



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

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN MECATRÓNICA

TEMA:

*“Propiedades mecánicas de la fibra de totora (*Schoenoplectus californicus*) sometida a
solución salina mediante ensayos mecánicos”*

AUTOR: Jorge Ramiro Checa Pozo

DIRECTOR: Ing. Cosme Damián Mejía Echeverría, Msc.

IBARRA - ECUADOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

El 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 DEL AUTOR			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004016927		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Checa Pozo Jorge Ramiro		
DIRECCIÓN:	Ibarra, calle Honduras entre México y Bolivia		
EMAIL:	jrhcicap@utn.edu.ec – jcputn@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062511090	TELÉFONO MÓVIL:	0980674520
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“Propiedades mecánicas de la fibra de totora (Schoenoplectus californicus) sometida a solución salina mediante ensayos mecánicos”		
AUTOR:	Jorge Ramiro Checa Pozo		
FECHA (DD/MM/AAAA):	12/11/2019		
SÓLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	Pregrado		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mecatrónica		
ASESOR/DIRECTOR:	Ing. Cosme Damián Mejía Echeverría, Msc.		

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo 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 en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

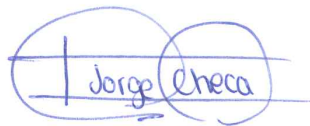
Ibarra, a los 12 días del mes de noviembre de 2019.



Jorge Ramiro Checa Pozo
C.I.: 1004016927

DECLARACIÓN

Yo, Jorge Ramiro Checa Pozo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



Jorge Ramiro Checa Pozo
C.I.: 1004016927

CERTIFICACIÓN

En calidad de autor del trabajo de grado titulado “Propiedades mecánicas de la fibra de totora (*Schoenoplectus californicus*) sometida a solución salina mediante ensayos mecánicos”, certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Jorge Ramiro Checa Pozo, bajo mi supervisión.



Ing. Cosme Mejía, MSc.
DIRECTOR

Agradecimiento

Quiero agradecer a Dios por haberme dado las fuerzas necesarias para poder luchar por este objetivo por ser mi soporte mi apoyo de vida y haberme encaminado por el sendero del bien.

A mis queridos amigos de carrera Héctor Yépez, David Guzmán, William Cabascango y Paul Escobar por la amistad incondicional entregada en el transcurso de mi formación académica.

Mi profundo agradecimiento a la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso de formación profesional dentro de su establecimiento educativo.

A la Demencia SC especialmente a mis amigos de toda la vida Gabriel Loyo, Francisco Rivera, Aunner Mina, Ronald Anangón y Bryan Aguirre por su amistad pura y sincera por ese aguante esa lealtad que caracteriza a un Manzanillo de verdad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Cosme Mejía, MSc, principal colaborador durante todo este proceso quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo de investigación.

Jorge R. Checa P.

Dedicatoria

A mi querida madre por ser la persona más representativa de lucha incansable en mi vida, por ser ese motor, esas ganas de salir adelante como persona y como profesional, por inculcarme valores y formarme de la mejor manera.

A mi padre, quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo, y demostrarme que la valentía es mas grande que cualquier miedo

A mi Prima Samanta, que con su sabiduría infinita y hambre de gloria me demostró que la lucha es sin descanso y el aliento sin respiro.

A mi mejor amigo Gabriel, quien me a demostrado que la amistad sincera y la lealtad si existe, que los sueños se los conquista trabajando arduamente paso a paso y sin desesperación.

A mi abuela lucerito, por brindarme su valioso tiempo, dedicación y siempre creer en mi, por ser esa persona incondicional en mi vida y motivo de superación.

Jorge R. Checa P.

Resumen

El presente trabajo de investigación consiste en buscar una propuesta que permita disminuir los altos índices de contaminación en los océanos producidos en su gran mayoría por las redes de pesca, es por eso que ha existido la necesidad de optar por el uso de materiales biodegradables con el fin de disminuir la creciente contaminación en los océanos.

Tomándose como caso particular el uso de un material orgánico renovable de crecimiento rápido como la totora para la elaboración de redes de pesca, se trabajó de manera artesanal a la fibra por medio los miembros de la organización "TOTORA WASI" mediante un trenzado sencillo de 140 torsiones en "Z" por metro formando así una cuerda de totora con un diámetro de 5mm, procediendo a realizar ensayos a tracción mediante la norma internacional ISO 2062 2009 en seco de la fibra donde se obtuvo un esfuerzo de 12,49 MPa.

Posterior a esto se realizaron ensayos de la fibra sumergida en agua de mar en el perfil costanero de la provincia de Esmeraldas por periodos de ocho días donde se observó un decrecimiento porcentual del 14,10%, el mismo que a la prueba seis proporcionó valores muy bajos a la tensión equivalentes a 0,91 MPa concluyendo así que la fibra sin algún recubrimiento adicional no podrá servir para esta aplicación. Sin embargo, se obtienen los datos para aplicaciones en las que la fibra seca podría utilizarse en reemplazo de ciertos materiales sintéticos.

Abstract

The present research work consists in looking for a proposal that allows to reduce the high levels of pollution in the oceans produced mostly by fishing nets, that is why there has been a need to opt for the use of biodegradable materials with the in order to reduce the increasing pollution in the oceans.

Taking as a particular case the use of a fast-growing renewable organic material such as the totora for the elaboration of fishing nets, fiber was handcrafted by means of the members of the "TOTORA WASI" organization through a simple braid of 140 "Z" torsions per meter thus forming a 5mm diameter cattail rope, performing tensile tests using the ISO 2062 2009 international dry fiber standard where an effort of 12.49 MPa was obtained.

After this, tests of the fiber submerged in seawater were carried out in the coastal profile of the province of Esmeraldas for periods of eight days where a percentage decrease of 14.10% was observed, the same as for test six provided very high values. Low voltage equivalent to 0.91 MPa concluding that the fiber without some additional coating may not be used for this application. However, data is obtained for applications in which dry fiber could be used to replace certain synthetic materials.

