

Aprendizaje de la resistencia a la tracción de hilos industriales en estudiantes de Ingeniería Textil **Learning the tensile strength of industrial yarns in Textile Engineering students**

Leandro Ticona Apaza

l.ticona@unaj.edu.pe – Universidad Nacional de Juliaca

Milton Edward Humpiri Flores

mhumpiri@unaj.edu.pe – Universidad Nacional de Juliaca

Recibido el 09/09/20 | Aceptado el 25/09/20

DOI: <https://doi.org/10.47190/nric.v3i1.126>

Resumen

Los ensayos de resistencia de los hilos y elongación por la rotura del procedimiento colectivo, establece una prueba rápida para el control en la industria; este tipo de ensayo permite obtener a igualdad de tiempo, mayor información frente a los procedimientos convencionales. Como parámetros propios la resistencia y elongación exponen al primer rompimiento un mínimo de cálculos, los cuales proporcionan una información muy rápida e interesante en la industria; así mismo la conversión de los datos proveídos por el dinamómetro en los parámetros usuales en dinamometría convencional de hilo individual conduce a estimaciones solamente aproximados de estos últimos, que para algunos es suficiente para usos industriales. En la industria textil, los requisitos de resistencia y elongación de un hilo dependen principalmente de su uso final, tanto en trama y urdimbre, las fuerzas son relativamente más bajas, pero los hilos de costura requieren más elongación y alta resistencia. El diseño de investigación fue experimental con el objetivo de determinar la resistencia a la tracción de hilos con fines de aprendizaje significativo, práctico y experimental para calcular los valores de resistencias de diferentes tipos de hilos en ensayos aplicados en la industria textil en estudiantes de ingeniería.

Palabras claves: *Dinamómetro, elongación, industria textil, ingeniería textil, resistencia.*

Abstrac

The tests of resistance of the threads and elongation by the break of the collective procedure, establishes a fast test for the control in the industry; this type of test allows obtaining, at the same time, more information compared to conventional procedures. As their own parameters, resistance and elongation expose a minimum of calculations to the first break, which provide very fast and interesting information in the industry; Likewise, the conversion of the data provided by the dynamometer into the usual parameters in conventional individual wire dynamometry leads to only approximate estimates of the latter, which for some is sufficient for industrial uses. In the textile industry, the strength and elongation requirements of a yarn depend mainly on its end use, both in weft and warp, the forces are relatively lower, but sewing yarns require more elongation and high strength. The research design was experimental with the objective of determining the tensile strength of yarns for purposes of meaningful, practical and experimental learning to calculate the resistance values of different types of yarns in applied tests in the textile industry in engineering students.

Keywords: *Dynamometer, elongation, textile industry, textile engineering, resistance.*

Introducción

El arte de hilar las fibras para formar un hilo viene desde tiempos inmemorables, así como por ejemplo el arte textil incaico que es una de las más antiguas tradiciones textiles de los Andes y llegó a ser una de las más desarrolladas durante el apogeo inca, debido al uso de diferentes materiales y técnicas, logrando producir una gran variedad de prendas de vestir y elementos de uso cotidiano.

La materia textil tiene dos procesos, principalmente divididos en hilado y tejido. El hilo es la materia prima secundaria del tejido orgánico y el tejido de punto, y el hilo de ante, el hilo de coser y el hilo bordado son hilos terminados. En comparación con la fibra, la estructura del hilo tiene una influencia más directa sobre la calidad interna de la materia textil y la calidad de la apariencia. Por lo tanto, cuando se analiza la calidad de los textiles, es necesario realizar un análisis exhaustivo y sistemático de los factores estructurales de los hilos utilizados en los textiles, como el tipo, la tasa de contracción, la elongación, la finura, la tracción, la dirección de giro, etc.; por lo que satisfacer a un cliente es importante garantizar en todo momento una alta calidad siempre constante de los productos. El Perú exporta a Europa la mayor parte de su producción, por lo que debe cumplir con todas las normas y requerimientos de calidad de estos clientes, así como el de los productores y más aún en los futuros profesionales del área de textiles.

En el Perú, la industria de prendas de vestir tiene una amplia tradición y se ha desarrollado por mucho tiempo en las diferentes etapas del proceso productivo, que va desde el tratamiento de las fibras textiles que hacen posible la elaboración de hilos hasta la confección de prendas en base a algodón, lana y fibras sintéticas. Por muchos años, el país ha sido mundialmente reconocido por la altísima calidad de su algodón (tangüis y en especial el pima), lo cual representa un elemento de diferenciación que permite establecer una ventaja comparativa respecto de los demás proveedores mundiales. El Perú destaca también por la fabricación de prendas de lana de alpaca, gracias a la presencia de dichos auquénidos en la sierra del territorio nacional (Espinoza, Figueroa, Pezo, & Sabana, 2017); por eso se requiere un control estricto de los materiales, y de un trabajo científico que busque solucionar esta situación.

