidos” EduRed (s,f). La mayoría de las fibras textiles naturales, salvo la seda, no exceden de algunos centímetros de longitud, por lo que es necesario el proceso de hilado. Los hilos son ampliamente empleados en la industria textil para coser, tejer, entre otras labores.

2.2.2.1 Características generales del hilo

De acuerdo a Alarcón, (2018) son características definitorias del hilo su composición, grosor, elasticidad, regularidad, resistencia a la tracción, las mismas que se han de expresar con fórmulas estándar, cuantificadas en unidades normalizadas internacionalmente y que son suficientes para que diferentes hilos tengan un nombre propio con el que se pueda definir y conocer.

2.2.2.1.1 Composición

“Se analiza mediante el microscopio o mediante reactivos específicos que detectan la presencia de componentes determinados” Alarcón, (2018)

2.2.2.1.2 Título

Como lo indica mundotextil, (2017) el título se refiere a la relación existente entre la longitud y el peso del hilado, los hilados no presentan un grosor constante en toda su extensión, por lo que

no puede tomarse solo este dato como unidad de medida. El grosor se ve afectado por la higroscopicidad, la cantidad de cabos, e incluso factores como el aplastamiento o estiramiento, y no por eso cambia su título.

El sistema de titulación de los hilados nos permite clasificar o medir los hilados. Se organizan en dos grandes grupos: Directos e Indirectos.

Los sistemas directos mantienen la longitud fija y varían el peso, en este grupo encontramos al sistema TEX, KTEX, DTEX y DENIER. Cuanto más elevado es el número, más grueso es el hilado o fibra, mientras que los sistemas indirectos mantienen el peso fijo y varían la longitud, representados por el Nm (Número métrico) y el Ne (Número Inglés) siendo estos los más empleados. Cuanto más elevado es el número, más fino es el hilado o fibra.

2.2.2.1.3 Resistencia a la tracción

Como lo afirma Alarcón, (2018) la medida de resistencia se expresa en el epígrafe longitud de rotura, que significa la longitud máxima que un hilo puede alcanzar para que, suspendido por uno de sus extremos, se rompa por su propio peso.

2.2.2.1.4 Estiramiento o elongación

Es la capacidad que un hilo tiene para sufrir un estiramiento sin romperse. Se da medido por un dinamómetro. Un factor importante es saber que una elongación menor del 5% confirma una mala calidad de la fibra. Una elongación aceptable es alrededor de 8% y muy buena alrededor de 12%

2.2.2.1.5 Elasticidad

Es la capacidad para resistir un estiramiento y recuperar su longitud primitiva una vez cesa el estiramiento.

2.2.2.1.6 Regularidad

Se llama regularidad a las variaciones de diámetro que experimenta un hilo a lo largo de su extensión, en donde podemos encontrar puntos finos, puntos gruesos o neps. Para expresar la regularidad en valores numéricos se hace uso del coeficiente de variación (CV) y del valor Uster (U) su medición se realiza mediante un equipo denominado regularímetro que por medio de sensores detecta la variación de masa del hilo evaluado.

2.2.3 Resistencia a la tracción.

Solé (2012) en su obra Hilatura de fibras cortas afirma que:

Se expresa la resistencia a la tracción de los hilos por la carga máxima que soportan antes de romperse. La carga de rotura también conocida como resistencia media R_m se obtiene mediante pruebas de resistencia en el dinamómetro. Para poder comparar y generalizar esta expresión, al igual que ocurre con el resto de los materiales (madera, metales, etc.), se referencia esta carga con respecto a la sección de estos. En el caso de los hilos la sección sería sustituida por su parámetro afín, la finura, es decir se relaciona la carga de rotura con respecto al título del hilo (TENACIDAD). (p.26)

La resistencia a la tracción es un parámetro que se evalúa en varios materiales, en el caso de los hilos se hace referencia a su título, siendo este la relación longitud – peso del material dispuesto al ensayo, en donde se aplica una fuerza constante para generar la rotura del hilo, de esta manera se obtiene un dato que referencia a la resistencia a la tracción en cN o de acuerdo con las unidades de medida con la que se haya normalizado el dinamómetro en uso.

2.2.4 Torsión.

Como una característica que se le da al hilo en su fabricación, la torsión según Solé (2012)

Es enrollar en hélice las fibras de las mechas o de los hilos, cuando nos referimos a hilatura de anillos las fibras se sitúan helicoidalmente alrededor del eje del hilo. La torsión da consistencia (o resistencia) al hilo al aumentar el roce entre las fibras, evitando su deslizamiento. (p.27)

El objetivo de dar torsiones a los hilos es aumentar su resistencia para que de esta manera soporten las tensiones que vendrán a continuación en procesos siguientes como es el caso de la tejeduría plana y su preparación, por esta razón un nivel adecuado de torsiones es fundamental para obtener hilos de buena resistencia a la tracción.

Otro factor relevante al dar torsiones a un hilo es su sentido de giro Lockuán (2012) afirma que hay dos sentidos de torsión Z (sentido horario) y S (sentido antihorario) los mismos que están ligados íntimamente con el sentido de giro del huso, del mismo modo se debe considerar la intensidad de torsión que se expresa como coeficiente de variación, en la industria se sabe que los hilados elaborados con fibras de diferentes longitudes alcanzan una resistencia máxima a diferentes coeficientes de torsión, de ahí viene la importancia de definir un coeficiente de torsión adecuado

para cada caso en particular sin embargo, se ha definido valores de coeficiente de torsión de los diferentes sistemas como se muestra a continuación:

Tabla 5.
Valores coeficientes de torsión de los diferentes sistemas

COEFICIENTE DE TORSION	Tipo de algodón (según su longitud)	Urdimbre	Trama	Género de punto
Alfa inglés	Corto	3,9 – 4,9	3,3 – 3,8	–
	Mediano	3,8 – 4,6	3,0 – 3,5	2,5 – 3,0
	Largo	3,3 – 3,6	2,5 – 3,0	2,1 – 2,6
Métrico	Corto	120 – 150	100 – 115	–
	Mediano	115 – 135	90 – 105	75 – 90
	Largo	100 – 115	75 – 90	65 – 80
Tex	Corto	3790 – 4740	3160 – 3630	–
	Mediano	3630 – 4270	2840 – 3320	2370 – 2840
	Largo	3160 – 3630	2370 – 2840	2050 – 2530

Fuente Lockuán (2012)

2.2.5 Retorsión.

Una vez que se ha obtenido el hilo, con el propósito de aumentar su resistencia a la tracción se procede hacer un proceso llamado retorcido entre dos o más hilos, Solé (2012) afirma que:

A estos dos o más hilos doblados se les da una torsión que en este caso se denomina retorsión. Cuando la operación consiste en unir por una nueva torsión hilos retorcidos, a dos o más cabos, recibe el nombre de cableado. El sentido de la retorsión se designa de la misma manera que el de la torsión, con las letras S y Z. La medida de la retorsión se realiza de la misma forma que la de la torsión. Sus unidades son las vueltas/metro (v/m). (p.27)

Una operación adicional luego de haber realizado los procesos correspondientes a la hilatura, es la de retorcer a los hilos fabricados anteriormente con el fin de darles mayor resistencia a la tracción tomando como referencia el propósito con que se vayan a usar los hilos, el material del que estén elaborados, la cantidad de torsiones iniciales y sentido de torsión que tengan los hilos individualmente, teniendo presente que a medida que aumenta su resistencia a la tracción, disminuye su flexibilidad.

2.2.6 Doblados.

Lockuán (2012) El doblaje presenta el efecto contrario al estiraje, dado que engrosa la masa de fibras, pero tiene doble finalidad sobre el material:

➤ Compensar irregularidades

Como normalmente las cintas son regulares, cuando se presenta una acentuada irregularidad en una, al doblar y estirar, la irregularidad queda muy disminuida.

➤ Evitar que disminuya el diámetro durante la paralelización

La paralelización de las fibras se efectúa mediante el estirado de la cinta, y en consecuencia se disminuye su sección, dificultando otra acción de paralelización de esta. Ello se soluciona doblando un número de cintas en cantidad aproximada al estirado, con lo que se complementan ambas operaciones (p. 19, 20)

Lo antes mencionado hace referencia a los doblados que se dan en el proceso de fabricación de los hilos en donde la masa de fibras no tiene una buena regularidad por lo que se unen dos o más cintas buscando una buena regularidad en todo el conjunto de fibras, de esta manera se consigue disminución de paros y el proceso de bobinado, en la sección de control de partes gruesas y delgadas del hilo será más eficiente, sin embargo luego de haber fabricado el hilo se suele hacer doblados, todo dependerá del uso final del hilo

CottonWorks, (s,f) afirma que todos los hilos son hilados como hilos sencillos o de un cabo, pero dependiendo de los usos finales, los hilos sencillos se pueden torcer juntos para producir un “hilo doblado o retorcido”. Los más comunes son los hilos de dos cabos, formados por la torsión de dos hilos sencillos. La torsión del retorcido va en dirección opuesta a la torsión de los hilos sencillos.

2.2.7 Hilos retorcidos.

Lockuán (2012) Raramente los hilos retorcidos se elaboran de los nuevos sistemas de hilatura (los procesos Repco Sirospun y Duospin son las excepciones), la mayoría de ellos están fabricados con hilados de continua de anillos de un cabo. El retorcido de los hilos suele ser un proceso sumamente costoso, y su producto es generalmente mucho más caro que los hilados sencillos; por lo tanto, el campo de aplicación de los hilos retorcidos ha disminuido en los últimos años. Hoy en

día, en la hilatura de fibras cortas, los hilados sencillos se utilizan cada vez más, aunque a menudo un hilo retorcido sería más adecuado para algunos procesos.

Un hilo retorcido viene dado por la unión de dos o más hilos de un solo cabo o hilos simples sea cual sea su naturaleza, en donde por medio del proceso de torsión se hace girar a dichos hilos en su propio eje y en un solo sentido de giro, pudiendo ser en sentido horario (Z) o antihorario (S)

CAPÍTULO III.

3. METODOLOGÍA.

La metodología que se utilizó para llevar a cabo esta investigación está determinada en cuatro fases consecutivas, la primera fase es la del planteamiento y planificación de la presente investigación, para luego seguir con la búsqueda de información bibliográfica física y digital con respecto al tema expuesto, siguiendo con la parte práctica que es la preparación y elaboración de los hilos retorcidos lo que concierne a; las pruebas de torsiones y de resistencia a la tracción a los hilos de título 16, 20, 24 Ne (dos conos por cada título) y propiamente dicho su fabricación, para que consecutivamente se realicen los ensayos de resistencia a la tracción y torsiones, siendo esta el culmen del desarrollo del tópico investigado, puesto que los datos adquiridos se los tabuló, analizó y formuló conclusiones a partir de los resultados hallados.

3.1 Determinación de las muestras a evaluar

En primera instancia se eligieron tres títulos diferentes, de hilo 100% algodón para elaborar los hilos retorcidos, estos títulos fueron 16, 20 y 24 Número Inglés, el proceso con que se realizaron dichos hilos fue hilatura Open end, cada título de hilo con torsiones diferentes como se muestra en el capítulo cuatro, en el apartado de resultados obtenidos del análisis de los hilos retorcidos

3.2 Elaboración de hilos retorcidos

Los hilos retorcidos resultantes fueron elaborados en la fábrica IMBATEX, los cuales tuvieron el siguiente diseño:

1. Se retorcieron dos cabos del mismo título, dándoles tres torsiones diferentes, obteniendo así hilos de dos doblados.
2. A los hilos obtenidos anteriormente se volvieron a retorcer correspondientemente a su título y torsión dada en el paso anterior obteniendo hilos de cuatro doblados.

Para ser más claro en cuanto a la explicación del proceso de fabricación de los hilos retorcidos y doblados a ser evaluados, a continuación, se mostrará una figura en donde se detalla su elaboración de forma explícita y concisa.

3.2.1. Flujograma para la elaboración de los hilos retorcidos

Como se había dicho anteriormente, el procedimiento de retorsión de los hilos se los hizo de la misma manera para los tres títulos, (16, 20, y 24 Ne) como se lo ve a continuación

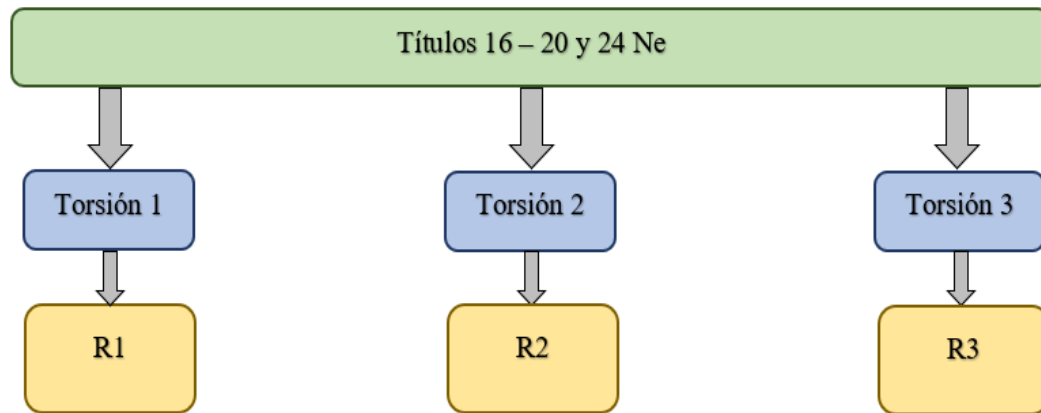


Figura 1. Flujograma para la elaboración de hilos retorcidos y doblados.