Índice General

Agradecimiento.....	6
Dedicatoria.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Índice General.....	10
Índice de Tablas	14
Índice de Figuras.....	15
Índice de Ecuaciones	18
Capítulo I.	19
1. Introducción.....	19
1.1. Objetivos.....	19
1.1.1. Objetivo general	19
1.1.2. Objetivos específicos.....	19
1.2. Planteamiento del Problema	19
1.3. Alcance y Limitaciones	20
Capítulo II.....	22
2. Marco referencial.....	22
2.1. Totora (fibra natural)	22
2.1.1. Antecedentes.....	22
2.1.2. Propiedades.....	23
2.1.3. Impacto ambiental	23
2.1.4. Normativas	24
2.2. Contaminación.....	25
2.2.1. Índices de contaminación	25

2.2.2.	Ordenanzas FAO	26
2.2.3.	Descomposición del plástico	26
2.2.4.	Tipos de plásticos	27
2.2.5.	Clases de tamaño	27
2.2.6.	Tipos de categorización	28
2.2.7.	Impacto en la fauna silvestre	30
2.2.8.	Enredo de la vida marina	30
2.3.	Redes de Pesca	31
2.3.1.	Tipos de redes de pesca	32
2.3.1.1.	Redes de arrastre.....	32
2.3.1.2.	Redes de enmalle	33
2.3.1.3.	Líneas de anzuelo	34
2.3.1.4.	Atarraya	35
2.3.1.5.	Redes de cerco	37
2.4.	Descripción Normativa de las fibras.	38
2.4.1.	Características de las fibras sintéticas	38
2.4.2.	Propiedades requeridas según el arte o aparejo de pesca a utilizar	39
2.4.3.	Principales propiedades de hilos usados en las redes de pesca	39
2.4.4.	Elaboración de hilos	40
2.4.4.1.	Hilos torcidos.....	40
2.4.4.2.	Hilos trenzados	40

2.4.4.2.1. Alma	40
2.4.4.2.2. Número de hebras	41
2.4.4.2.3. Grado de dureza del trenzado	41
2.5. Normas internacionales de los ensayos mecánicos	41
2.5.1. Principio norma ISO 2062 2009	41
2.5.2. Características norma ISO 2062 2009	42
2.5.3. Muestreo	42
2.5.4. Procedimiento	43
Capítulo III.....	44
3. Metodología.....	44
3.1. Selección de la norma construcción de probetas	44
3.1.1. Extracción de las fibras de totora	44
3.1.2. Secado de la fibra de totora	45
3.1.3. Selección de la fibra de totora	45
3.1.4. Trenzado de la fibra de totora.....	46
3.2. Preparación de ensayos experimentales	46
3.3. Ensayos experimentales.....	48
Capítulo IV	51
4. Pruebas y Resultados	51
4.1.1. Prueba Uno	51
4.1.2. Prueba Dos.....	53
4.1.3. Prueba Tres	55
4.1.4. Prueba Cuatro	57

4.1.5.	Prueba Cinco	59
4.1.6.	Prueba Seis	61
4.1.7.	Prueba Siete	63
4.2.	Obtención de las propiedades mecánicas	65
4.2.1.	Prueba Uno	65
4.2.2.	Prueba Dos.....	66
4.2.3.	Prueba Tres.....	67
4.2.4.	Prueba Cuatro	68
4.2.5.	Prueba Cinco	69
4.2.6.	Prueba Seis	70
4.2.7.	Prueba Siete	71
4.3.	Análisis de las propiedades mecánicas.....	72
4.3.1.	Caracterización de la sogá de totora sometida a las pruebas.....	74
Capítulo V.....		75
5.	Conclusiones y Recomendaciones	75
5.1.	Conclusiones.....	75
5.2.	Recomendaciones.....	75
5.3.	Anexos.....	79

Índice de Tablas

Tabla 1 Características fibras sintéticas.....	38
Tabla 2 Propiedades mecánicas tipos de redes de pesca.	39
Tabla 3. Cronograma cortes de sogas de totora.....	47
Tabla 4 Ensayo correspondiente a la Prueba Uno.	51
Tabla 5 Ensayo correspondiente a la Prueba Dos.....	53
Tabla 6 Ensayo correspondiente a la Prueba Tres	55
Tabla 7 Ensayo correspondiente a la semana tres.....	57
Tabla 8 Ensayo correspondiente a la semana cuatro.	59
Tabla 9 Ensayo correspondiente a la prueba seis.	61
Tabla 10 Ensayo correspondiente a la prueba siete.	63
Tabla 11. Análisis prueba uno.	65
Tabla 12. Análisis prueba dos.....	66
Tabla 13. Análisis prueba tres.....	67
Tabla 14. Análisis prueba cuatro.	68
Tabla 15. Análisis prueba cinco.....	69
Tabla 16. Análisis prueba seis.	70
Tabla 17. Análisis prueba siete.....	71
Tabla 18. Caracterización sogas de totora.....	74
Tabla 19. Caracterización sogas de polipropileno monofilamento con diámetro igual a 5mm	85
Tabla 20. Caracterización sogas de polipropileno monofilamento con diámetro igual a 3mm	85