El sector de la confección demanda de una gran cantidad de mano de obra, esta se ve afectada si la demanda de los productos exportados disminuye, ya que es muy probable que se requiera menos cantidad de uso de esta, como resultado incrementaría la pobreza; tomando en cuenta que si las empresas no cumplen con los tiempos de entrega establecidos o en el menor tiempo posible se busquen a otros proveedores por no cumplimiento en los períodos definidos, por este motivo es de gran importancia que el sector confecciones pueda ser competitivo a nivel no solo regional sino mundial, cumpliendo con las entregas que se exigen en el momento establecido (Antonio Acosta, 2010).

En la industria textil, los requisitos de resistencia y elongación de un hilo dependen principalmente de su uso final, así como la fuerza mínima y propiedades del

mismo para evitar el daño a los productos finales, reduciendo al mínimo los rechazos. La resistencia del hilo, también conocida como solidez del hilo, es un reflejo de la calidad del hilo, el hilo debe tener cierta resistencia para garantizar el funcionamiento normal del proceso de tejido.

Según un estudio proyectado al 2025 la industria de las prendas de vestir llegará a un billón 376 mil millones dólares. Muchos son los factores condicionantes para esta industria, como la cultura, el crecimiento de las poblaciones, la moda, la estabilización económica de los países, por eso se torna un mercado en el que las empresas tienen que estar preparadas para el cambio rápido de las tendencias y coyuntura (McKinsey & Company, 2017).

Observando lo descrito en párrafos anteriores, se hace necesario conocer la resistencia a la tracción de hilos con fines de aprendizaje significativo, práctico y experimental para calcular los valores de resistencias de hilos en ensayos aplicados.

Materiales y métodos

Técnica de aplicación: Bach

Procedimiento y consideraciones para la manipulación y uso

Para la resistencia a la atracción del hilo

- Se enciende el equipo
- Colocar el hilo en la mordaza superior
- Una vez logrado el propósito se coloca el hilo en la mordaza inferior y hacer la sujeción haciendo que caiga su propio peso de hilo.
- Ahora haga que la pantalla de valor marque cero es decir que el display de fuerza es cero.
- Se acciona una vez roto el hilo.

Aplicaciones:

Existen dinamómetros diseñados para diversas funciones. Una de ellas es la de pasa, es decir, medir el peso de algo y por equivalencia determinar su masa.

Esto conlleva la necesidad de calibrar el instrumento cada vez que se cambia de ubicación, especialmente en medidas de precisión, debido a la variación de la relación entre la masa y el peso, que es la aceleración de la gravedad y depende del emplazamiento.

$$P = M.G$$

Donde:

- P = Es el peso, cuya unidad básica en el sistema internacional es el newton
- M = Es la masa, cuya unidad básica es el kilogramo
- G = Es la aceleración de la gravedad, cuya unidad básica es el m/s²

Algunas máquinas de ensayo de materiales someten las probetas a esfuerzos que pueden ser medidos con dinamómetros u otros instrumentos de medición de fuerzas, magnitudes como la deformación de la probeta es un ensayo de tracción de hilos.

También se usan en ortodoncia para medir las fuerzas aplicadas durante el tratamiento.

Resistencia a la tracción

Existen algunas metodologías para incrementar las propiedades mecánicas de materiales cerámicos. El proceso de templado puede ser utilizado para aumentar la resistencia mecánica a flexión del material. Este proceso tiene el objetivo de generar una tensión de compresión en la superficie del material (Dal Bó, Zimmer, Grando, Kaspari, & Hotza, 2016)

Resistencia

La resistencia física de todo producto textil depende fundamentalmente de las propiedades de las fibras constituyentes. Es importante que la fibra tenga suficiente resistencia para ser trabajada y procesada por la maquinaria de hilatura y tejeduría. El término tenacidad es generalmente aplicado a la resistencia a la tensión de fibras individuales y se expresa en gramos/denier. La resistencia se mide mediante los dinamómetros (Chicaiza, 2018).

Los materiales textiles deben ser resistentes ante las arrugas, fricción, lejías, para que cuenten con los estándares de calidad adecuados dentro de la industria de la confección.

Resistencia de hilos

Según Lockuán, F. (2012) se entiende por resistencia de hilo como la capacidad que tiene éste de resistir esfuerzos hasta alcanzar el punto de rotura. Estos esfuerzos sobre el hilo pueden ser aplicados de diversas maneras:

- A lo largo del eje (fuerza de tracción)
- En forma perpendicular al eje (fuerza de flexión)
- Haciéndolo girar sobre su eje (fuerza de torsión)
- En una o varias direcciones, con rozamiento sobre otra superficie (fuerza de abrasión)

Tracción

Si se somete una fibra al efecto de tracción esta se alarga y es posible trazar un diagrama carga alargamiento. Si la tracción sobre la fibra es incrementada hasta la ruptura se determinará entonces la resistencia y alargamiento de la ruptura "elongación".