Fuente: El Autor

Para la identificación de cada uno de los hilos elaborados se ha diseñado un método de codificación el cual nos permite identificar el número de muestra, el título al que pertenece y si es un hilo retorcido por la unión de dos cabos o si corresponde a un hilo formado por dos hilos retorcidos, seguidamente se mostrará los códigos empleados según corresponda.

Para la identificación de cada hilo fabricado se manejó códigos distintos entre sí, pero que llevan también algo en común lo que se describe a continuación con nombre Tabla 6.

Descripción de los componentes de los códigos utilizados en un hilo retorcido.

En dicha tabla se muestra el significado de cada uno de los componentes de los códigos, para esto se tomará como ejemplo un código al azar, debido a que, las variables en ellos son consecutivas y fácil de comprender.

Tabla 6.
 Descripción de los componentes de los códigos utilizados en un hilo retorcido

Código	Componentes	Connotación
	M	Muestra
	4	Número de muestra
M4-RTx-16	RTx	Tipo de hilo (Retorcido o hilo compuesto por dos hilos retorcidos)
	16	Título del hilo, puede ser (16, 20 o 24) Ne.

Fuente: El Autor

El código expuesto en la Tabla 6 indica que; el número de muestra es cuatro (M4), que forma parte del grupo de hilos retorcidos por la unión de dos cabos simples con la codificación (RTx), puesto que, podría integrar al grupo de los hilos retorcidos constituidos por la unión de dos hilos retorcidos tomando la referencia de código 2RT y al final del código nos ejemplifica el número 16 indicándonos el título al que pertenece el hilo como tal. A continuación se dan a conocer los flujogramas para la elaboración de los hilos retorcidos con el código que se le asignó a cada uno de ellos.

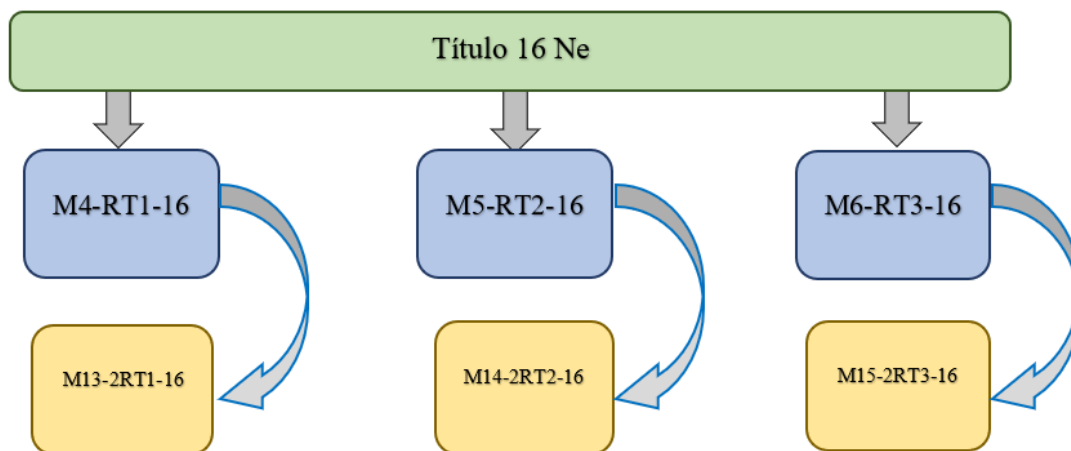


Figura 2. Flujograma para la fabricación de hilos retorcidos título 16.

Fuente: El Autor

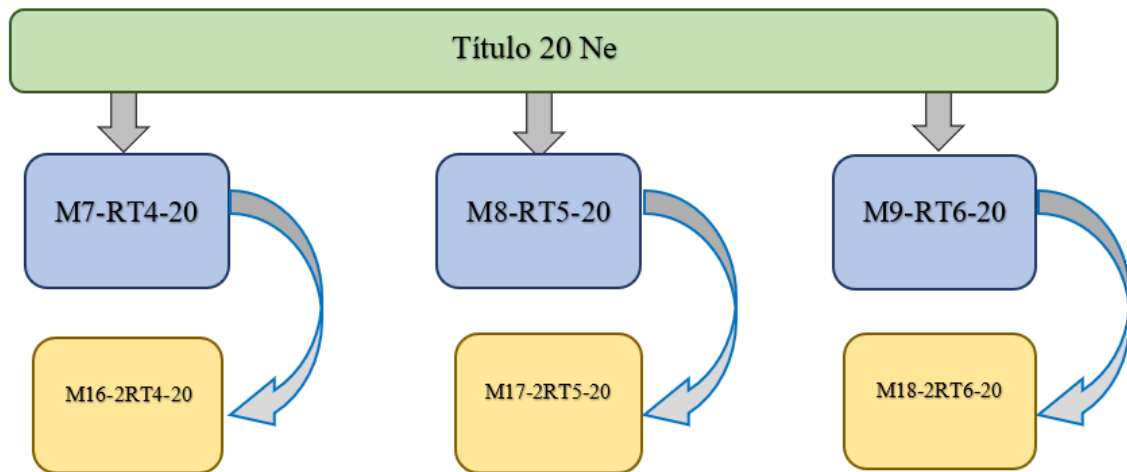


Figura 3. Flujograma para la fabricación de hilos retorcidos título 20.

Fuente: El Autor

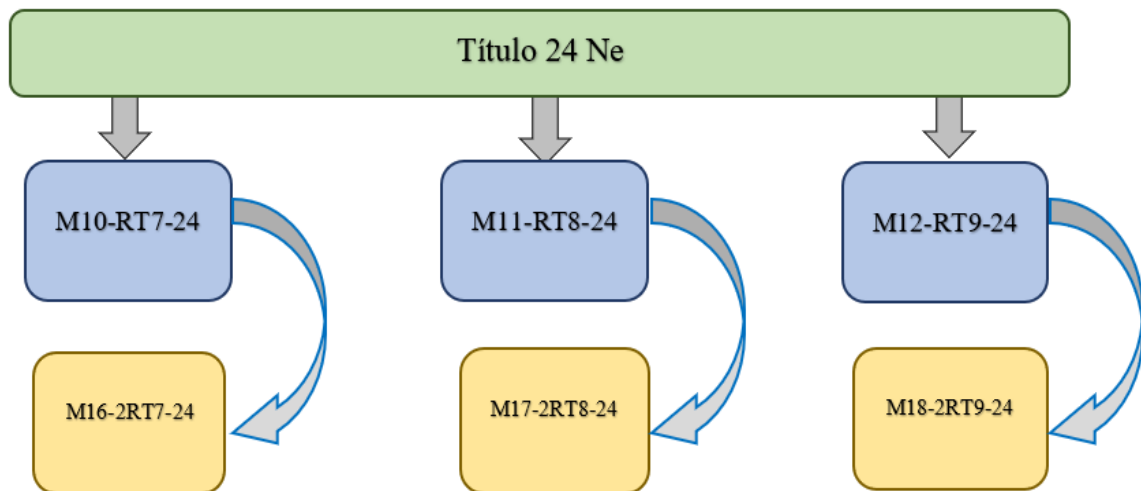


Figura 4. Flujograma para la fabricación de hilos retorcidos título 24.

Fuente: El Autor

Seguidamente se presenta la recopilación de códigos en una tabla donde se puede observar la cronología y sinergia de todos ellos, además de una breve descripción para una mejor comprensión de lo expuesto.

Tabla 7.
Compendio de códigos de las muestras a evaluar

Título 16 Ne					
M1-T16	Hilo de un solo cabo, título 16 Ne	M4-RT1-16	Hilo de dos cabos, título 16 Ne	M13-2RT1-16	Hilo de cuatro cabos, título 16 Ne
		M5-RT2-16	Hilo de dos cabos, título 16 Ne	M14- 2RT2-16	Hilo de cuatro cabos, título 16 Ne
		M6-RT3-16	Hilo de dos cabos, título 16 Ne	M15-2RT3-16	Hilo de cuatro cabos, título 16 Ne
Título 20 Ne					
M2-T20	Hilo de un solo cabo, título 20 Ne	M7-RT4-20	Hilo de dos cabos, título 20 Ne	M16-2RT4-20	Hilo de cuatro cabos, título 20 Ne
		M8-RT5-20	Hilo de dos cabos, título 20 Ne	M17-2RT5-20	Hilo de cuatro cabos, título 20 Ne
		M9-RT6-20	Hilo de dos cabos, título 20 Ne	M18-2RT6-20	Hilo de cuatro cabos, título 20 Ne
Título 24 Ne					
M3 – T24	Hilo de un solo cabo, título 24 Ne	M10-RT7-24	Hilo de dos cabos, título 24 Ne	M19-2RT7-24	Hilo de cuatro cabos, título 24 Ne
		M11-RT8-24	Hilo de dos cabos, título 24 Ne	M20-2RT8-24	Hilo de cuatro cabos, título 24 Ne
		M12-RT9-24	Hilo de dos cabos, título 24 Ne	M21-2RT9-24	Hilo de cuatro cabos, título 24 Ne

Fuente: El Autor

Lo presentado en la tabla anterior indica de manera ordenada como se establecieron los códigos que se manejaron en las muestras a evaluar, llevando en ellos un orden sistemático y consecutivo tanto en el número de muestras, el número de hilos retorcidos primarios y el número de hilos retorcidos obtenidos de la unión de dos hilos retorcidos anteriormente, también indica el título que corresponde a cada hilo

3.3 Determinación de la resistencia a la tracción por testeo de los hilos retorcidos con el uso del dinamómetro

Una vez elaborados los hilos retorcidos se hicieron las pruebas de torsiones mediante el uso del torsiómetro y de resistencia a la tracción utilizando el dinamómetro del laboratorio textil perteneciente a la Universidad Técnica del Norte.

El dinamómetro es una herramienta de laboratorio muy útil para realizar pruebas de resistencia a la tracción a hilos y demás material textil como son telas ya sean de tejido de punto o tejido plano, siendo así que Borrás (s.f) afirma que los hilos se les somete a una serie de análisis de tracción a una velocidad de elongación predeterminada por la norma en uso, donde se determina la carga de rotura y de alargamiento en la rotura de hilos individuales, en este caso la tenacidad a la rotura será la relación de la fuerza de rotura del hilo respecto a su masa lineal, se expresa en centinewton por tex (cN/tex).

Con respecto al dinamómetro y sus peculiaridades Lockuán (2012) en su obra La industria Textil y su control de calidad trata temas relacionados con procesos de la Hilandería mencionando que los dinamómetros tienen las siguientes características.

Tabla 8.
Características de los dinamómetros

Características de los Dinamómetros				
	Tipo		Capacidad	Calibración
CRE: Constant rate of extension, la variación del alargamiento del espécimen permanece constante.	CRL: Constant rate of loading, la variación de la carga aplicada al espécimen se mantiene constante.	CRT: Constant rate of traverse, la variación del desplazamiento de la mordaza móvil (inferior) se mantiene	Se entiende como el rango de medición, es decir, la diferencia entre el valor mayor y el menor que puede leer el equipo.	En un dinamómetro debe calibrarse la fuerza, el alargamiento y la velocidad de tracción con patrones por un laboratorio de calibración certificado para ello.

Fuente: Lockuán (2012)

Para realizar el procedimiento de resistencia a la tracción de los hilos retorcidos se hizo uso de la norma NTE INEN-ISO 2062:2009 con esto se asegura la fiabilidad de resultados expuestos en el capítulo IV de este trabajo de investigación. La norma ISO 2062: 2009 nos indica que se deben seguir el procedimiento establecido, como se describe a continuación:

1. Se deben acondicionar las muestras por 24 horas como mínimo, antes de hacer los análisis de resistencia a la tracción
2. La distancia de las mordazas debe ser de 250 mm, por lo que la longitud de las muestras de hilo debe ser mayores a esta longitud (300 mm) además la pretensión debe estar calibrada a 5 cN antes del ensayo
3. Para cada muestra se deben realizar 10 ensayos de dinamometría para luego tabular dichos valores en orden consecutivo y ordenado



*Figura 5. Dinamómetro James Heal. Modelo: Titán 5.
Fuente: El Autor*

3.4 Evaluación de resultados

Para la evaluación de los resultados de esta investigación se hace uso de herramientas estadísticas, con el fin de expresar el valor cuantitativo arrojado del grado de influencia de título, torsiones o doblados con respecto a los hilos retorcidos elaborados conexas a las pruebas de resistencia a la tracción, cumpliendo con el dictamen de la norma pertinente para dichos ensayos

Para la determinación de resultados y el grado de influencia del título de los hilos, torsiones o doblados se lo hizo según a la media aritmética presentada por los datos recopilados tanto de torsiones como de resistencia a la tracción. Esto se debe a que la media aritmética es una medida de tendencia central que nos refleja un valor o promedio de todas las muestras evaluadas, esto se lo relaciona también con el método que se hizo uso para la elaboración de los hilos retorcidos, en donde, para verificar el grado de influencia del título se cambió esta variable, teniendo fijos el número de cabos o doblados y a las torsiones, del mismo modo se hizo el mismo procedimiento para determinar el grado de influencia de los doblados y de las torsiones. Esto se lo explicará en el capítulo cuatro, en el apartado de discusión de resultados con acápites media aritmética

3.5 Aplicación de métodos técnicas estadísticas para la determinación de conclusiones de la investigación

Los métodos estadísticos, así como toda herramienta de descripción de resultado de datos, luego de haber realizado una investigación tienen características que los hacen diferenciar del resto, de esta manera, dichas características más relevantes de ellos son los siguientes según como lo expone Guerrero (2004)

- Los métodos estadísticos constituyen el único medio para manejar grandes masas de datos numéricos.
- Las técnicas estadísticas solo pueden aplicarse a datos que sean reducibles a una forma cuantitativa. Son objetivas, sin embargo, los resultados son afectados por la interpretación necesariamente subjetiva.