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Secado de la fibra de totora.	24
<i>Figura 2.</i> Peines utilizados en la segmentación de la fibra de totora.	25
<i>Figura 3.</i> Porcentajes de tipos de plásticos en el gran parche. Fuente: [13]	28
<i>Figura 4.</i> Plásticos tipo H. Fuente [13].	28
<i>Figura 5.</i> Plásticos tipo N. Fuente:[13]	29
<i>Figura 6.</i> Plásticos tipo. Fuente:[13].	29
<i>Figura 7.</i> Plásticos tipo F. Fuente:[13].	29
<i>Figura 8.</i> Contaminación interna especie marina. Fuente: [12].	30
<i>Figura 9.</i> Tortuga enredada en red fantasma. Fuente: [13].	31
<i>Figura 10.</i> Representación red de pesca.	31
<i>Figura 11.</i> Red de pesca tipo arrastre. Fuente: [15].	32
<i>Figura 12.</i> Partes red tipo arrastre. Fuente: [16].	33
<i>Figura 13.</i> Red de pesca tipo enmalle. Fuente:[17].	33
<i>Figura 14.</i> Aplicación red de enmalle. Fuente: [17].	34
<i>Figura 15.</i> Red de pesca tipo líneas de anzuelo. Fuente: [15].	35
<i>Figura 16.</i> Red de pesca tipo atarraya. Fuente: [14].	35
<i>Figura 17.</i> Partes constitutivas de una atarraya. Fuente:[14].	36
<i>Figura 18.</i> Red de pesca tipo cerco. Fuente: [15].	37
<i>Figura 19.</i> Extracción de la fibra.	44
<i>Figura 20.</i> Secado de la fibra de totora.	45
<i>Figura 21.</i> Selección de fibras.	45
<i>Figura 22.</i> Trenzado de la fibra.	46
<i>Figura 23.</i> Embarcación CAMILA II.	47
<i>Figura 24.</i> Dinamómetro Titan 5 Universal Strength Tester.	49

<i>Figura 25.</i> Curva característica de Fuerza vs extensión. natural.....	52
<i>Figura 26.</i> Curva característica de Fuerza vs extensión, idealizada.....	52
<i>Figura 27.</i> Curva característica de Fuerza vs Extensión, Natural.	54
<i>Figura 28.</i> Curva característica de Fuerza vs Extensión, Idealizada.....	54
<i>Figura 29.</i> Curva característica de Fuerza vs Extensión, Natural	56
<i>Figura 30.</i> Curva característica de Fuerza vs Extensión, Idealizada.....	56
<i>Figura 31.</i> Curva característica de Fuerza vs Extensión, Natural	58
<i>Figura 32.</i> Curva característica de Fuerza vs Extensión, Idealizada.....	58
<i>Figura 33.</i> Curva característica de Fuerza vs Esfuerzo, Natural.	60
<i>Figura 34.</i> Curva característica de Fuerza vs Esfuerzo, Idealizada.....	60
<i>Figura 35.</i> Curva característica de Fuerza vs Extensión, Natural	62
<i>Figura 36.</i> Curva característica de Fuerza vs Extensión, Idealizada.....	62
<i>Figura 37.</i> Curva característica de Fuerza vs Extensión, Natural.	64
<i>Figura 38.</i> Curva característica de Fuerza vs Extensión, Idealizada.....	64
<i>Figura 39.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.....	65
<i>Figura 40.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealización.	66
<i>Figura 41.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.....	66
<i>Figura 42.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, prueba dos.	67
<i>Figura 43.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.....	67
<i>Figura 44.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealizada	68
<i>Figura 45.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.....	68
<i>Figura 46.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealizada.	69
<i>Figura 47.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.....	69
<i>Figura 48.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealizada.	70
<i>Figura 49.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.....	70

<i>Figura 50.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealizada.	71
<i>Figura 51.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.	71
<i>Figura 52.</i> Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealizada.	72
<i>Figura 53.</i> Gráfica general Esfuerzo vs Tiempo de la sogá de totora.	72
<i>Figura 54.</i> Gráfica general Deformación vs Tiempo de la sogá de totora.	73
<i>Figura 55.</i> Gráfica general módulo de elasticidad vs tiempo de la sogá de totora.	74
<i>Figura 56.</i> Preparación de los materiales involucrados en los ensayos experimentales	79
<i>Figura 57.</i> Soga de totora antes de ser sumergida en el mar	79
<i>Figura 58.</i> Hundimiento de la sogá de totora en el mar	80
<i>Figura 59.</i> Extracción de las probetas experimentales	80
<i>Figura 60.</i> Toma de medidas semanales de las probetas a ensayar.	81
<i>Figura 61.</i> Montaje del dinamómetro a utilizar en ensayos experimentales semanales.	81
<i>Figura 62.</i> Colocación de probeta experimental	82
<i>Figura 63.</i> Probeta fracturada después del ensayo experimental a tracción.	82
<i>Figura 64.</i> Extracción del sobrante de la sogá de totora	83
<i>Figura 65.</i> Larvas de camarón presentes en la sogá de totora	83
<i>Figura 66.</i> Extracción de larvas de camarón mediante lavado de la muestra con agua dulce	84
<i>Figura 67.</i> Recolección semanal de probetas ensayadas	84
<i>Figura 68.</i> Obtención del título de la sogá de totora.	85

Índice de Ecuaciones

<i>Ecuación 1. Módulo de elasticidad.....</i>	48
---	----

Capítulo I.

1. Introducción

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Determinar la resistencia mecánica de la fibra de totora sometida a solución salina mediante ensayos experimentales.

1.1.2. Objetivos específicos

- Fabricar probetas de fibra de totora (soga) según normativa internacional para realizar ensayos mecánicos.
- Efectuar ensayos mecánicos experimentales de la fibra de totora sumergida en agua salina bajo normativa internacional.
- Caracterizar las propiedades mecánicas de la fibra de totora mediante los datos obtenidos en los ensayos experimentales.

1.2. Planteamiento del Problema

El uso indiscriminado en la utilización de plástico está dañando el planeta y los ecosistemas, y se advierte de que esta tendencia podría hacer que en 2.050 haya más plásticos que peces en el océano, afectando así a más de 550 especies de animales marinos [1].

Las organizaciones ecologistas han centrado el foco de atención en la contaminación ocasionada por los plásticos, entre ellas Greenpeace, que denuncia que cada año 12 millones de toneladas de desperdicios plásticos llegan al mar y el

80 % procede de la tierra, siendo las redes de pesca las que representan el 46 % de la contaminación total producida por el plástico en los océanos [1].