La elasticidad es la capacidad que tiene una fibra al recuperarse para retornar a su longitud original después de la deformación de las fuerzas que causan su alargamiento. Si después de no aplicar tracción la fibra regresa a su longitud inicial se puede decir que la elasticidad ha sido completa. La curva de retorno no es idéntica a la aplicación de la carga, generalmente es inferior a la carga de rotura (Huamán, 2018).

Es decir, para que una fibra se recupere de forma proporcional no se la debe estirar más allá de los índices establecidos, no colocarle una carga que no soporte para evitar que cambie su estructura y cualidades identificativas; si por algún motivo se obvia

estas recomendaciones, la rotura será inminente, creando un punto débil en el hilo, tejido y prenda.

Resistencia de los hilos a la tracción

Según Lockuán, F. (2013) es una de las características que determina la calidad de un hilo; que 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.

¿Por qué es importante la resistencia de los hilos?

La resistencia de los hilos influye sobre:

- Las roturas en las máquinas en todo el proceso. 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.

Debido a los avances logrados en la maquinaria de tejeduría de calada y de punto, los hilados deben tener una resistencia y una elasticidad adecuada. Los hilos destinados a los tejidos de calada deben ser más resistentes que los destinados a géneros de punto. En los tejidos de calada, los hilos de urdimbre deben tener mayor resistencia y elasticidad que los de trama, por las mayores fuerzas de tracción y flexión que deberán soportar.

- La calidad de la tela. Favorece la obtención de tejidos con alta resistencia, con pocos nudos y/o defectos por hilos rotos o faltantes. Esto contribuye al aseguramiento de la calidad, al reducir las mermas por segunda calidad y costosas reposiciones.

Factores que afectan la resistencia del hilo

La resistencia de un hilo depende de algunos factores que involucran a:

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

Características de las fibras

- a) Longitud, para un mismo tipo de fibra, de la misma finura, se obtendrán hilos más resistentes con las fibras más largas.
- b) Finura, a mayor finura de fibras, mayor es la cantidad de éstas en la sección del hilo, por lo que:
 - Se incrementa las zonas de contacto entre ellas
 - Se incrementa la regularidad de los hilos
- c) Resistencia, en general, fibras con buena resistencia garantizan hilos con buena resistencia. Este factor es más relevante en caso de los hilados compuestos por filamentos.

Construcción del hilo

Intensidad de torsión

La relación existente entre la torsión y la resistencia de un hilo es directamente proporcional hasta alcanzar un cierto valor, conocido como *torsión saturante*, a partir de la cual su proporcionalidad es inversa, o sea que a un aumento de torsión corresponde una pérdida de resistencia del hilo (Rosero, 2018).

Fenómeno de torsión-resistencia en los hilos

Para Lockuán, F. (2012) la menor resistencia de una masa de fibras antes de recibir la torsión definitiva, dependerá del número de fibras en la sección, puesto que en tal sentido variará el rozamiento entre ellas. Al comenzar la mecha estirada a recibir la torsión para la formación del hilo, sus fibras se disponen según espiras de hélice, de diámetros diferentes según las capas concéntricas a que pertenecen esas fibras. Las fibras de las capas externas forman hélices de mayor diámetro, y son las que experimentan con mayor intensidad los efectos de la torsión. Estas fibras en hélice: sufren mayor esfuerzo a la tracción cuando a ella se somete el hilo. Son las que comprimen a las fibras de las capas internas, con aumento de la superficie de rozamiento (primer aumento rápido de la resistencia del hilo), y después, la compresión entre las fibras, con lo que crece su oposición al deslizamiento (segundo aumento de la resistencia del hilo), hasta lograr que todas las fibras que forman la sección del hilo queden bloqueadas entre ellas. Es cuando entonces las fibras no pueden deslizarse entre sí y cuando se logra la máxima resistencia del hilo. A partir de este punto no mejora la resistencia, aumenta el ángulo de torsión, las fibras de las hélices exteriores estarán sometidas a grandes esfuerzos que acelerarán su rotura; en el análisis de la curva torsión-resistencia se destacan los siguientes puntos importantes:

- Torsión nula, la tenacidad del hilo o la mecha es muy baja, y debida solamente al pequeño rozamiento entre algunos puntos de las fibras, muy esponjadas. Esta tenacidad aumenta con el número de fibras en la sección; es decir, conforme la mecha es más gruesa. En este punto se encuentran las cintas de carda, de manuar, de gill, de peinadora, y las mechas de preparación que carecen de torsión.
- Torsión crítica, es un punto situado aproximadamente en el centro de la rama ascendente de la curva, y es un punto verdaderamente crítico. En esa rama ascendente, su crecimiento es lento al principio, en la zona *a*; se hace rápido en la parte central de la zona *b*, para disminuir otra vez al final, zona *d*, hasta el máximo *s*. Esta configuración de la curva se explica porque:

En *a*, las primeras vueltas de torsión no logran comprimir mucho las fibras que forman el hilo, y por eso, su aumento de tenacidad no es grande.