Entre los métodos estadísticos más conocidos para dar respuesta al objetivo de distintas investigaciones hallamos:

3.5.1. Media aritmética o promedio

Salazar (2018) afirma que, “la media aritmética es el valor que resulta de dividir la suma de todos los valores observados entre el número de datos considerados”. La media o promedio de los datos obtenidos clasificados según corresponda, título del hilo, torsiones que se han dado a los hilos retorcidos y los doblados realizados. Esta técnica estadística se usa para la evaluación de resultados puesto que, muestra un promedio de los datos obtenidos.

3.5.2. Desviación media

Conforme a Gorgas, Cardiel, & Jaime (2011)

“Se define como la media aritmética de las diferencias absolutas entre los valores de la variable y la media aritmética de la muestra” (p.30). Es decir, es la resta entre cada uno de los valores evaluados con respecto a la media aritmética de dichos valores en valor absoluto (desviaciones), una vez encontrado estos valores se procede a encontrar la media aritmética de las desviaciones y al conjunto de estas operaciones es lo que se conoce como desviación media.

3.5.3. Coeficiente de variación

Según Eumed (s,f) el coeficiente de variación es:

“El coeficiente de variación permite comparar la dispersión entre dos poblaciones distintas e incluso, comparar la variación producto de dos variables diferentes (que pueden provenir de una misma población)”. Dicho de otra manera, el coeficiente de variación nos permite evaluar que tan grande es la diferencia entre la desviación estándar y la media aritmética de un grupo de datos

CAPÍTULO IV.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En este capítulo se trata sobre los resultados y su análisis respectivo de torsiones de los hilos de un solo cabo, así como de su resistencia a la tracción, estos datos son necesarios como referentes para punto de partida para la elaboración de los hilos retorcidos, para luego tomar y analizar los datos obtenidos de resistencia a la tracción de los hilos antes mencionados.

Con la recopilación de todos los datos se elaboraron tablas y gráficos donde se aprecia más claramente los resultados de la investigación, además que se utilizaron métodos estadísticos como herramienta de apoyo para el análisis de los resultados.

4.1 Resultados

En este apartado se muestran los resultados de los ensayos de torsiones y de dinamometría de los hilos de un solo cabo de los hilos 100% algodón de los tres títulos (16, 20 y 24 Ne), los mismos que sirvieron como materia prima para la elaboración de los hilos retorcidos.

También se muestra la evaluación de resistencia a la tracción de los hilos retorcidos, parte del objeto del desarrollo de la indagación del tema propuesto, ya que, más adelante se muestra el grado de influencia del título, torsiones y doblados según los datos obtenidos de dicho análisis

4.1.1. Datos de evaluación de torsiones de los hilos de un solo cabo

En las tablas que se presentan a continuación se da a conocer los resultados de la evaluación de torsiones de los tres títulos de hilos que sirven como materiales para el desarrollo, búsqueda de datos y análisis de la información adquirida luego de tener claro el objetivo que persigue la investigación.

Las tablas de resultados de torsiones de los hilos de un solo cabo se presentan en el siguiente orden; en primer lugar, se expone la evaluación de torsiones del título 16 Ne, seguidamente se muestra los resultados de ensayos de torsiones del título 20 y 24 Ne.

En la siguiente tabla se puede apreciar los datos técnicos que se consideraron al momento de realizar el ensayo de torsiones a los dos conos de hilo de 100% algodón título 16 Ne, uno de ellos

y que tiene relevancia es la norma aplicada para el desarrollo de la evaluación, esta norma es la NTE INEN ISO 2061 – 2015

Tabla 9.

Ficha técnica informativa de la evaluación de torsiones de los conos de hilo título 16 Ne

FECHA DEL ENSAYO:		2020-08-27	
FECHA DE SOLICITUD DEL ENSAYO:		2020-08-25	
NÚMERO DE LA SOLICITUD:		MLAB-180 / Bladimir Quitama	
ENSAYO SOLICITADO:	Textiles - Determinación de torsiones en hilos - Método de conteo directo.		
NORMA A EMPLEAR:	NTE INEN-ISO 2061:2015		
MUESTRAS			
CÓDIGO NRO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
M1-T16	Hilo 16/1 algodón 100% - Open end		2 cono
RESULTADOS DEL ENSAYO			
TEMPERATURA INICIAL:	20° C	HUMEDAD RELATIVA INICIAL:	62% HR
TEMPERATURA FINAL:	22° C	HUMEDAD RELATIVA FINAL:	60% HR
FECHA Y HORA DE AMBIENTACIÓN	INICIO	25/08/2020	RECOMENDADO: 24 horas mínimo
	FIN	26/08/2020	
EQUIPO:			
- Torsiómetro electrónico BRANCA IDEALAIR Modelo 61S.			
ESPECIFICACIONES:			
- Separación ejes: 50 cm			
- Longitud hilo: 50 cm			
- Título hilo: 16/1 Ne			
- Material: Algodón			
- Numero de probetas: 20			
- Velocidad: 150 rpm			
- Dirección torsión: Z			

Fuente: El autor

En la tabla que se muestra a continuación la tabla 10 se indican los valores de los ensayos de torsiones de los dos conos de hilo título 16 Ne, además se expone los valores estadísticos como media aritmética, desviación estándar y coeficiente de variación de los datos obtenidos

Tabla 10.
Evaluación de torsiones de los conos de hilo título 16 Ne

RESULTADOS OBTENIDOS				
Muestra: M1-T16				
Nro.	LARGO PROBETA	SEPARACIÓN DE EJES	PRE-TENSIÓN	TORSIONES/METRO
	(mm)	(mm)	(g)	(t/m)
1	500	500	5	453,2
2	500	500	5	452,1
3	500	500	5	503,8
4	500	500	5	431,8
5	500	500	5	441,4
6	500	500	5	440,2
7	500	500	5	435,6
8	500	500	5	426,7
9	500	500	5	482,1
10	500	500	5	473,4
11	500	500	5	453,2
12	500	500	5	403,9
13	500	500	5	463,6
14	500	500	5	400,7
15	500	500	5	492,6
16	500	500	5	464,5
17	500	500	5	444,2
18	500	500	5	474,5
19	500	500	5	427,8
20	500	500	5	456,7
Media aritmética				451,10
Desviación estándar				26,82
Coefficiente de variación				5,94

Fuente: El autor

En la tabla 11 se indica la información técnica de la evaluación de torsiones de los dos conos de hilo título 20 Ne, de la misma manera que se mostró en la tabla 9, colocando los mismos datos informativos.

Tabla 11.

Ficha técnica informativa de la evaluación de torsiones de los conos de hilo título 20 Ne

FECHA DEL ENSAYO:		2020-08-27	
FECHA DE SOLICITUD DEL ENSAYO:		2020-08-25	
NÚMERO DE LA SOLICITUD:		MLAB-180 / Bladimir Quitama	
ENSAYO SOLICITADO:	Textiles - Determinación de torsiones en hilos - Método de conteo directo.		
NORMA A EMPLEAR:	NTE INEN-ISO 2061:2015		
MUESTRAS			
CÓDIGO NRO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
M2-T20	Hilo 20/1 algodón 100% Open end		2 cono
RESULTADOS DEL ENSAYO			
TEMPERATURA INICIAL:	20° C	HUMEDAD RELATIVA INICIAL:	62% HR
TEMPERATURA FINAL:	22° C	HUMEDAD RELATIVA FINAL:	60% HR
FECHA Y HORA DE AMBIENTACIÓN	INICIO	25/08/2020	RECOMENDADO: 24 horas mínimo
	FIN	26/08/2020	
<p>EQUIPO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Torsiómetro electrónico BRANCA IDEALAIR Modelo 61S. <p>ESPECIFICACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Separación ejes: 50 cm - Longitud hilo: 50 cm - Título hilo: 20/1 Ne - Material: Algodón - Numero de probetas: 20 - Velocidad: 150 rpm - Dirección torsión: Z 			

Fuente: El autor

En la siguiente tabla (Tabla 12) se enseñan los valores obtenidos de la evaluación de torsiones de los dos conos de hilo 100% algodón, título 20 Ne.

Tabla 12.
Evaluación de torsiones de los conos de hilo título 20 Ne

RESULTADOS OBTENIDOS				
Muestra: M2-T20				
Nro.	LARGO PROBETA	SEPARACIÓN DE EJES	PRE-TENSIÓN	TORSIONES/METRO
	(mm)	(mm)	(g)	(t/m)
1	500	500	5	528,4
2	500	500	5	518,5
3	500	500	5	563,6
4	500	500	5	475,7
5	500	500	5	492,5
6	500	500	5	570,7
7	500	500	5	581,3
8	500	500	5	599,2
9	500	500	5	474,5
10	500	500	5	473,7
11	500	500	5	553,2
12	500	500	5	581,6
13	500	500	5	562,7
14	500	500	5	560,2
15	500	500	5	581,6
16	500	500	5	554,6
17	500	500	5	574,8
18	500	500	5	526,1
19	500	500	5	491,2
20	500	500	5	577,4
		Media aritmética		542,08
		Desviación estándar		41,20
		Coefficiente de variación		7,60

Fuente: El autor

En la tabla 13 se evidencia los datos técnicos tomados en el instante que se realizaron las pruebas de torsiones del hilo 100% algodón, título 24 Ne

Tabla 13.

Ficha técnica informativa de la evaluación de torsiones de los conos de hilo título 24 Ne

FECHA DEL ENSAYO:		2020-08-27	
FECHA DE SOLICITUD DEL ENSAYO:		2020-08-25	
NÚMERO DE LA SOLICITUD:		MLAB-180 / Bladimir Quitama	
ENSAYO SOLICITADO:	Textiles - Determinación de torsiones en hilos - Método de conteo directo.		
NORMA A EMPLEAR:	NTE INEN-ISO 2061:2015		
MUESTRAS			
CÓDIGO NRO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
M3 – T24	Hilo 24/1 algodón 100% - Open end		2 cono
RESULTADOS DEL ENSAYO			
TEMPERATURA INICIAL:	20° C	HUMEDAD RELATIVA INICIAL:	62% HR
TEMPERATURA FINAL:	22° C	HUMEDAD RELATIVA FINAL:	60% HR
FECHA Y HORA DE AMBIENTACIÓN	INICIO	25/08/2020	RECOMENDADO: 24 horas mínimo
	FIN	26/08/2020	
<p>EQUIPO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Torsiometro electrónico BRANCA IDEALAIR Modelo 61S. <p>ESPECIFICACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Separación ejes: 50cm - Longitud hilo: 50 cm - Título hilo: 24/1 Ne - Material: Algodón - Numero de probetas: 20 - Velocidad: 150 rpm - Dirección torsión: Z 			

Fuente: El autor

En la siguiente tabla (tabla 14) se enseñan los valores obtenidos de la evaluación de torsiones de los dos conos de hilo 100% algodón, título 24 Ne.

Tabla 14.
Evaluación de torsiones de los conos de hilo título 24 Ne

RESULTADOS OBTENIDOS				
Maestra: M3 – T24				
Nro.	LARGO PROBETA	SEPARACIÓN DE EJES	PRE-TENSIÓN	TORSIONES/METRO
	(mm)	(mm)	(gr)	(t/m)
1	500	500	5	702,1
2	500	500	5	625,7
3	500	500	5	683,1
4	500	500	5	668,7
5	500	500	5	618,2
6	500	500	5	571,9
7	500	500	5	644,6
8	500	500	5	628,9
9	500	500	5	602,6
10	500	500	5	644,5
11	500	500	5	666,7
12	500	500	5	692,1
13	500	500	5	664,2
14	500	500	5	672,1
15	500	500	5	654,3
16	500	500	5	641,7
17	500	500	5	626,4
18	500	500	5	656,5
19	500	500	5	621,7
20	500	500	5	622,2
Media aritmética				645,41
Desviación estándar				31,78
Coefficiente de variación				4,92

Fuente: El autor

En la tabla expuesta a continuación se muestra los datos estadísticos reflejados luego de haber realizado las pruebas de torsiones a los hilos de un solo cabo con títulos 16, 20 y 24 Ne.