“Si el ciclo de producción de plástico sigue incrementándose al ritmo actual, en 2050 se habrán cuadruplicado las cifras actuales, con más plásticos que peces en el mar”, apunta esta ONG [2].

Frente a esta situación se plantea el uso de un material orgánico, renovable, de crecimiento rápido como la totora, en la fabricación de este componente de elementos constructivos.

La investigación de las propiedades mecánicas de la fibra de totora contribuirá para la construcción de redes de pescar de materiales biodegradables para la preservación de especies en peligro de extinción y minorar los altos índices de plásticos en los océanos.

1.3. Alcance y Limitaciones

Se construirá las probetas de fibra de totora (soga), bajo normas internacionales, a partir de la fibra obtenida en el sector artesanal.

Se realizarán los ensayos mecánicos de la fibra sumergida en agua salina.

Se obtendrá las propiedades mecánicas de la fibra sumergida en agua salina a diferentes intervalos de tiempo y se analizará su resistencia versus tiempo de inmersión.

El desarrollo del estudio de investigación de las propiedades mecánicas que presenta la fibra de totora está condicionado por diferentes variables como son flexibilidad, durabilidad y la resistencia que esta fibra pueda presentar para la elaboración de redes de pescar.

Con este trabajo se realizará una investigación que permita identificar los diferentes parámetros mecánicos esenciales que necesite tener la fibra como tal para

la fabricación y elaboración de redes de pescar resistentes, capaces de cumplir con funciones similares o superiores a las elaboradas por materiales como el nailon, kuralón etc.

Esta propuesta tiene como innovación brindar datos reales concisos y precisos de las características mecánicas de la fibra para en un futuro generar redes de pescar con fibras naturales que ayuden a precautelar la preservación de especies marinas que se encuentren peligro de extinción, así como también el ecosistema marino.

Capítulo II.

2. Marco referencial

2.1. Totora (fibra natural)

En el territorio nacional los recursos naturales son exorbitantes y el manejo de ellos es amplio y variado. Utilizado por varias generaciones de ecuatorianos para diferentes estudios y usos [3].

2.1.1. Antecedentes

La totora es una de las fibras naturales que Ecuador ostenta en gran cantidad. La zona andina esta proporcionada de esta planta que los antepasados de la serranía ecuatoriana, es decir los comuneros de esos sectores la han utilizado en diferentes actividades, desde pequeñas cosas como utensilios de cocina, canastos, esteras, hasta en medios de transporte como embarcaciones para la navegación [3] [4].

La habilidad de los artesanos indígenas (zona andina) ecuatorianos junto a la situación económica y social que se presentaba hizo de la totora un artículo muy significativo en el entorno artesanal, tomando un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico de las comunidades ancestrales [3] [4].

Conociendo que la totora es un recurso natural renovable que llega a envolver zonas extensas del lago san pablo los artesanos de alrededor de este, lo extraen de manera extensiva y esto hace de la totora un gran aporte a la economía de las comunidades que se encuentran a su alrededor. La totora alcanza su máximo crecimiento en épocas de lluvia en los meses de enero, febrero y marzo siendo así estos meses los de mayor producción de la misma [4].

2.1.2. Propiedades

La totora (*Schoenoplectus californicus*) es un junco de raíz acuática que crece en lagos y humedales en varios lugares de América y algunas islas del pacífico siendo así una fibra natural resistente. Se dice que su tallo puede alcanzar alturas de hasta 3,5 metros y diámetro de 2,5 Centímetros. Su crecimiento es muy rápido y por lo tanto su capacidad de renovación es de seis meses. Tiene una estructura porosa al interior formada por cámaras de aire como una esponja que la vuelve un material liviano y con propiedades aislantes, siendo una planta acuática que no requiere de mayor cuidado. El 77% de su peso es agua; su vástago es trígono con las fronteras de círculos lo que le hace resistente para algunos ámbitos de trabajo como la construcción por su impermeabilidad dureza y resistencia. Presenta una densidad aparente de: $0,078493 \text{ g/cm}^3$ y un coeficiente de conductividad térmica: $0.032098209 \text{ W/}^\circ\text{K m}^2$ y una resistencia a la tracción de $2476,4 \text{ MPa}$, una tensión media máxima de $85.068 \pm 7.667 \text{ MPa}$ y una cepa promedio de $0,03118 \pm 0,00432 \text{ mm / mm}$ [5].

2.1.3. Impacto ambiental

Una parte fundamental del impacto ambiental generado por las actividades pesqueras se debe a la utilización de redes de nailon. Frente a esta problemática ha existido la necesidad de desplegar nuevas alternativas y se experimenta un cambio hacia la elaboración de redes sostenibles. La utilización de materiales de origen natural es una de las alternativas para reducir el impacto ambiental producido por las redes convencionales. La experimentación de la totora tiene como objetivo obtener una fibra apta para la sustitución y uso en el ámbito pesquero, por medio de este estudio se pretende obtener las características mecánicas similares a las utilizadas hoy en día por las industrias pesqueras como es el caso del nailon y kuralón materiales sintéticos utilizados para la elaboración de redes de pesca [6].

2.1.4. Normativas

La fibra de totora debe cumplir con la mayoría de las características que presenta una red de pesca estándar las cuales son flexibilidad, dureza y resistencia. Con estos tipos de características se intentará remplazar a las redes de pesca que hoy en día son utilizadas por las industrias pesqueras por fibras naturales biodegradables como la totora [7].

La elaboración de la soga de totora fue realizada por los miembros de la organización artesanal “TOTORA WASI” ubicados en el sector de san Rafael, Provincia de Imbabura. Esta elaboración se basa en la recolección de tallos de fibra de totora (3 m de altura aproximadamente). Luego de esto se procede a secar bajo sombra alrededor de 15 a 20 días en forma de pirámide o extendidas sobre la superficie como se observa en la [Figura 1](#). Una vez concluido el secado se procede a la separación de las fibras de totora por medio de peinetas especiales (utilizadas en las mascotas) como se muestra en la [Figura 2](#) para posteriormente concluir con el trenzado y así obtener el producto deseado [5].