En *b*, la zona de máxima pendiente, el conjunto de fibras va siendo cada vez más comprimido (con

aumento de la densidad filar) por las hélices externas, con lo que crece la superficie de contacto de las fibras, y la presión que unas ejercen contra otras (aumento de rozamiento); esto da lugar a un aumento creciente de la tenacidad del hilo para incrementos constantes del coeficiente de torsión. Esta tenacidad se debe en su mayor parte al rozamiento entre fibras, pero con intervención creciente de la propia resistencia de las fibras; y siendo esto así, conforme la torsión va aumentando, las fibras, especialmente las exteriores, van quedando cada vez más inclinadas con respecto al eje del hilo, con lo que su resistencia propia no se integra totalmente en la del hilo, como ya se ha visto.

Resultado de la combinación de estos factores es que el crecimiento de la resistencia *R* o de la tenacidad del hilo va haciéndose cada vez más lento, hasta llegar a anularse cuando se alcanza la tenacidad máxima. En la rama *b*, pues, existe un punto de inflexión; y ese punto es precisamente el *c*, que separa las dos zonas *a* y *d* de toda la parte ascendente de la curva. Por debajo de este punto *c* está la torsión débil aplicable a hilos o mechas cuya rotura se produce solamente por deslizamiento de fibras, sin tener lugar ninguna rotura de éstas.

- Torsión industrial, es punto variable dentro de la zona *d*, comprendida entre los puntos *c* y *s*. Aquí encontramos la inmensa mayoría de los hilos que produce y consume la industria textil, a excepción de los muy torcidos. No alcanzan la máxima tenacidad porque la elevada torsión que habrían de tener los haría demasiado duros para el uso a que se les destina, y porque carecerían de *poder cubriente* al tejerlos. Los hilos de trama se encuentran más próximos al punto *c*, y los de urdimbre, al punto *s*.
- Torsión saturante, es donde el hilo alcanza su máxima resistencia o su máxima tenacidad. El aumento de ella que puede provocar la mayor compresión entre las fibras a consecuencia del efecto de zunchado (por aumento de su rozamiento), se ve contrarrestado por la mayor inclinación de las hélices respecto al eje del hilo. Aquí la curva comienza a decrecer, en la zona *e*. No es torsión utilizada industrialmente más que en aquellos casos en que se quiere lograr un máximo rendimiento de resistencia, en el hilo o en el tejido.

La determinación de la torsión saturante es completamente experimental, siendo varios los investigadores que han intentado hallar la fórmula adecuada. En algunos estudios se sugiere la siguiente fórmula para los hilos de algodón:

$$\text{Torsión saturante (VPP)} = 6\sqrt{Ne}$$

- Torsión de crespón, entre las zonas *e* y *f* existe un punto de inflexión, de modo semejante al *c*, entre las zonas *a* y *d*. Para Lockuán, F. (2012) cuando el hilo ha sobrepasado la torsión saturante y sus fibras se inclinan más respecto al eje de aquél, comienza a disminuir poco a poco su resistencia;

pero este decrecimiento se hace más rápido (máxima pendiente de la curva en esta zona) al añadir a aquella inclinación las fuerzas transversales debidas al zunchado, ahora más fuertes, que provocan en las secciones más débiles el inicio de un caracolillo, que, desviando más las fibras de su dirección axial, produce la rotura prematura. El que este decrecimiento de la tenacidad se haga más lento después, en la zona *f*, será motivo de un ulterior trabajo, en que intentaremos estudiar este fenómeno. Industrialmente, sólo se utiliza la torsión de crespón para conseguir los efectos especiales que llevan ese nombre.