Tabla 15.
Datos estadísticos de ensayos de torsiones los conos de hilo títulos de hilo 16, 20 y 24 Ne

Título	Media aritmética	Desviación estándar	Coefficiente de variación
16	451	26,82	5,94
20	542	41,20	7,60
24	6454	31,78	4,92

Fuente: El autor

4.1.2 Datos de la resistencia a la tracción de los hilos de un solo cabo

En lo que corresponde a la evaluación de resistencia a la tracción de los hilos que sirvieron como materia prima para el desarrollo de la investigación, se muestran dos tablas por cada título de hilo, conteniendo los datos técnicos que se anotaron antes y mientras se realizaban dichos ensayos, como son la temperatura, humedad relativa, especificaciones del equipo utilizado, y demás datos que podemos visualizar en las tablas 16, 18 y 20

Juntamente con esto se añade una segunda tabla por cada título analizado, en la cual se indican claramente los datos obtenidos de las experimentaciones incorporado en ellas datos estadísticos que serán de utilidad para el análisis de datos, las tablas que contienen la información mencionada son; la tabla 17, 19 y 21

A continuación, se presenta en la tabla 16, la información técnica que fue recolectada en la fecha y hora de análisis de resistencia a la tracción de los conos de hilo 100% algodón con título 16 Ne. Igualmente se presenta como datos importantes la norma bajo la cual se realizaron los ensayos y el método utilizado

Tabla 16.

Ficha técnica de datos informativos de la evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 16 Ne

FECHA DEL ENSAYO:		2020-09-22	
FECHA DE SOLICITUD DEL ENSAYO:		2020-09-21	
NÚMERO DE LA SOLICITUD:		MLAB-180 / Bladimir Quitama	
ENSAYO SOLICITADO:	Textiles - Hilados de paquetes - Determinación de la fuerza de rotura y el alargamiento a la rotura usando tasa constante de extensión (CRE) probador.		
NORMA A EMPLEAR:	NTE INEN-ISO 2062:2009		
MUESTRAS			
CÓDIGO NRO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
M1-T16	Hilo 16/1 100% algodón		2 conos
RESULTADOS DEL ENSAYO			
TEMPERATURA INICIAL:	25° C	HUMEDAD RELATIVA INICIAL:	47% HR
TEMPERATURA FINAL:	26° C	HUMEDAD RELATIVA FINAL:	45% HR
FECHA Y HORA DE AMBIENTACIÓN	INICIO	2020-09-22	RECOMENDADO: 24 horas mínimo
	FIN	2020-09-21	
<p>EQUIPO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dinamómetro: James Heal. Modelo: Titán 5. - Celda de carga: 200 N <p>ESPECIFICACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Separación de mordazas: 250 mm - Detección de la rotura: 20% - Velocidad: 250 mm/min - Estado de las probetas: Acondicionadas - Número de probetas: 20 - Título Hilo: 16/1 Ne - Material: Co 100% - Pretensión: 5 cN 			

Fuente: El autor

En la tabla número 17 se muestra los resultados obtenidos de la evaluación de resistencia a la tracción de los dos conos de hilo 100% algodón expresados en la fuerza máxima que soportó el hilo en cN y en la parte inferior se tiene los datos estadísticos que resume al ensayo.

Tabla 17.

Evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 16 Ne

RESULTADOS OBTENIDOS			
Muestra: M1-T16			
Nro.	LARGO PROBETA	SEPARACIÓN DE MORDAZAS	FUERZA MÁXIMA
	(mm)	(mm)	(cN)
1	300	250	432,31
2	300	250	384,52
3	300	250	389,78
4	300	250	352,01
5	300	250	350,96
6	300	250	350,29
7	300	250	311,87
8	300	250	326,76
9	300	250	327,45
10	300	250	296,76
11	300	250	364,98
12	300	250	387,58
13	300	250	369,02
14	300	250	372,88
15	300	250	388,28
16	300	250	398,33
17	300	250	388,4
18	300	250	466,2
19	300	250	402,72
20	300	250	338,95
Media aritmética			370
Desviación estándar			40,45
Límites de confianza			±18,93
Coefficiente de variación			10,93%

Fuente: El autor

De la misma forma que en la tabla 16 en la tabla que se presenta a continuación se muestran los datos técnicos que se recogieron al momento de realizar las pruebas de resistencia a la tracción de los dos conos de hilo de 100% algodón título 20 Ne.

Tabla 18.

Ficha técnica de datos informativos de la evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 20 Ne

FECHA DEL ENSAYO:		2020-09-22	
FECHA DE SOLICITUD DEL ENSAYO:		2020-09-21	
NÚMERO DE LA SOLICITUD:		MLAB-180 / Bladimir Quitama	
ENSAYO SOLICITADO:	Textiles - Hilados de paquetes - Determinación de la fuerza de rotura y el alargamiento a la rotura usando tasa constante de extensión (CRE) probador.		
NORMA A EMPLEAR:	NTE INEN-ISO 2062:2009		
MUESTRAS			
CÓDIGO NRO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
M2-T20	Hilo 20/1 100% algodón		2 conos
RESULTADOS DEL ENSAYO			
TEMPERATURA INICIAL:	25° C	HUMEDAD RELATIVA INICIAL:	47% HR
TEMPERATURA FINAL:	26° C	HUMEDAD RELATIVA FINAL:	45% HR
FECHA Y HORA DE AMBIENTACIÓN	INICIO	2020-09-22	RECOMENDADO: 24 horas mínimo
	FIN	2020-09-21	
<p>EQUIPO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dinamómetro: James Heal. Modelo: Titán 5. - Celda de carga: 200 N <p>ESPECIFICACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Separación de mordazas: 250 mm - Detección de la rotura: 20% - Velocidad: 250 mm/min - Estado de las probetas: Acondicionadas - Número de probetas: 20 - Título Hilo: 20/1 Ne - Material: Co 100% - Pretensión: 5 cN 			

Fuente: El autor

En la siguiente tabla se indican los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la tracción que se hicieron a los conos de hilo de algodón 100% título 20 Ne, además de los datos estadísticos arrojados como respuesta a dichas evaluaciones

Tabla 19.

Evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 20 Ne

RESULTADOS OBTENIDOS			
Muestra: M2-T20			
Nro.	LARGO PROBETA	SEPARACIÓN DE MORDAZAS	FUERZA MÁXIMA
	(mm)	(mm)	(eN)
1	300	250	313,76
2	300	250	314
3	300	250	294,09
4	300	250	292,45
5	300	250	324,36
6	300	250	304,79
7	300	250	325,65
8	300	250	330,44
9	300	250	393,43
10	300	250	399,27
11	300	250	376,84
12	300	250	346,08
13	300	250	354,84
14	300	250	304,35
15	300	250	341,12
16	300	250	319,36
17	300	250	323,63
18	300	250	329,68
19	300	250	299,84
20	300	250	296,68
	Media aritmética		329,23
	Desviación estándar		31,41
	Límites de confianza		±14,70
	Coefficiente de variación		9,54%

Fuente: El autor

En la tabla que se visualiza a continuación se expone los datos técnicos que se registraron en la fecha indicada en la misma tabla, dando una referencia en qué condiciones se realizaron los ensayos de dinamometría de los conos de hilo título 24.

Tabla 20.

Ficha técnica de datos informativos de la evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 24 Ne

FECHA DEL ENSAYO:		2020-09-22	
FECHA DE SOLICITUD DEL ENSAYO:		2020-09-21	
NÚMERO DE LA SOLICITUD:		MLAB-180 / Bladimir Quitama	
ENSAYO SOLICITADO:	Textiles - Hilados de paquetes - Determinación de la fuerza de rotura y el alargamiento a la rotura usando tasa constante de extensión (CRE) probador.		
NORMA A EMPLEAR:	NTE INEN-ISO 2062:2009		
MUESTRAS			
CÓDIGO NRO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
M3 – T24	Hilo 24/1 100% algodón		2 conos
RESULTADOS DEL ENSAYO			
TEMPERATURA INICIAL:	25° C	HUMEDAD RELATIVA INICIAL:	47% HR
TEMPERATURA FINAL:	26° C	HUMEDAD RELATIVA FINAL:	45% HR
FECHA Y HORA DE AMBIENTACIÓN	INICIO	2020-09-22	RECOMENDADO: 24 horas mínimo
	FIN	2020-09-21	
<p>EQUIPO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dinamómetro: James Heal. Modelo: Titán 5. - Celda de carga: 200 N <p>ESPECIFICACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Separación de mordazas: 250 mm - Detección de la rotura: 20% - Velocidad: 250 mm/min - Estado de las probetas: Acondicionadas - Número de probetas: 20 - Título Hilo: 24/1 Ne - Material: Co 100% - Pretensión: 5 cN 			

Fuente: El autor

En la tabla 21 se indican los resultados de la evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 24

Tabla 21.

Evaluación de resistencia a la tracción de los conos de hilo título 24 Ne

RESULTADOS OBTENIDOS			
Muestra: M3 – T24			
Nro.	LARGO PROBETA	SEPARACIÓN DE MORDAZAS	FUERZA MÁXIMA
	(mm)	(mm)	(cN)
1	300	250	230,25
2	300	250	203,17
3	300	250	205,9
4	300	250	182,92
5	300	250	217,53
6	300	250	217,8
7	300	250	192,22
8	300	250	169,79
9	300	250	219,05
10	300	250	203,88
11	300	250	244,99
12	300	250	215,47
13	300	250	220,83
14	300	250	284,15
15	300	250	242,18
16	300	250	294,54
17	300	250	322,62
18	300	250	292,48
19	300	250	268,5
20	300	250	299,37
	Media aritmética		236,38
	Desviación estándar		43,17
	Límites de confianza		±20,20
	Coefficiente de variación		18,26%

Fuente: El autor

En las dos tablas que se presentan a continuación con numeración 22 y 23 se tabularon los datos estadísticos de resistencia a la tracción de los hilos que fueron objeto de materia prima para este estudio, en donde se pone en manifiesto a la media aritmética, desviación estándar, límites de confiabilidad y coeficiente de variación.

La tabla 22 como tal nos indica dicha información referente a la carga máxima soportada (cN) por los hilos evaluados

Tabla 22.

Datos estadísticos de ensayos de resistencia a la tracción de acuerdo a la fuerza máxima soportada por hilos títulos 16, 20 y 24 Ne

Título	Media aritmética	Desviación estándar	Límites de confianza	Coefficiente de variación
16	370	40,45	±18,93	10,93%
20	329,23	31,41	±14,70	9,54%
24	236,38	43,17	±20,20	18,26%

Fuente: El autor

En la tabla que se aprecia posteriormente se expone un cuadro donde se resume los análisis que se realizaron a la materia prima para la elaboración de los hilos retorcidos, aquí podemos ver los ensayos de torsiones y resistencia a la tracción de los tres títulos utilizados.

Tabla 23.

Cuadro de resumen de ensayos previos a la realización de los hilos retorcidos

Evaluación de torsiones				
Título	Media aritmética	Desviación estándar		Coefficiente de variación
16	451,10	26,82		5,94
20	542,08	41,20		7,60
24	645,41	31,78		4,92

Evaluación de resistencia a la tracción de acuerdo con la carga máxima soportada

Título	Media aritmética	Desviación estándar	Límites de confianza	Coefficiente de variación
16	370	40,45	±18,93	10,93%
20	329,23	31,41	±14,70	9,54%
24	236,38	43,17	±20,20	18,26%

Fuente: El autor

4.1.3 Valores de torsiones y de resistencia a la tracción obtenidos en los hilos simples y retorcidos

Seguidamente se muestra lo concerniente a los resultados que se obtuvo de las evaluaciones de torsiones que se las realizó en los laboratorios de la planta textil pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte y del mismo modo, con respecto a la resistencia a la tracción de todos los hilos retorcidos elaborados que se realizaron en dichos laboratorios.

En los apartados que se detallan a continuación, se presentan tanto los valores obtenidos de torsiones como los valores obtenidos de resistencia a la tracción en los hilos retorcidos objeto del análisis de esta investigación, las tablas 24 y 25 se muestran los datos necesarios para realizar un análisis en forma ordenada y comprensible, para esto se han tomado como referencia de identificación en cada tabla al número de muestra y su código muestral, el mismo que se explica en la tabla 3, a continuación se indica la agrupación de los hilos, el promedio que se obtuvo luego de haber hecho 10 ensayos de torsiones y 10 ensayos de resistencia a la tracción a cada muestra de hilo, para proseguir a calcular la desviación estándar y coeficiente de variación.

4.1.3.1. Valores de torsiones de los hilos simples y retorcidos

Para determinar las torsiones de las muestras M1 a la muestra M21, se realizaron los ensayos en el laboratorio de la planta textil, de la misma manera que se hicieron las pruebas de torsiones para los hilos de un solo cabo, también se utilizó el mismo torsiómetro para dichas evaluaciones, por lo tanto, los detalles técnicos de la máquina y condiciones normativas de los ensayos siguen siendo las mismas que se muestra en las tablas 9, 11 y 13. En la tabla que se muestra a continuación se expone los datos de identificación de cada muestra, también la agrupación de los hilos dependiendo su número de cabos, además la media aritmética de las Tpm que se obtuvo luego de haber hecho los ensayos de torsiones, la desviación estándar y coeficiente de variación y por último en sentido de torsión de cada grupo de hilos.