Figura 1. Secado de la fibra de totora.



Figura 2. Peines utilizados en la segmentación de la fibra de totora.

2.2. Contaminación

La contaminación en los océanos producidos por el plástico está causando daños irreparables al planeta. Lejos de disminuir esta problemática se agudiza cada día más. Es por eso que se tiene la necesidad de buscar alternativas eficaces, eficientes y seguras para contrarrestar a la contaminación que día a día se acrecienta, garantizando vías de responsabilidad entorno a la contaminación producida por el hombre [8].

2.2.1. Índices de contaminación

En la actualidad, varios movimientos ecologistas plantean la idea de eliminar el uso de sorbetes desechables, esto como una manera de disminuir la cantidad de plástico en los océanos y preservar las especies marinas. Teniendo como resultado varias campañas abrumadoras y de gran importancia, sin embargo, debe mencionarse que la mayoría del plástico en el mar no proviene de dicha fuente sino más bien en su gran mayoría de los equipos de pesca abandonados [9].

Alrededor de 640.000 toneladas de equipo de pesca son arrojadas en los océanos cada año aumentando la contaminación ya existente por otro tipo de residuos plásticos. Las “redes fantasmas” es un gran ejemplo del peligro que causan estas al ecosistema y a la vida marítima.

Claro ejemplo de esta barbarie es la muerte de cientos de especies marítimas muertas entre las redes de pesca abandonadas por las industrias pesqueras [9].

2.2.2. Ordenanzas FAO

Una de las alternativas propuestas por la FAO (Food and Agriculture Organization- Organización de la ONU para la Alimentación y la Agricultura) es la necesidad de normar la utilización de aparejos de pesca concientizándose no únicamente moral sino legalmente, trasladando las redes que han cumplido su vida útil a los puertos pesqueros en vez de abandonarlas en alta mar. Produciendo daños irreparables sobre el medio ambiente afectando a poblaciones marítimas su fauna y a las personas en caso de llegar a su cadena alimentaria al momento de ingerirlos [10].

2.2.3. Descomposición del plástico

En las zonas centrales de los mares (giros oceánicos) ya hay más plástico en suspensión que plancton es decir más plástico que comida, estas grandes manchas de basura como también se les conocen, comienzan a descomponerse en partículas cada vez mas pequeñas capaces de ser transportadas a grandes distancias debido a las corrientes convergentes producidas por el viento y el movimiento de la tierra. La mayoría de estas partículas son tan pequeñas que no se pueden ver a simple vista y mucho menos limpiarlas, son gigantescas sopas de plástico (una en el Índico, dos en el Atlántico (Norte y Sur) y dos en el Pacífico (Norte y Sur.) siendo así igual de tóxicas y no biodegradables para la vida marítima existente en los océanos [11].

El tiempo que tarda el plástico en degradarse depende del tipo de condiciones ambientales a las que se expone como lo es el oxígeno, la luz solar y los agentes mecánicos. En el caso particular de los océanos la radiación ultravioleta procedente de la luz producida por el sol es el principal agente que descompone al plástico. La acción que producen las olas del mar acelera

este proceso dando como resultado la fragmentación de pedazos mas grandes en trozos más pequeños [9].

Es difícil apreciar el tiempo que tarda en biodegradarse el plástico en los océanos, pero mediante investigaciones realizadas por “Greenpeace” se considera que este proceso es mucho más tardío que en la tierra pudiendo llegar a casi al doble de tiempo. Una vez que el plástico queda sumergido en el mar queda menos expuesto a los rayos de sol disminuyendo su temperatura y el oxígeno, haciendo que su degradación retarde un poco más [12].

2.2.4. Tipos de plásticos

Un estudio realizado por la organización océanos limpios “ocean clean-up” en el gran parche del pacífico (GPGP) muestra que la gran parte de los objetos de plásticos recuperados estaban elaborados de polietileno rígido o duro (PE) o polipropileno (PP), o artes de pesca abandonados (redes y cuerdas en particular). El tamaño varía desde pequeños fragmentos hasta objetos más grandes y redes de pesca de medidor, siendo así que el total del área de masa está hecha de un espesor mayor que 5mm [13].

Los residuos hallados en el parche consisten en objetos de más de 0,5 cm, y tres cuartas partes de la masa total están hechas de macro y mega plástico. Sin embargo, en términos de conteo de objetos, el 94% del total está representado por micro plásticos [13].

2.2.5. Clases de tamaño

El plástico dentro del parche se clasificó en cuatro clases de tamaño: [13]

- Micro plásticos (0.05 - 0.5 cm)
- Meso plásticos (0.5 - 5 cm)
- Macro plásticos (5 - 50 cm).
- Mega plásticos (cualquier cosa por encima de 50 cm)