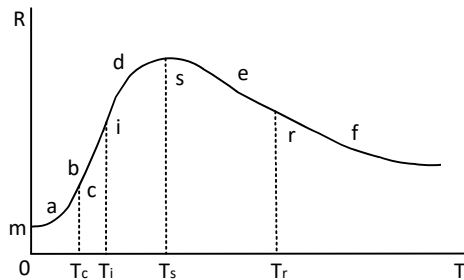


Figura 1. Curva de torsión - resistencia

Las roturas del hilo sometido a tracción presentan distintos aspectos según las zonas o puntos de la curva en que se encuentre aquél. En la primera zona, *a*, se producen únicamente por deslizamiento de fibras, y su aspecto puede ser pincelado. Conforme se sube por la rama *b*, y en cuanto se pasa el punto crítico *c*, pueden presentarse algunas roturas de fibras, pero siguen dominando las que deslizan; su aspecto, hasta la torsión de trama, suele ser similar al anterior. Dentro de la zona industrial *d*, al crecer la torsión hacia valores de urdimbre y urdimbre fuerte, las roturas de fibras son cada vez más numerosas al mismo tiempo que menos abundantes los deslizamientos, por lo que cambia el aspecto de los cabos rotos, que van siendo más definidos. En el punto *s* la rotura debería producirse idealmente ya sin ningún deslizamiento de fibras, y sólo por rotura de éstas, al haber quedado bloqueadas, y retenidas por una fuerza superior a su propia resistencia a la tracción; esto, no obstante, alguna fibra desliza, y aunque la rotura tiene lugar con un chasquido seco, los cabos no siempre quedan como cortados con tijeras. Este último aspecto llega a partir de la zona *e*, donde ya prácticamente todas las fibras sufren el efecto de cortadura Lockuán, F. (2012).

- a) Densidad lineal, a mayor diámetro del hilo, el número de fibras que hay en su sección será mayor, incrementando la superficie de contacto entre ellas, y como consecuencia, aumentando la resistencia del hilo.
- b) Irregularidad de masa, los hilos irregulares de masa durante la tejeduría, ya sea de calada o de punto, aumentan los paros en las máquinas, debida a la mayor presencia de partes delgadas y gruesas en su estructura.
- c) Pilosidad, la forma cómo se distribuye la torsión en el hilo también se relaciona con el acomodo de las fibras y éste – a su vez - con el tipo de

hilatura, por ejemplo: en los hilados compactados, la mayoría de las fibras contribuyen a la resistencia del hilo; en los hilos peinados, las fibras que sobresalen del eje (pilosidad) no contribuyen a la resistencia del hilo; en los hilos cardados, las fibras cortas ocasionan una reducción de la resistencia; mientras que las fibras que forman los haces de envoltura en los hilos de rotor no contribuyen a la resistencia.

Tratamientos posteriores

Operaciones posteriores a la hilatura como el purgado, el gaseado (chamuscado), el mercerizado (o caustificado), el teñido, el aprestado, etcétera, pueden hacer variar la resistencia de un hilado, por ello es importante conocer la historia previa del espécimen.

Expresiones de la resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción de los hilos se puede expresar de diversas maneras:

- a) En unidades de fuerza, según la Física, se define a la fuerza como la causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo o de deformarlo; y se expresa en Newtons, centinewtons, gramos-fuerza, libras-fuerza, onzas-fuerza, etc.

En dinamometría de hilos viene a ser la carga (o fuerza) máxima aplicada al hilado para llevarlo hasta la rotura, y corresponde al punto máximo de la curva fuerza- alargamiento. Usualmente la carga máxima suele denominarse *carga de rotura*.

- b) Como un cociente de la resistencia del hilo entre su densidad lineal, en muchas aplicaciones físicas y de ingeniería, la fuerza de rotura se reemplaza por el *esfuerzo*, que se calcula como la relación entre la carga aplicada y el área de la sección transversal del material.

Sin embargo, en la industria textil es más importante la densidad lineal de los materiales que el área de la sección transversal, debido a la irregularidad de ésta. Entonces es más conveniente usar una cantidad basada en la masa del espécimen. Se ha definido entonces el *esfuerzo específico*, que se calcula como la relación entre la carga aplicada y la densidad lineal del hilado. El esfuerzo final que soporta el hilo hasta su rotura es la tenacidad.

Sus unidades son, por ejemplo: g-f/denier; g-f/tex, cN/tex, cN/Nm, etc.

Dinamómetro, herramienta que mide las variaciones que producen en un objeto al tener una fuerza externa. Su funcionamiento está basado en la ley de "Hooke" se enfoca la elasticidad del material con que están hechos los objetos.

En un dinamómetro la elasticidad de un muelle o resorte previamente calibrado, permite calcular el peso de un cuerpo o realizar la medición de una fuerza específica en un objeto determinado.

La escala en la que se hacen las mediciones en los dinamómetros se llaman Unidades de fuerza denominadas Newton (Un newton es la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 Metro por segundo al cuadrado a un objeto de 1 kg de masa). Se puede utilizar (en su función de báscula) escalas en kilos, libras u otras unidades de medición.

Se utilizan para someter algunos materiales, a esfuerzos de estiramiento para determinar, su resistencia, y la deformación del material. Funciona como báscula, asemejándose las unidades de fuerza, a las unidades de peso.