Tabla 24.
Recopilación de datos de torsiones de M1 a M21

Nº Muestra	Código muestral	Agrupación de Hilos	Tpm Media	Desviación típica	Coefficiente de variación	Sentido de torsión
1	M1-T16	1 cabo	451	26,82	5,94%	Z
2	M2-T20		542	41,2	7,60%	
3	M3-T24		645	31,78	4,92%	
4	M4-RT1-16		68	11,29	16,60%	
5	M5-RT2-16		83	6,16	7,39%	
6	M6-RT3-16		105	5,82	5,54%	
7	M7-RT4-20	2 cabos	62	13,86	22,34%	S
8	M8-TR5-20		85	12,88	15,19%	
9	M9-RT6-20		96	12,41	12,90%	
10	M10-RT7-24		70	9,73	13,85%	
11	M11-RT8-24		84	13,39	15,87%	
12	M12-RT9-24		110	15,03	13,72%	
13	M13-2RT1-16		75	15,51	20,79%	
14	M14-2RT2-16		87	11,38	13,14%	
15	M15-2RT3-16		77	14,18	18,41%	
16	M16-2RT4-20		82	9,36	11,36%	
17	M17-2RT5-20	4 cabos	88	14,17	13,44%	Z
18	M18-2RT6-20		71	10,54	15,72%	
19	M19-2RT7-24		79	17,88	22,76%	
20	M20-2RT8-24		89	9,83	9,34%	
21	M21-2RT9-24		83	20,96	25,39%	

Fuente: (El Autor)

4.1.3.2. Valores obtenidos de resistencia a la tracción de los hilos simples y retorcidos

Para la realización de las evaluaciones de resistencia a la tracción de los hilos retorcidos se utilizó el mismo dinamómetro que se usó para las pruebas de resistencia a la tracción de los hilos de un solo cabo descrito en el apartado de datos de la resistencia a la tracción de los hilos de un solo cabo, por lo que las características técnicas del equipo son las mismas, así como las especificaciones del ensayo y de las probetas, lo único que varió son los datos obtenidos de resistencia a la tracción de cada una de las muestras y consecuentemente a ello cambió los datos estadísticos de dichos valores expresados en cN mostrando así la tabla 25 que contiene estos valores

Tabla 25.

Recopilación de datos de resistencia a la tracción de M1 a M21

N° Muestra	Código muestral	Agrupación de Hilos	Media Resistencia a la tracción (cN)	Desviación típica	Coefficiente de variación
1	M1-T16		370	40,45	10,93%
2	M2-T20	1 cabo	329,23	31,41	9,54%
3	M3-T24		236,38	43,17	18,26%
4	M4-RT1-16		754,79	60,29	7,99%
5	M5-RT2-16		764,21	50,13	6,56%
6	M6-RT3-16		747,79	36,13	4,83%
7	M7-RT4-20		581,24	44,38	7,64%
8	M8-TR5-20	2 cabos	547,94	66,91	12,21%
9	M9-RT6-20		563,16	45,67	8,11%
10	M10-RT7-24		403,59	37,2	9,22%
11	M11-RT8-24		436,59	41,95	9,61%
12	M12-RT9-24		383,5	35,68	9,30%
13	M13-2RT1-16		1805,8	115,84	6,41%
14	M14-2RT2-16		1706,89	128,96	7,56%
15	M15-2RT3-16		1837,79	66,35	3,61%
16	M16-2RT4-20		1438,01	91,31	6,35%
17	M17-2RT5-20	4 cabos	1448,63	80,7	5,57%
18	M18-2RT6-20		1409,77	104,59	7,42%
19	M19-2RT7-24		1042,49	62,13	5,96%
20	M20-2RT8-24		1033,3	69,04	6,68%
21	M21-2RT9-24		1002,79	100,63	10,04%

Fuente: El autor

4.1.4 Análisis de confiabilidad

Para este análisis se consideraron los resultados obtenidos de torsiones por metro y de resistencia a la tracción de todas las muestras, es decir de M1 a M21, dejando conocer solo el promedio de los valores en pesquisa, en vista de que, este valor estadístico sirvió para determinar el grado de influencia de torsiones, título o doblados en los hilos estudiados.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos del mencionado análisis de confiabilidad de resistencia a la tracción, donde se evaluaron las 21 muestras, tanto de los hilos de un solo cabo

como de los hilos retorcidos dado que, este estudio se lo hace con el afán de demostrar que los procedimientos tomados para la realización de la investigación práctica fueron los más correctos, adecuados y oportunos, por lo tanto, en los datos recopilados se refleja tal hecho. El análisis de confiabilidad se lo realizó en tres agrupaciones debido a que hay tres grupos de hilos según su número de cabos, de un solo cabo, de dos cabos y de cuatro cabos, con ello es posible dar una mejor lectura de confiabilidad.

N° Muestra	Código muestr	Media	D	E	F	G	H	I
N° Muestra	Código muestr	Media						
1	M1-T16	370						
2	M2-T20	329,23						
3	M3-T24	236,38						
4	M4-RT1-16	754,79						
5	M5-RT2-16	764,21						
6	M6-RT3-16	747,79						
7	M7-RT4-20	581,24						
8	M8-TR5-20	547,94						
9	M9-RT6-20	563,16						
10	M10-RT7-24	403,59						
11	M11-RT8-24	436,59						
12	M12-RT9-24	383,5						
13	M13-2RT1-16	1805,8						
14	M14-2RT2-16	1706,89						
15	M15-2RT3-16	1837,79						
16	M16-2RT4-20	1438,01						
17	M17-2RT5-20	1448,63						
18	M18-2RT6-20	1409,77						
19	M19-2RT7-24	1042,49						
20	M20-2RT8-24	1033,3						
21	M21-2RT9-24	1002,79						

Tests for normal distribution	
All	
N	3
Shapiro-Wilk W	0,9518
p(normal)	0,5773
Anderson-Darling A	0,2439
p(normal)	0,4351
p(Monte Carlo)	0,573
Lilliefors L	0,2667
p(normal)	0,57
p(Monte Carlo)	0,5694
Jarque-Bera JB	0,3762
p(normal)	0,8285
p(Monte Carlo)	0,5746

Copy	Print	Monte Carlo N:	9999
Close	Help	Recompute	

Figura 6. Análisis de confiabilidad de resistencia a la tracción de M1 a M3
Fuente: El autor

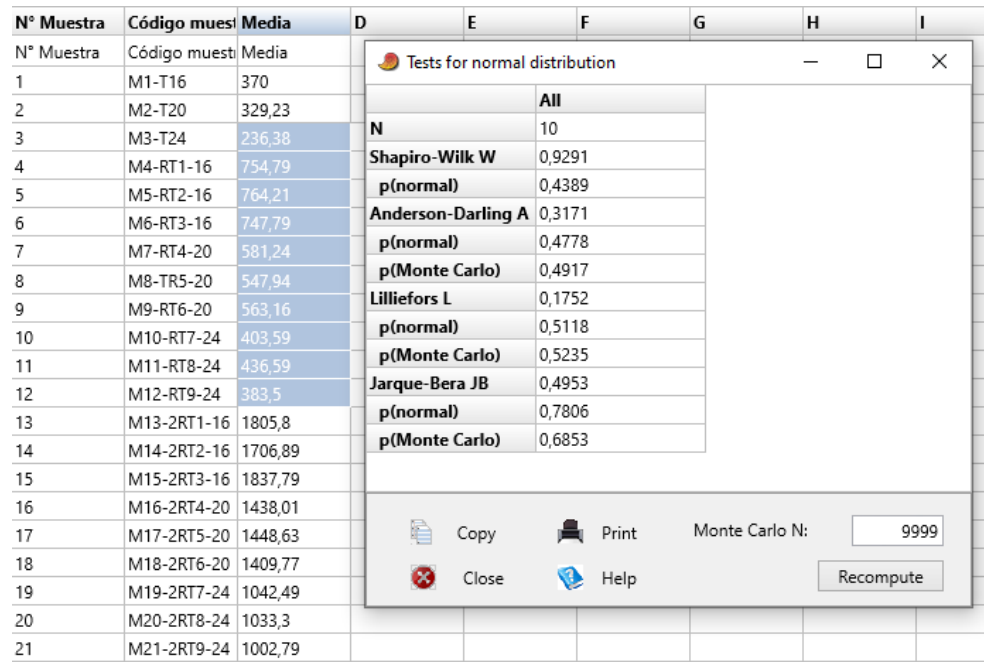


Figura 7. Análisis de confiabilidad de resistencia a la tracción de M4 a M12
Fuente: El autor

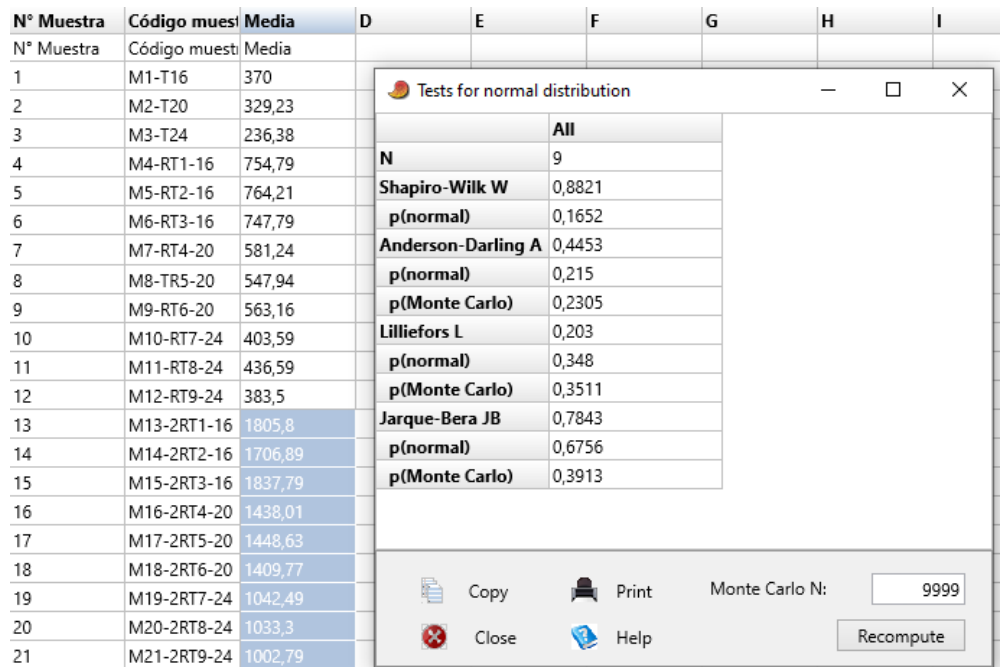


Figura 8. Análisis de confiabilidad de resistencia a la tracción de M13 a M21
Fuente: El autor

Como se puede evidenciar en los tres análisis de confiabilidad con respecto a la resistencia de tracción se muestra una fiabilidad absoluta con todos los métodos que el programa past3 que ejecuta para tal acción

Consecuentemente se muestra el análisis de confiabilidad de datos de las evaluaciones de torsiones con que se ha incurrido en la investigación, del mismo modo que en el anterior caso de dividirá este análisis en las mismas tres agrupaciones de datos.