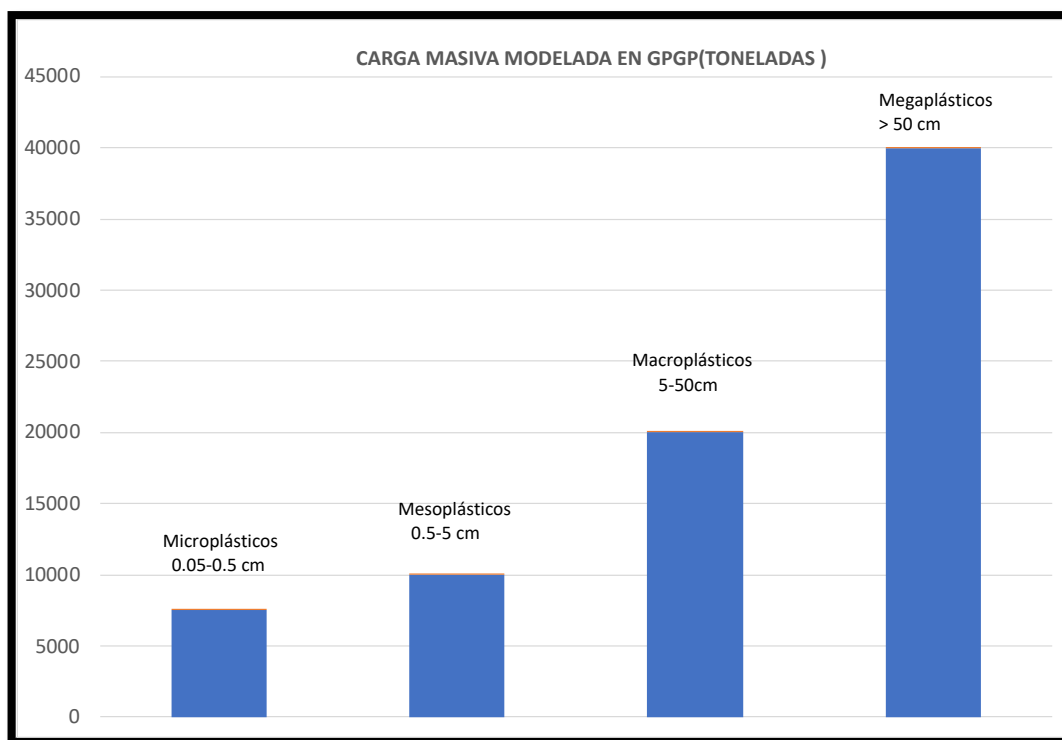


Figura 3. Porcentajes de tipos de plásticos en el gran parche. Fuente: [13]

2.2.6. Tipos de categorización

Una vez que se recolectaron los plásticos, un equipo de voluntarios clasificó el plástico en:

- Tipo H: plástico duro, lámina de plástico o película.



Figura 4. Plásticos tipo H. Fuente [13].

- Tipo N: líneas de plástico, cuerdas y redes de pesca



Figura 5. Plásticos tipo N. Fuente:[13]

- Tipo P: Plásticos de preproducción (cilindros, esferas o discos)

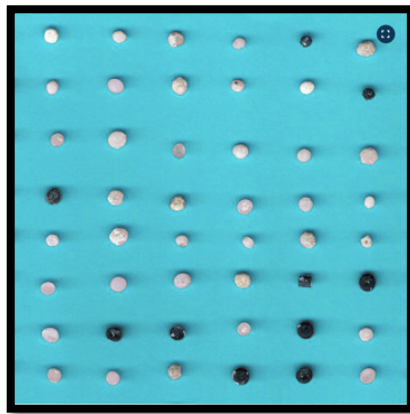


Figura 6. Plásticos tipo. Fuente:[13].

- Tipo F: Fragmentos de materiales espumados.

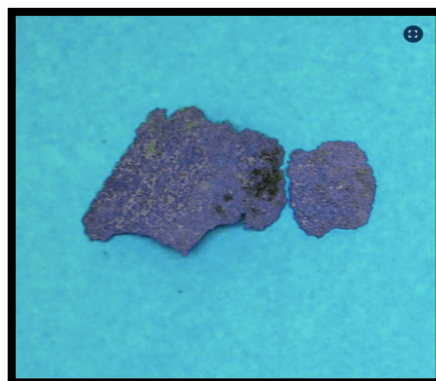


Figura 7. Plásticos tipo F. Fuente:[13].

2.2.7. Impacto en la fauna silvestre

El plástico se ha vuelto cada vez más una sustancia tóxica en el océano. Debido a su tamaño y color, los animales confunden el plástico con el alimento, ocasionando desnutrición a la vida marítima y al ecosistema. 84% de las muestras arrojaron índices altos de químicos tóxicos en demasía los estudios realizados indican que en alrededor de 700 especies se han encontrado desechos marinos como se observa en la Figura 8, el 92% de estos especímenes son con plástico. “El 17% de las especies afectadas por el plástico se encuentran en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Tóxico para alimentadores de superficie marina” [12].



Figura 8. Contaminación interna especie marina. Fuente: [12].

2.2.8. Enredo de la vida marina

Las redes de pesca representan el 46% de la masa total en el gran parche del pacifico y pueden ser peligrosas para los animales que nadan o chocan con ellas y no pueden liberarse de la red. La relación con estas redes abandonadas, también conocidas como redes fantasmas frecuentemente resulta en la muerte de las especies marinas involucradas como se puede observar en la Figura 9 [13].



Figura 9. Tortuga enredada en red fantasma. Fuente: [13].

2.3. Redes de Pesca

Las redes de pesca son aquellas que presentan una serie de hilos, tejidos y amarrados a una relinga superior o de flotadores y una relinga inferior de plomos que es utilizada para capturar peces como se muestra en la [Figura 10](#). Estas redes pueden presentarse como: [14].



Figura 10. Representación red de pesca.

- *Pasiva* (red de cortina, red trampa), inmóvil, requiere que el pez se enrede en ella.
- *Activa* (red de cerco, red de arrastre, etc.), móvil.

La malla o paño y los cabos pueden ser elaborados con fibras naturales tales como el cáñamo, algodón, o fibras sintéticas como es el caso del nailon, kuralón, etc [14].

Las redes de pesca presentan distintos tipos de características dependiendo del animal acuático a capturar, así como su habitad y técnica pesquera a utilizar [14].

2.3.1. Tipos de redes de pesca

2.3.1.1. Redes de arrastre

La utilización de las redes de arrastre está en función de varios factores que compuestos entre si permiten que el sistema funcione bajo los estándares de diseño aseverando de esta manera su apropiado comportamiento hidrodinámico y pesquero como se observa en la [Figura 11](#) [14].