Torsión, operación que tiene por objeto convertir la mecha en hilo y se mide por el número de vueltas por unidad de longitud que se ha dado a la hilada paralelamente a su eje (Liu et al., 2010).

La torsión se le da a los hilos para darles cohesión a las fibras o filamentos componentes, en los hilados de fibras cortadas las torsiones necesarias e imprescindibles.

La cantidad de torsión que se le da a un hilo depende de:

- La longitud de fibra utilizada
- El título del hilo
- El grado de resistencia deseado.
- El uso final del hilo.

Influencia de la torsión en los hilos:

La torsión aplicada a los hilos influye sobre ciertas características de ellos, siendo estas:

- Resistencia, a mayor torsión, mayor resistencia.
- Elasticidad, a mayor torsión, mayor elasticidad.
- Aspecto, a mayor torsión menor diámetro aparente del hilo (por la mayor compacidad).
- Tacto del tejido, una torsión ligera proporciona telas de superficie suave.
- Arrugabilidad del tejido, a mayor torsión en el hilo, menor propensión de la tela.
- Contracción, los hilos elaborados muy torcidos escogen mucho más.

Parámetros de la torsión

Podemos mencionar tres:

- Sentido
- Cantidad
- Intensidad

Sentido de torsión

(Herrada, n.d.), aunque en algunas industrias se siguen utilizando los términos de torsión derecha y torsión izquierda, se recomienda, para evitar confusión sustituir por Z y S. Se puede conocer el sentido de torsión que tiene un hilo tomando una usada y observando por qué lado sale el hilo. Ya que

está íntimamente relacionado en el sentido de giro del uso en la continua de hilar.

Hay un método práctico para determinar el sentido de torsión:

- Tomar un trozo del hilado con ambas manos, mantenerlo en forma horizontal.
- Girar la mano derecha hacia afuera, mientras entre la mano izquierda se mantiene fija. Ambas manos deben mantener sujetado el extremo respectivo.
- Si el hilo se destuerce presenta torsión Z.
- Si por el contrario se tuerce aún más, tiene torsión S.

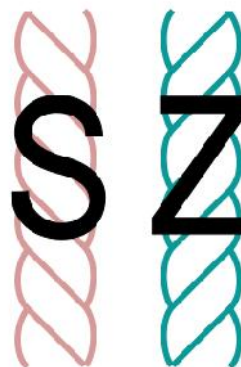


Figura 2. Torsión S y Z

Cantidad de torsión

Es igual al número de vueltas (torsiones) por unidad de longitud (centímetros, pulgadas, metros, etc.).

Las formas más comunes para expresarla son:

- Vueltas por metro (VPM).
- Vueltas por centímetro (VPCM).
- Vueltas por pulgada (VPP).

Hay una relación muy simple entre ellas:

$$VPM = VPCM \cdot 100 = VPP \cdot 39.37$$

Intensidad de torsión

La función principal de la torsión durante el proceso de hilatura es dar coherencia al hilo, por lo que la intensidad de ésta puede expresarse como coeficiente de torsión, sin referirse a un valor específico de densidad lineal (título o número) del hilo. Los técnicos en hilandería saben que los hilos elaborados con fibras de diferentes longitudes alcanzan una resistencia máxima a diferentes coeficientes de torsión, de ahí que jueguen un papel importante en la resistencia de los hilos, dentro de ciertos límites.

La resistencia del hilo será mayor a medida que haya más intensidad de torsión hasta alcanzar un punto óptimo a partir del cual a todo aumento de torsión corresponde una disminución de la resistencia del hilo.

Descripción general

Dinamómetro universal para determinar la resistencia a la tracción de hilos:

- Capacidad máxima 10 kg
- Alargamiento con resolución 0.1% sobre 500mm
- Paro de seguridad por sobrecarga de fuerzas
- Paro automático a la rotura de la probeta
- Mordaza superior para hilo
- Mordaza inferior por rodillo / velocidad fija / ancho: 300mm
- Profundidad: 300mm / altura 800mm
- Peso aproximado: 40kg



Figura 3. Dinamómetro

Resultados

Procedimiento experimental

- Preparar la muestra
- Medir 20.7 cm de hilo de cada muestra
- Pesar las muestras en una balanza
- Realizar el ensayo en el equipo dinamómetro digital

Operación de la máquina

- Colocar el hilo en la mordaza superior.
- Antes de colocar el hilo en la mordaza, hacer coincidir la línea roja con el índice si nos pasamos al accionar con el botón verde se regula con el pulsador blanco.
- Ahora haga que la pantalla de valor marque cero es decir que el display de fuerza esté en cero, el CLR es para limpiar los resultados para efectuar otro ensayo.
- Presionar el pulsador blanco para realizar el ensayo de la determinación de resistencia y alargamiento del hilo.
- Se acciona, una vez roto el hilo.
- Para leer resultado (pulsar tecla Max. Carga y para alargamiento)