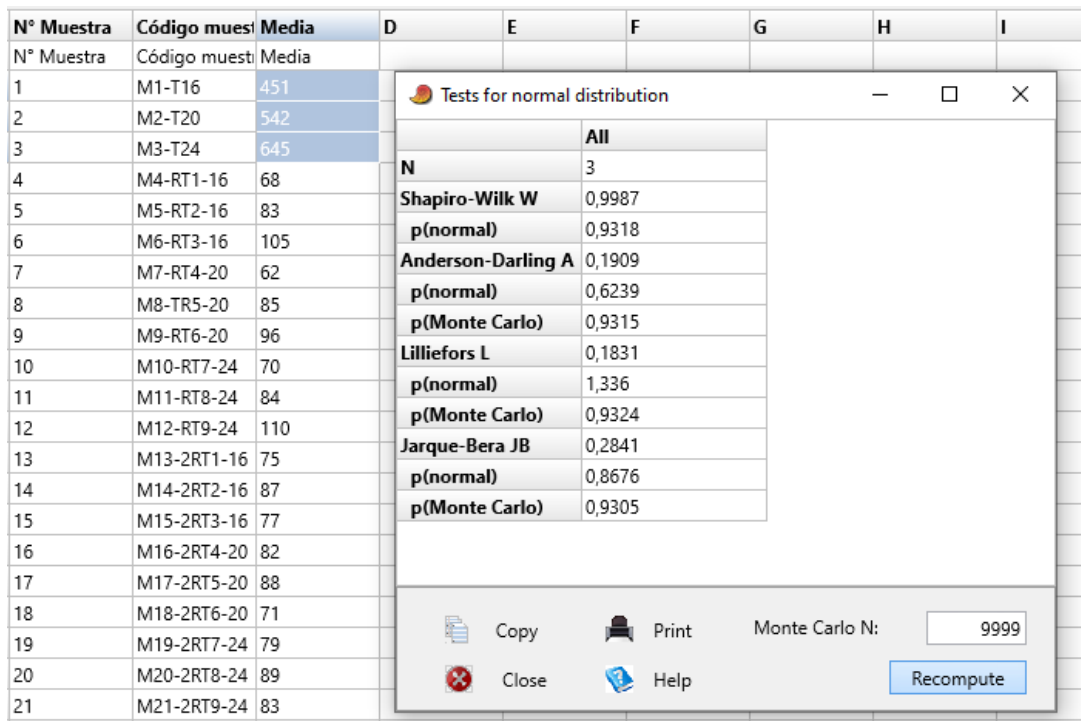


Figura 9. Análisis de confiabilidad de torsiones de M1 a M3
Fuente: El autor

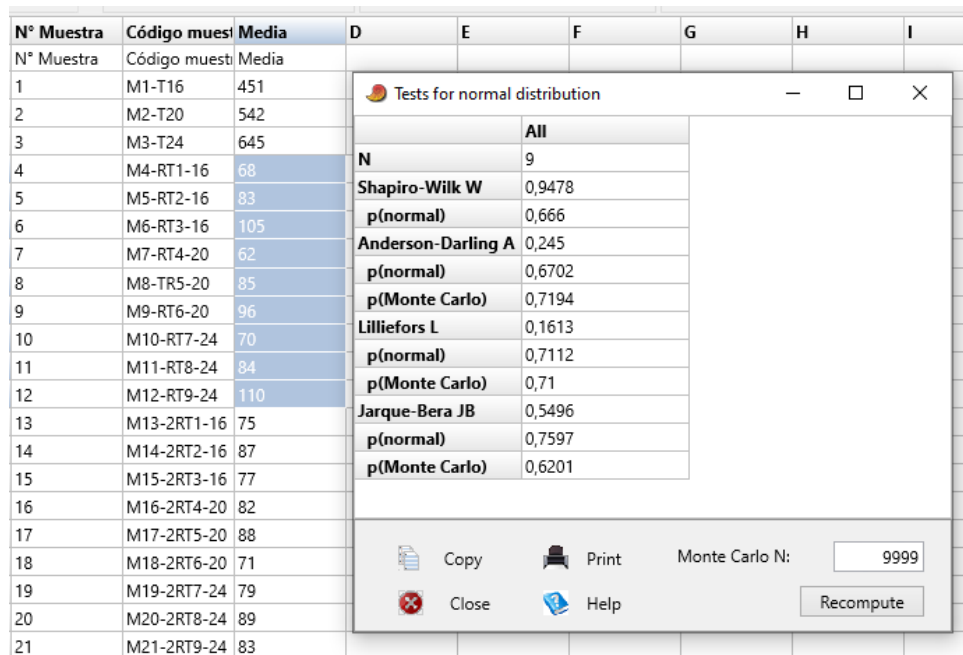


Figura 10. Análisis de confiabilidad de torsiones de M4 a M12
Fuente: El autor

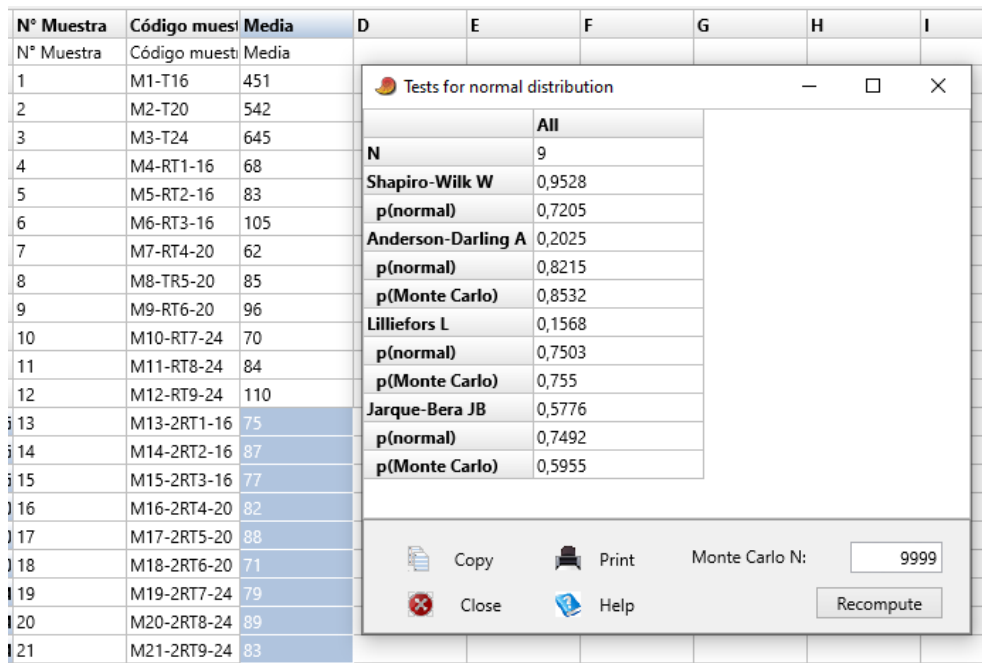


Figura 11. Análisis de confiabilidad de torsiones de M4 a M12
Fuente: El autor

En conformidad con las figuras 9, 10 y 11 se observa que todos los análisis de confiabilidad son aprobados por los cuatro métodos tanto en p(normal) como en p(Monte Carlo) , por lo que es

posible asegurar que los datos obtenidos de torsiones están dentro del 95% de confiabilidad, acreditando al presente trabajo de investigación.

4.2 Discusión o análisis de resultados

Este subcapítulo contiene el análisis segmentado de los hilos de un solo cabo, de dos cabos y de cuatro cabos con respecto a su título, torsiones y doblados que presentan cada uno de ellos, para esto se hace uso de los valores obtenidos de la media aritmética tanto de las evaluaciones de torsiones como de los ensayos de dinamometría

La estrategia utilizada para el análisis y discusión de resultados es ir examinando qué es lo que ocurre en cada segmentación de hilos considerando las tres variables que persigue esta investigación (título, torsiones y doblados) para luego agrupar todas las muestras de hilos y estudiar los resultados a nivel general.

4.2.1 Análisis de resultados de los hilos de un doblado, título 16, 20 y 24 Ne.

En la tabla que se presenta a continuación se exponen los números de muestras, los valores obtenidos de resistencia a la tracción de los hilos de un solo cabo de los tres títulos que se usaron para la investigación (16, 20 y 24 Ne), además de las torsiones, número de cabos que tienen dichos hilos y el coeficiente de variación. Con esto se tiene todos los parámetros necesarios para el análisis de la resistencia a la tracción en los hilos mencionados anteriormente.

Tabla 26.

Recopilación de resultados de los hilos de un doblado, título 16, 20 y 24 Ne.

N° Muestra	Título (Ne)	Media - Torsiones	Doblados	Media - Resistencia a la tracción (cN)
1	16	451		370
2	20	542	1	329,23
3	24	645		236,38

Fuente: El autor

En la figura que se presenta a continuación, se grafica la resistencia a la tracción versus las torsiones que tienen cada título de hilo, además también tenemos el número de muestra, en donde, la muestra número 1 representa al título 16 Ne, la muestra 2 figura al título 20 Ne y la muestra número 3 escenifica al título 24 Ne, también cabe recalcar que todas estas muestras de hilo son hilos simples, es decir de un solo cabo.

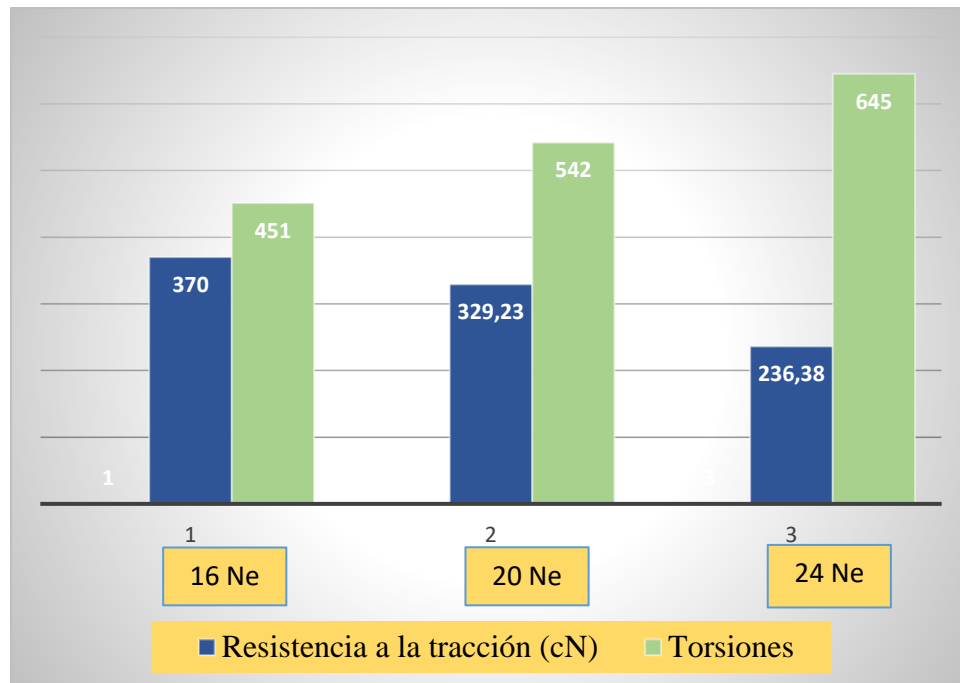


Figura 12. Análisis de resultados de los hilos de un doblado, título 16, 20 y 24 Ne.
Fuente: El autor

Como se puede notar, mientras disminuye la resistencia a la tracción desde el título 16 Ne al título 24 Ne, las torsiones aumentan, lo que nos indica claramente que el grosor del hilo está relacionado directamente con la resistencia a la tracción, mientras que, con el caso de las torsiones dadas, la relación es inversa, cabe recalcar que el análisis realizado se lo hace independientemente con los hilos sujetos a la evaluación.

4.2.2 Análisis de resultados de los hilos de dos doblados, título 16/2, 20/2 y 24/2 Ne.

Del mismo modo que en el caso anterior se manejan el mismo orden de las variables a considerar para la recopilación de datos y análisis de estos, sin embargo, en este caso se trabaja con hilos retorcidos de dos doblados, perteneciendo tres muestras a cada título (título 16, 20 y 24 Ne),

el número de muestra es consecutivo al anterior por lo que comenzamos a evaluar desde la muestra N°4

Tabla 27.

Recopilación de resultados de los hilos de dos doblados, título 16/2, 20/2 y 24/2 Ne.

N° Muestra	Título (Ne)	Media - Torsiones	Doblados	Media - Resistencia a la tracción (cN)	Promedio según títulos	C.V. Resistencia a la Tracción - títulos	coeficiente de variación según torsiones	Promedio CV - Torsiones
4		68		754,79				
5	16	83		764,21	755,60		1,09%	
6		105		747,79				
7		62		581,24				
8	20	85	2	547,94	564,11	26,34%	2,96%	3.54%
9		96		563,16				
10		70		403,59				
11	24	84		436,59	407,89		6,57%	
12		110		383,5				

Fuente: El autor

Para expresar gráficamente los resultados obtenidos que contiene la tabla expuesta anteriormente y mostrar dichos valores se hizo uso de un gráfico de columnas o barras, en donde se presentan, la resistencia a la tracción, torsiones, títulos y número de muestras de cada uno de los hilos analizados.

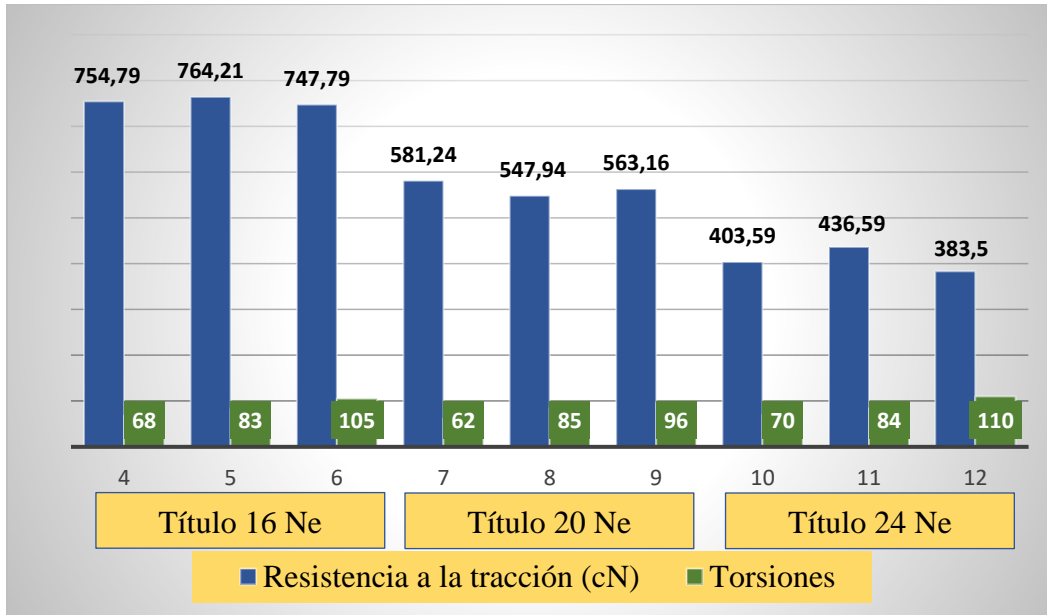
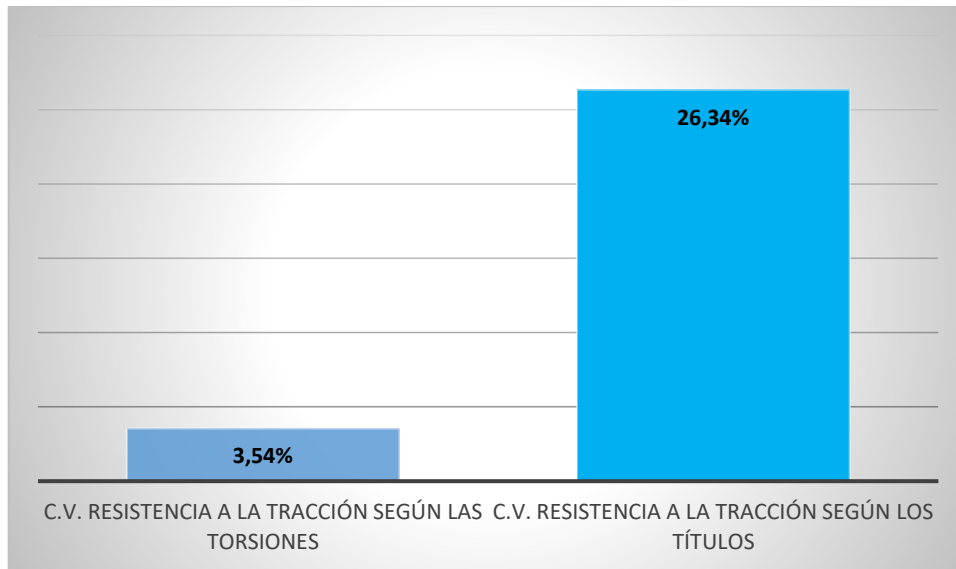


Figura 13. Análisis de resultados según la media aritmética de los hilos de dos doblados, título 16, 20 y 24 Ne.