Así, la necesidad de utilizar este tipo de red de pesca depende de algunos factores como son el diseño, construcción y aparejamiento de la red (distribución de las fuerzas de hundimiento y flotación), la longitud del cable de arrastre, de la profundidad de trabajo, etc [14].

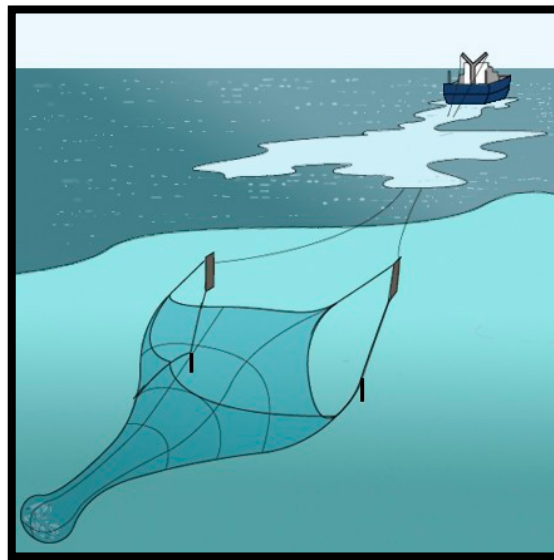


Figura 11. Red de pesca tipo arrastre. Fuente: [15].

Las redes de arrastre están formadas por las siguientes secciones véase en la [Figura 12](#): [14].

- Tapa superior o boyado: constituida por las cuchillas y los paneles centrales superiores del cuerpo.
- Tapa Inferior o arrastre, constituida por las cuchillas y paneles centrales inferiores del cuerpo.

- Tapas laterales o brazos.
- Dispositivo Excluidor de Tortugas (DEP).
- Bolso, copo o saco.

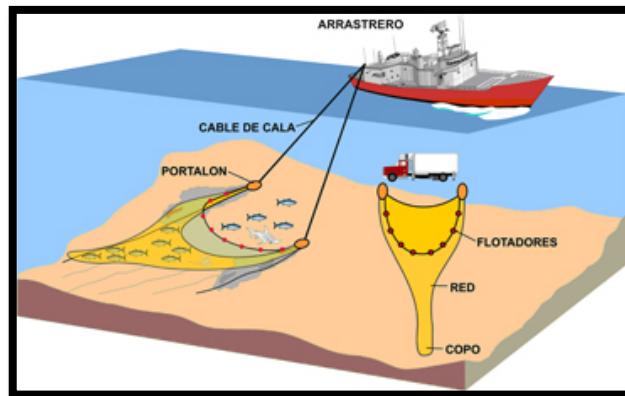


Figura 12. Partes red tipo arrastre. Fuente: [16].

2.3.1.2. Redes de enmalle

Las redes de enmalle o también llamadas redes de deriva representan los métodos más simples y antiguos de la pesca, atrapando peces en las mallas de los paños de red. Estas redes son colocadas de manera vertical en la columna de agua por medio de un cabo flotante o relinga superior en la parte alta de la red y una relinga de plomos en la parte baja de la misma. Habitualmente la relinga superior queda flotando en la superficie del agua y la red colgando por debajo [15].

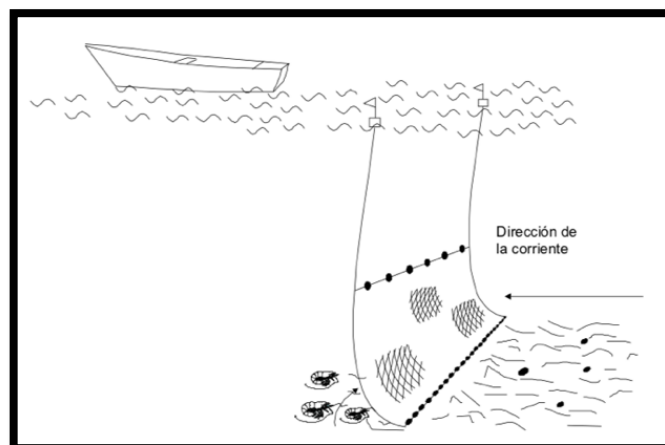


Figura 13. Red de pesca tipo enmalle. Fuente:[17]

En algunas ocasiones el cabo flotante queda armado de tal forma que se mantenga a cierta distancia hacia debajo de la superficie, por lo que la red de pesca conducirá a una parte más baja de la columna de agua quedando en cierta manera suspendida mediante boyas adicionales de superficie que son fijadas al cabo flotante a intervalos regulares de tal manera que tengan acceso a pescar en el fondo marino método utilizado para la pesca del camarón [15].

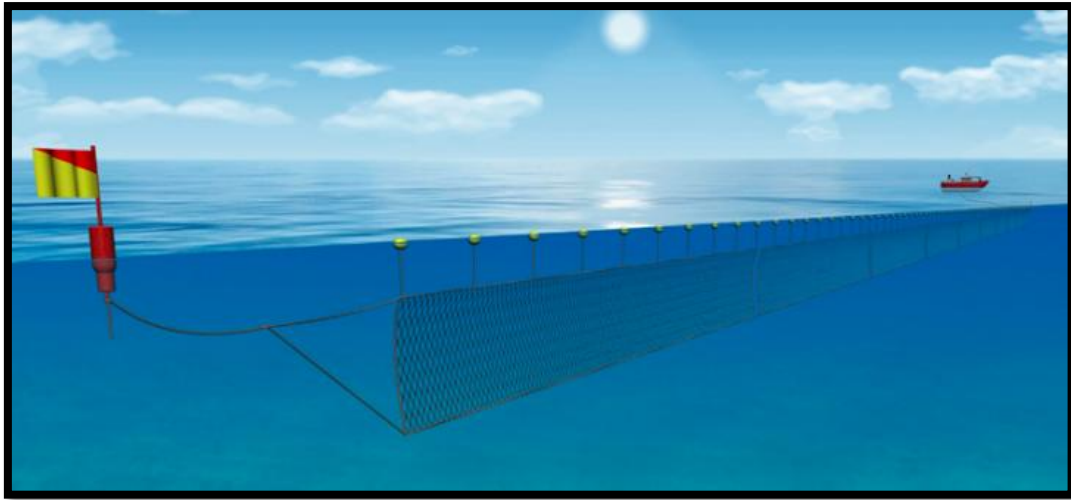


Figura 14. Aplicación red de enmalle. Fuente: [17].