Tabla 1.
Registros de ensayos

N° de ensayos	Material	Tiempo	Fuerza	Elongación	Forma de torsión
1	Lana azul	22.05seg	18.49N	-0.38, -39.2	S
2	Algodón	29.72seg	125.93N	-46.6, -0.83	S
3	Hilo rojo	20.52seg	7.29N	-0.12, -83.9	Z
4	Hilo plomo	20.89seg	10.89N	-0.49, -33.7	Z



Figura 4. Ensayos realizados en los materiales: lana azul, algodón, hilo rojo e hilo plomo

Cálculos desarrollados

- Primera etapa

Tabla 2.
Registros de ensayos de forma manual

Nro	Material	Tiempo	Fuerza N	Elongación
1	Lana amarillo	14.9	15.05	-25.4
2	Poliéster b	16.26	11.2	-23.6
3	Poliéster n	17.21	15.05	-28.5
4	Poliéster n	24.87	10.4	-37.2
5	Poliéster azul	11.92	8.02	-20.3
6	Poliéster plomo	10.5	7.58	-17.4
7	algodón	12.61	14.83	-28.8
8	Lana purpura	17.13	14.56	-19.9
9	Poliéster ver	10.83	6.23	-17.5
10	Poliéster beis	6.14	9.87	-10.2
11	Poliéster plomo	10.4	8.82	-16.1

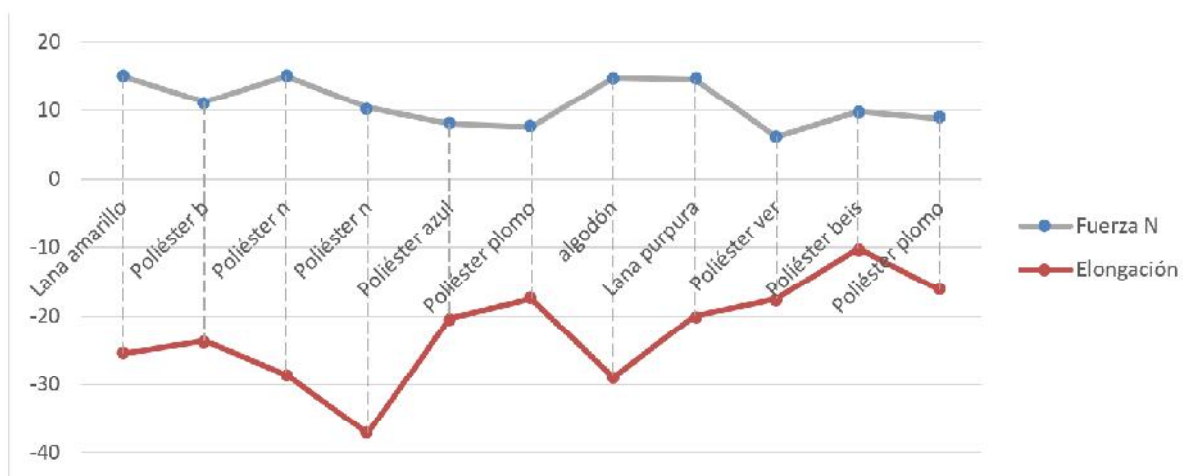


Figura 5. Información obtenida de la primera etapa manualmente

- Segunda etapa

Tabla 3.
Registros de ensayos con el dinamómetro

Nro	Tipo de hilo	Grosor de hilo	Nro cabo	Torsión	Peso=1m
1	Lana amarillo	0.24mm	3	Z	
2	Poliéster b	0.12mm	3	Z	
3	Poliéster n	0.11mm	3	Z	
4	Poliéster n	0.8mm	2	Z	
5	Poliéster azul	0.6mm	2	Z	
6	Poliéster plomo	0.8mm	2	Z	
7	Fibra llama	0.56mm	2	Z	
8	Algodón	0.22mm	3	Z	
9	Poliéster ver	0.7mm	2	Z	
10	Poliéster beis	0.11mm	2	Z	
11	Poliéster plomo	0.12mm	3	Z	

Otros cálculos

Tabla 4.
Registros de ensayos para el hilo simple

Muestra	N° Vueltas	Longitud (pulg)
1	426	10
2	450	10
3	430	10
4	479	10
5	471	10
Promedio	451.2	10

Para el título del hilo tomamos una muestra y se obtuvo los siguientes resultados:

- Longitud: 120 Yd.
- Peso: 2.8191 g.

$$T_{Ne} = 0,59 \times \frac{L(m)}{P(g)}$$

$$Ne = 0,59 \times \frac{120yd * \frac{0,9144m}{1yd}}{2,8191 gr} = 22,96 Ne$$

Para calcular α_e de torsión usaremos el promedio del N° de vueltas.

$$\alpha_e = \frac{VPP}{\sqrt{T_{Ne}}}$$

$$\alpha_{pulg} = \frac{\frac{451,2 vueltas}{20 pulg}}{\sqrt{22,96}} = 4,7$$

Tabla 5.
Registros de ensayos para el hilo retorcido

Muestra	N° Vueltas	Longitud (pulg)
1	83	10
2	80	10
3	80	10
4	80	10
5	84	10
Promedio	81.4	10

Para el título del hilo tomamos una muestra y se obtuvo los siguientes resultados:

- Longitud: 60 Yd.
- Peso: 2.7578 g.