Fuente: El autor

En este caso, la resistencia a la tracción se ve influenciada en mayor grado por el título del hilo, puesto que las muestras 4, 5 y 6 pertenecen al título 16/2 Ne, las muestras 7, 8 y 9 al título 20/2 Ne y las muestras 10, 11 y 12 al título 24/2 Ne, una vez aclarado esto, podemos observar que cada tres muestras hacen un salto considerable de resistencia a la tracción mientras que, las torsiones no originan mayor cambio con respecto a la resistencia a la tracción en ninguno de los tres títulos de hilo

En la figura que se observa a continuación, se hace el análisis de la resistencia a la tracción mediante el coeficiente de variación según las torsiones aplicadas a cada título, luego se muestra la dispersión de datos según los tres títulos (16/2, 20/2 y 24/2 Ne), en donde se coloca el porcentaje de CV



*Figura 14. Análisis de resultados según el C.V. de los hilos de dos doblados, título 16, 20 y 24 Ne.
Fuente: El autor*

Como se evidencia en la figura anterior el grado de dispersión de datos tomando en cuenta las tres torsiones diferentes que se aplicó a cada título no tuvo mayor repercusión en cuanto a la resistencia a la tracción si lo comparamos con la evaluación que se hace con referencia a los tres títulos en conjunto, dejando mucha más clara la idea de que el título predomina ante las torsiones en influencia con respecto a la resistencia a la tracción

4.2.3 Análisis de resultados de los hilos de cuatro doblados, título 16/4, 20/4 y 24/4 Ne.

En la tabla que se presenta a continuación se sigue la misma dinámica de los dos casos anteriores por lo que, el número de muestra con el que comienza la tabla es N°13 y termina en N°21, en este caso los hilos cambian a cuatro doblados puesto que estos hilos son el resultado de la unión de los anteriores hilos elaborados correspondientemente.

Tabla 28.

Recopilación de resultados de los hilos de cuatro doblados, título 16/4, 20/4 y 24/4 Ne.

N° Muestra	Título (Ne)	Media - Torsiones	Doblados	Media - Resistencia a la tracción (cN)	promedio según el título	C.V. Resistencia a la Tracción - títulos	coeficiente de variación según torsiones	Promedio CV - Torsiones
13		75		1805,8				
14	16	87		1706,89	1783,49		3,83%	
15		77		1837,79				
16		82		1438,01				
17	20	88	4	1448,63	1432,14	23,36%	1,40%	2,42%
18		71		1409,77				
19		79		1042,49				
20	24	89		1033,3	1026,19		2,03%	
21		83		1002,79				

Fuente: El autor

Del mismo modo que se hizo el análisis de los hilos retorcidos de dos doblados, aquí también se lo hace para los hilos de cuatro doblados en donde, se muestran las variables de la tabla 28 expresadas en la figura siguiente, denotando gráficamente los valores de resistencia a la tracción, torsiones, títulos y número de muestras de los hilos retorcidos.

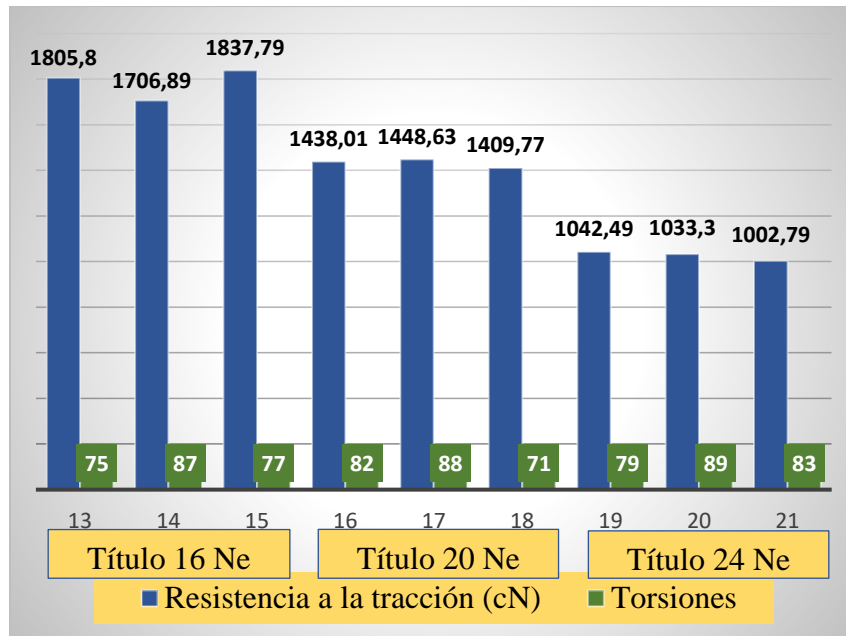


Figura 15. Análisis de resultados de los hilos de cuatro cabos, título 16, 20 y 24 Ne.
Fuente: El autor

En el caso de los hilos retorcidos con cuatro doblados se puede deducir observando el gráfico elaborado a partir de los resultados obtenidos que, tiene la misma tendencia que los hilos de uno y dos doblados en cuanto a la influencia del título versus torsiones, en donde, el título sigue siendo el de mayor influencia

La figura que se observa a continuación contiene los coeficientes de variación de las torsiones aplicadas a cada título, así como también su promedio con el fin de hacer una comparación porcentual con relación a la influencia con respecto a la resistencia a la tracción de los tres títulos empleados

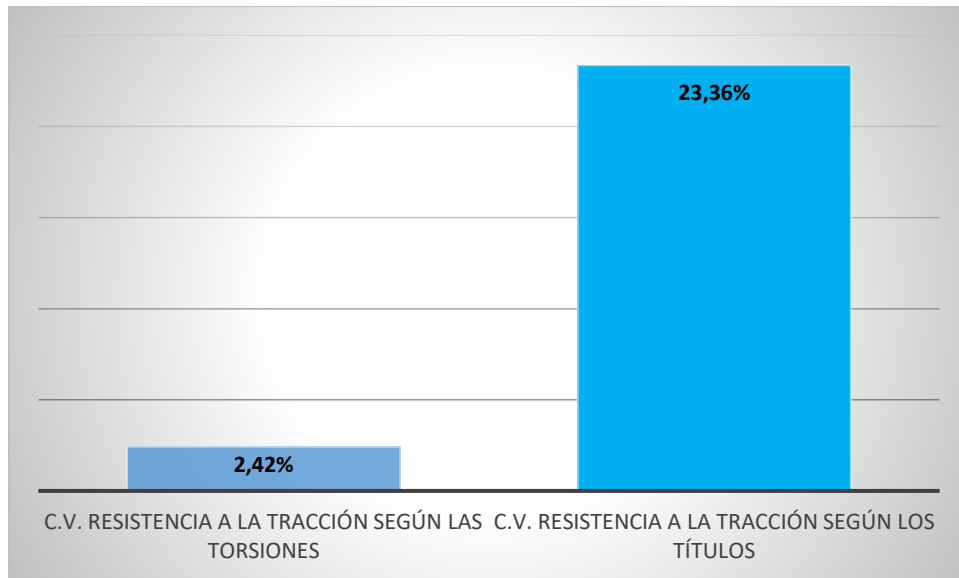


Figura 16. Análisis de resultados según el C.V. de los hilos de cuatro doblados, título 16, 20 y 24 Ne.
Fuente: El autor

En la figura 16 se observa la diferencia porcentual de la influencia entre el título de los hilos versus las torsiones aplicadas con respecto a la resistencia a la tracción, dejando una notable diferenciación entre estas dos variables, teniendo mayor grado de influencia el título de los hilos.

4.2.4 Análisis de resultados de los hilos de uno, dos y cuatro doblados, título 16, 20 y 24 Ne.

En el gráfico que se observa a continuación tenemos en el eje X el número de muestras, los títulos de los hilos y los doblados de estos, en el eje de las Y se abarca el valor de resistencia a la tracción expresado en cN

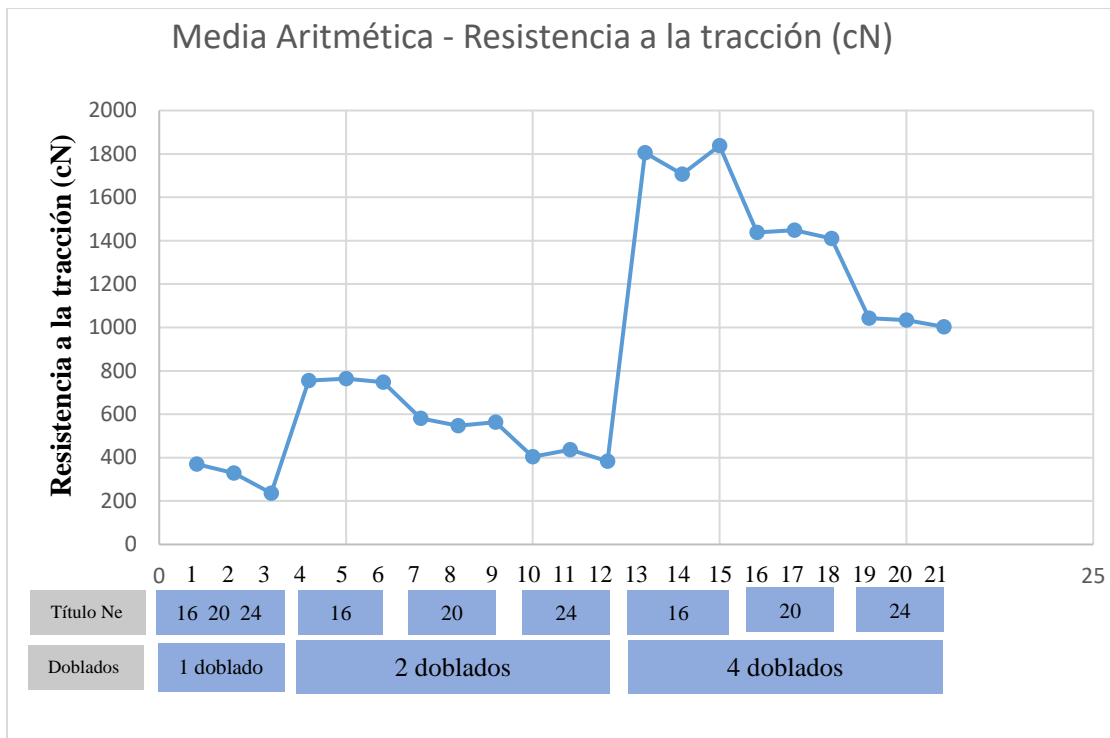


Figura 17. Media aritmética de los datos obtenidos de resistencia a la tracción (cN)
Fuente: El autor

Como se puede notar en la figura 17 hay un incremento significativo de resistencia a la tracción después de realizar un doblado a cada grupo de hilos, las tres muestras iniciales pertenecen a los hilos simples de los tres títulos (16, 20 y 24 Ne), mientras que las siguientes seis muestras pertenecen a los hilos retorcidos hechos por la unión de dos cabos simples del mismo título con tres diferentes torsiones dividiéndose en tres segmentos y al final tenemos a los hilos de cuatro doblados en donde igualmente se observa un incremento significativo de su resistencia a la tracción

Con respecto a la variación de resistencia la tracción con relación al título de cada muestra podemos apreciar que hay un mediano cambio de 16 Ne a 20 Ne y al título 24 Ne, tanto para los hilos de un doblado, como para los hilos de dos y cuatro doblados,

Posteriormente tenemos el análisis de resultados de la media aritmética de los datos de resistencia a la tracción con respecto a las torsiones dadas, para ello el estudio se lo hace agrupando a las muestras de la siguiente manera, debido a que se aplicaron tres torsiones distintas. En el primer grupo, las torsiones dadas a los hilos de un solo cabo se dieron en la fábrica de donde provienen los hilos que sirvieron de materia prima para la investigación, las tres muestras siguientes, pertenecen al título 16/2 Ne, para continuar con las muestras, corresponden al título 20/2 Ne, luego

tenemos las muestras pertenecientes al título 24/2 Ne y de la muestra 13 a la muestra 21 se dio una sola torsión para todos los hilos.