Por tratarse de hilo de acrílico se debe hallar el título en Nm y las VPM.

$$T_{Nm} = 0,59 \times \frac{L(m)}{P(g)}$$

$$Nm = \frac{60yd * \frac{0,9144m}{1yd}}{2,7578 gr} = 19,9 Nm$$

Para calcular α_m de torsión usaremos el promedio del N° de vueltas.

$$VPM = 8,14 \frac{vueltas}{pulg.} \times \frac{1 pulg}{0,0254m} = 320,47 VPM$$

$$\alpha_m = \frac{VPM}{\sqrt{T_{Nm}}} = \frac{320,47 VPM}{\sqrt{19,9}} = 71,85$$

Conclusiones

Un hilo cualquiera, dócil a pruebas y/o ensayos de dinamometría, puede mostrar valores diferentes de resistencia y elongación a la rotura puesto que esto involucra las mediciones que se dieron en el laboratorio con equipos diferentes; ya que la calibración de los mismos será óptima al momento de mostrar los resultados.

Como en cualquier sector económico, la investigación y el desarrollo es fundamental para asegurar un crecimiento sostenido, a largo plazo; como en la presente investigación se muestra elementos diferenciadores básicos que todo estudiante y profesional de ingeniería textil debe de conocer para una mejor calidad en el producto.

La importancia de conocer la resistencia de cualquier material en una industria textil nos permite disminuir los gastos, y lograr una buena elección al momento de adquirirlos.

Recomendaciones

- Verificar que todos los equipos de laboratorio se encuentren perfectamente calibrados (para cualquier tipo de investigación).
- Realizar los experimentos como mínimo 5 veces para obtener un resultado más preciso al momento de hallar el título.
- Verificar que la aguja del cuadrante se encuentre marcando cero y cuando regrese debe caer justo en el mismo punto.

Referencias bibliográficas

- Barcelo Coll, Juan (2003). "Fisiología vegetal. Edición primera. Editorial Pirámide España.
- Corpeño, B. (2004). Manual del cultivo del tomate, Editorial IDEA. Centro de Inversión, Desarrollo y exportación de Agro negocios, El Salvador. pp. 5 – 20.
- Cheniclet C, Rong WY, Causse M, Frangne N, Bolling L, Carde JP, Renaudin JP (2005). Cell expansion and endoreduplication show a large genetic variability in pericarp and contribute strongly to tomato fruit growth. *Plant Physiol* 139.
- Fiorella J. (2006). Cultivo y producción de tomate Edición primera Editorial RIPALMA Perú.
- Garcilaso L. B. (2011). Biorreguladores de crecimiento, fertilizantes químicos y orgánicos en tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) de invernadero. (Tesis Maestría) Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- González A. G. (2013). Virus emergentes en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) no presentes encuba <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209129856008.pdf>
- Laiton, G, A, Balaguera. (2012). Producción y calidad poscosecha de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) larga vida sometido a la aplicación de ácido giberélico-Colombia.
- Mac Millan, J. (2002). Occurrence of gibberelins in vacular plants, fungi and bacteria. *Journal Plant Growth Regulation* 20:387-422 (Tesis maestro).
- Narro A. (2015) Análisis del crecimiento, desarrollo y rendimiento de un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) C.V. Brandywine bajo el efecto de dos bioreguladores (Tesis Maestría) México.
- Oddone, Salido, Santamaria. (2016) Fortalecimiento de la cadena de valor de tomate y chile verde dulce en El Salvador). México.
- Ruiz Nájera, Ramiro Eleazar, Ruiz Nájera, José Alfredo, Guzmán Gonzalez, Salvador, & Pérez Luna, Esaú de Jesús. (2011). Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 129-137. Recuperado en 30 de abril de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018849992011000200004&lng=es&tlng=es.
- Serrani, Yarce J.C. (2008). Interacción de Giberelinas y Auxinas en la Fructificación del Tomate (Tesis Doctorado) Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Sánchez, R. C. (2004). Biohuertos el cultivo en casa Edición primera Editorial RIPALME - Perú.
- Sánchez, R. C. (2005). Cultivo y comercialización de hortalizas. Edición primera. Editorial RIPALME, Perú.