Observando la figura 17 y luego de la explicación de cómo se dispusieron las torsiones a cada hilo fabricado se puede percibir que no hay un cambio radical de medida de resistencia a la tracción de muestra a muestra, la variación de resistencia a la tracción es mínima en comparación con lo que pasa con el cambio que presenta en el análisis de doblados y de títulos, por lo que se puede afirmar que el orden de influencia del título, torsiones y doblados en hilos 100% algodón con respecto a la resistencia a la tracción va de la siguiente forma, la variable que más influye es el número de doblados que se le aplique al hilo, para luego dar paso al título de cada hilo y al final tenemos a las torsiones dadas.

A continuación, se muestra la tabla que compila los valores de resistencia a la tracción según el número de doblados, con ello se analizó mediante el coeficiente de variación el grado de influencia en los hilos normales e hilos retorcidos de dos y cuadro doblados

Tabla 29

Evaluación de resistencia a la tracción por medio del C.V. en base a los doblados

Doblados	Promedio Resistencia a la tracción – títulos 16, 20 y 24 Ne	C.V. Resistencia a la tracción en base a los doblados
1	311,87	
2	575,87	75%
4	1413,94	

Fuente: El autor

Para sintetizar la investigación, se describe mediante una tabla el porcentaje coeficiente de variación obtenido luego de haber analizado cada uno de los resultados hallados, con respecto a los doblados, títulos y torsiones dadas a los hilos

Tabla 30.

Evaluación de resistencia a la tracción por medio del C.V. en base a los doblados, títulos y torsiones

C.V. Resistencia a la tracción en base a los doblados	C.V. Resistencia a la tracción en base a títulos	C.V. Resistencia a la tracción en base a torsiones
75%	23,89%	2,98%

Fuente: El autor

Seguidamente, mediante el coeficiente de variación se grafica los resultados obtenidos de la investigación sintetizando el grado de influencia de los títulos de los hilos, de las torsiones y doblados de cada uno de ellos

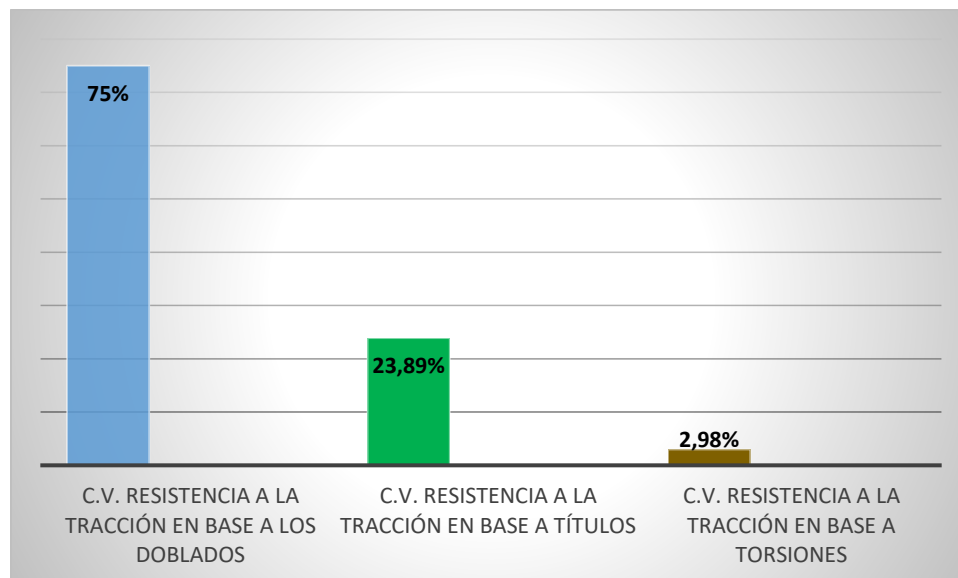


Figura 18. Evaluación de resistencia a la tracción por medio del C.V. en base a los doblados, títulos y torsiones

Fuente: El Autor

En la figura 18 se muestra gráficamente la notoria influencia de la resistencia a la tracción en los doblados anteponiéndose al título y torsiones, donde se ha expresado estos resultados mediante el coeficiente de variación de cada una de las variables estudiadas al analizar la resistencia a la tracción con respecto al título, torsiones y doblados de dichos hilos

CAPÍTULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones

Siguiendo el procedimiento y metodología descrita en el capítulo tres de esta investigación, teniendo como materia prima dos conos de hilo de cada título (16, 20 y 24Ne) 100% algodón, para luego con ellos dar paso a la fabricación de los hilos retorcidos y para más adelante realizar las pruebas de resistencia a la tracción y torsiones, la investigación arrojó las siguientes conclusiones:

- Con la investigación desarrollada en su totalidad y de acuerdo con el objetivo general y objetivos específicos planteados se concluyó que, si se logró determinar que hubo un grado de influencia notable de título, torsiones y doblados en los hilos simples y retorcidos de algodón con respecto a su resistencia a la tracción, de este modo se demostró que la metodología utilizada que fue aplicada obtener datos para el análisis correspondiente fue exitosa.
- En los hilos retorcidos (dos doblados) se pudo observar la influencia superior del título ante las torsiones aplicadas a dichos hilos con respecto a la resistencia a la tracción, evidenciando así una disminución de resistencia a la tracción desde el título 16/2 Ne con un valor de 755,60 cN al título 24/2 Ne con 407,89 cN.
- Para el análisis de resistencia a la tracción de los hilos retorcidos (4 doblados) se aplicó el mismo criterio de evaluación que en los hilos simples y retorcidos (2 doblados), en donde se encontró que el título tuvo mayor grado de influencia que las torsiones dadas a dichos hilos.
- Al analizar en conjunto los hilos simples y retorcidos de dos y cuatro doblados con relación a su título torsiones y doblados se concluyó que, mientras que los doblados aumentan la resistencia a la tracción también aumenta, donde se tuvo que los hilos simples tuvieron un valor de 311,87 cN, los hilos de dos doblados promediaron un valor de 575,87 cN y los hilos de cuadro doblados tuvieron un valor de 1413,94 cN sin embargo, mientras que si el título aumenta la resistencia a la tracción disminuye y con respecto a las torsiones no tienen mayor relevancia en la influencia en la resistencia a la tracción.

- Al realizar el análisis de datos mediante el coeficiente de variación de torsiones aplicadas a los hilos retorcidos se concluyó que, tiene una variación minúscula mostrando en los hilos de dos doblados un CV de 3,54% y en los hilos de cuatro doblados un valor de 2,42%.
- Consecuentemente, como conclusión del análisis de la influencia de título, torsiones y doblados referente a la resistencia a la tracción en los hilos de algodón se halló que; se vio influenciada en mayor grado por los doblados con un CV de 75%, seguidamente fue influenciada por el título con un CV de 23,89% y al final tenemos a las torsiones como la variable de menor dominio en el análisis con un CV de 2,98%.
- En lo concerniente al análisis de confiabilidad de los datos recopilados, se muestra que los valores obtenidos son correctos en base al procedimiento realizado aprobando tal hecho por los métodos de Lilliefors L y de Jarque-Bera JB mostrando un p(normal) y p(Monte Carlo) valores mayores al de 0,05, lo que significa que entra en los límites de confiabilidad aceptados.

5.2 Recomendaciones

- Las condiciones con las que se realizó la investigación fueron selectas, pero son reemplazables por alguna otra metodología, por lo que está sujeta a cambios o mejoras, siendo así que se puede implementar otras variables a considerar encaminada con los mismos principios de resistencia a la tracción relacionada al grado de influencia de título, torsiones o doblados.
- Se recomienda tomar en cuenta las condiciones ambientales al momento de realizar los ensayos de dinamometría, es decir, la temperatura y la humedad relativa del laboratorio, puesto que, estas variables influyen directamente en las evaluaciones.
- Para obtener valores fiables de resistencia a la tracción se recomienda hacer mantenimientos y calibraciones periódicas al dinamómetro, de esta manera el aparato estará siempre en óptimas condiciones para su uso, del mismo modo, con respecto al torsiómetro.
- Así como es importante el buen estado de los equipos utilizados en laboratorio, es relevante la correcta aplicación de la norma establecida para cada ensayo, por lo que se recomienda

que se tenga un conocimiento bien sustentado sobre dichas normas y el procedimiento que dicta cada una de ellas.

- Debido a que las pruebas de resistencia a la tracción se las realizó en hilos 100% algodón, se recomienda hacer una nueva investigación con los mismos parámetros de evaluación, pero con hilos de diferente origen que tengan mejor tenacidad o a su vez con hilos que estén compuestos por mezclas de algodón y alguna otra fibra afín.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alarcón, D. (2018). *CONSTRUCCIÓN DE UN DESFIBRADOR DE PABILO A BASE DE AIRE COMPRIMIDO* . Quito: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- Barella, A. (s/f). *El ensayo de la resistencia de los hilos por el procedimiento colectivo o de napa de hilos*. Barcelona .
- Borrás, R. (s.f). *PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD Y PRESTACIONES DE PRODUCTOS Y MATERIAS TEXTILES*.
- Carrera, E. (2017). *Física Textil - – Propiedades Físicas Para Caracterizar La Calidad de las*. Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya.
- CottonWorks. (s,f). *cottonworks.com*. Obtenido de cottonworks.com:
<https://www.cottonworks.com/about/>
- cuerdasvalero. (s.f.). *www.cuerdasvalero.com*. Obtenido de www.cuerdasvalero.com:
<https://www.cuerdasvalero.com/producto/cuerda-trenzada-de-algodon/>
- Duarte, N. D. (1983). *Hilos y Telas*. Bogotá.
- EduRed. (s,f). <https://www.ecured.cu/>. Obtenido de <https://www.ecured.cu/>:
<https://www.ecured.cu/Hilo>
- eumed. (s,f). *eumed.net*. Obtenido de eumed.net: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/239/5d.htm>
- Figuroa, E. (s.f). <https://scielo.conicyt.cl/>. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/>:
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v24n10/art04.pdf>
- Gorgas, J., Cardiel, N., & Jaime, Z. (2011). *ESTADÍSTICA BÁSICA PARA ESTUDIANTES DE CIENCIAS* . Madrid.
- Guerrero, S. (2004). *INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA DE LAS TELAS NO TEJIDAS SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS COMPONENTES TERMOFIJADOS DE CONFECCIÓN*.
- Iveste, L., & Neefu, J. (s/f). *www.insst.es*. Obtenido de www.insst.es:
<https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+89.+Industria+de+productos+textiles>
- Lagada, J. (1952). *El algodón - características de su producción, e industria el en país, su importancia y posibilidades en la economía nacional*. Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires.
- Lockuán, F. (2012). *La industria Textil y su Control de Calidad*.

- Mamani, K. (2011). Hilos de sutura. *Revista de Actualización Clínica*, 4.
- Máxima, J. (08 de 02 de 2020). *caracteristicas.co*. Obtenido de *caracteristicas.co*:
<https://www.caracteristicas.co/algodon/#ixzz6FGQNPhna>
- mundotextil. (2017). *mundotextilmag*. Obtenido de *mundotextilmag*:
<https://mundotextilmag.com.ar/titulacion-de-los-hilados/>
- Peñañiel, S. (2011). *INFLUENCIA DEL SUAVIZADO CON BASES DE ÀCIDOS GRASOS EN EL CAMBIO DE MATIZ EN TEJIDOS ALGODÒN 100% TINTURADOS CON COLORANTES REACTIVOS DE BAJA REACTIVIDAD*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte .
- Pocoroba, R. (2006). *ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA FORMACIÓN DEL PILLING EN TEJIDO DE PUNTO*. Mexico.
- Salazar, C. (2018). *Fundamentos básicos de la estadística* .
- Sánchez, J. (1975). *INTODUCCION AL ACABADO TEXTIL*. Barcelona.
- scoutsecuador. (s,f). <http://www.scoutsecuador.org>. Obtenido de <http://www.scoutsecuador.org>:
<http://www.scoutsecuador.org/site/sites/default/files/%5bbiblioteca%5d/6.1%20La%20cu%20erda.pdf>
- Solé, A. (2012). *Hilatura del Algodón* . Buenos Aires .
- Stanke cuerdas. (2013). <https://www.stanke-cuerdas.es/>. Obtenido de <https://www.stanke-cuerdas.es/>: <https://www.stanke-cuerdas.es/cuerdas/cuerda-de-algodon/>
- Vasquez, J. (s.f). <http://catarina.udlap.mx>. Obtenido de <http://catarina.udlap.mx>:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lit/vazquez_s_e/apendiceH.pdf

ANEXOS.

Anexo 1. Conos de hilo título 16, 20 y 24 Ne



Fuente: El autor

Anexo 2. Bobinado de los hilos de un solo cabo.



Fuente: El autor

Anexo 3. Retorcido de primer paso de los hilos en fase de elaboración



Fuente: El autor

Anexo 4. Retorcido de segundo paso de los hilos en fase de elaboración.



Fuente: El autor

Anexo 5. Bobinado de los hilos retorcidos resultantes tanto de primer como de segundo paso.



Fuente: El autor

Anexo 6. Conos de hilo retorcido



Fuente: El autor

Anexo 7. Pruebas de torsiones



Fuente: El autor

Anexo 8. Pruebas de resistencia a la tracción



Fuente: El autor