2.3.1.3. Líneas de anzuelo

Son artes de pesca compuestas por una línea principal de la cual penden uno o varios anzuelos, estas artes de pesca son utilizadas mayoritariamente en el litoral del Pacífico, Golfo de México, Bahías, esteros y embalses. Las profundidades de operación cambian de acuerdo con la zona de captura y especie requerida [14].

Las líneas de anzuelo si bien son sencillas de construir, pueden volverse complejas cuando se pretende cubrir una gran área. Existiendo líneas de anzuelo para escama de estero, escama de fondo, escama pelágica, etc [14].

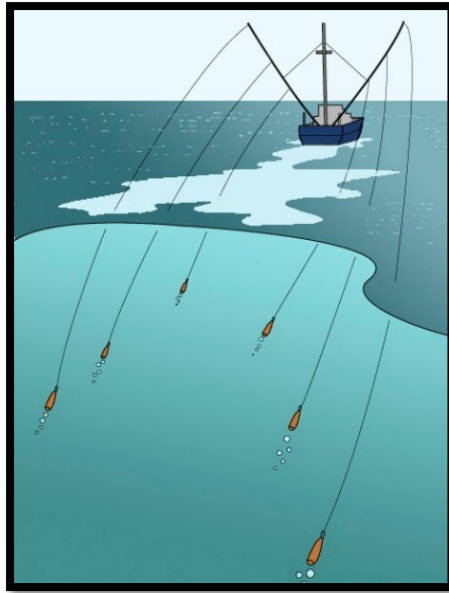


Figura 15. Red de pesca tipo líneas de anzuelo. Fuente: [15].

2.3.1.4. Atarraya

Las atarrayas son artes de pesca que se utilizan para la captura de una variedad de especies acuáticas (agua dulce, esteros o bahías), de acuerdo con la especie que se pretenda capturar se determinan las características de la red, así como del material de construcción, esta clase de equipo presenta una figura cónica y pueden ser operadas en aguas someras o profundas, a pie o por medio de una embarcación menor, según sea el caso [14].

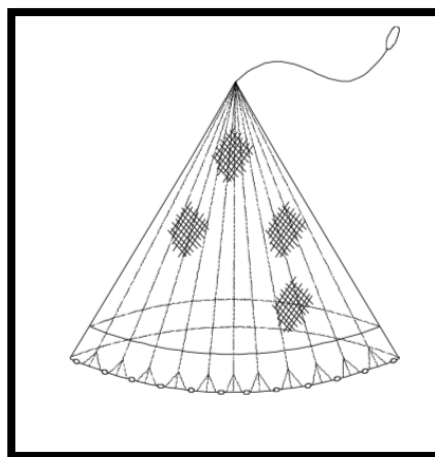


Figura 16. Red de pesca tipo atarraya. Fuente: [14].

Las atarrayas están conformadas por las siguientes partes: [14].

a) Cuerpo de la red

El cuerpo de la red es aquella parte que normalmente forma el bolso o copo donde se concentra la captura y presenta el mismo tamaño de malla de toda la sección [14].

b) Línea de plomos

Es la parte inferior de la red, la que entra en contacto en seguida con el fondo cuando la red está en operación [14].

c) Guindaleza

es la parte de la atarraya que se utiliza como cabo de recuperación [14].

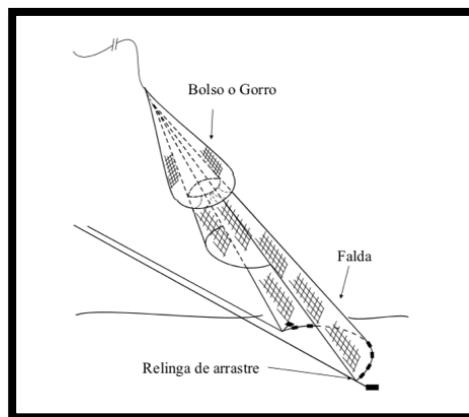


Figura 17. Partes constitutivas de una atarraya. Fuente:[14].

La elaboración de la atarraya se realiza de manera artesanal (manualmente) comenzando con un número determinado de mallas que van desde el vértice del cono hasta unas decenas de mallas antes de su base donde se coloca la relinga. Otra manera de elaborarlas es utilizando la técnica de paño de fabrica para lo cual se dividen en secciones en forma de cuchilla que se unirán posteriormente, la elaboración del arte de pesca mediante este método es muy rápido y evita pérdida de tiempo [14].

2.3.1.5. Redes de cerco

Las redes de cerco son aquellas redes que pasan la mayor parte de sus vidas en las profundidades marinas teniendo poco contacto con el fondo con el mismo, utilizada particularmente en cardúmenes de especies pelágicas como el arenque, la caballa, atún y peses que se juntan para desovar como el calamar [16].

Estas redes tienen una forma rectangular. En la parte superior de la red se dispone de un número adecuado de flotadores que la mantienen en posición vertical cuando se utiliza. En la parte inferior lleva una serie de plomos que ayudan a mantenerla vertical, contando además con un conjunto de anillos por los que pasa un cabo resistente, que se encarga de cerrar la red, formando un cerco [16].

Su funcionamiento viene dado por un gran muro de redes que rodean a los peses, que posterior a esto sostienen a los peses por medio de una línea en la parte inferior de la red que se bloquea cercando las capturas [16].

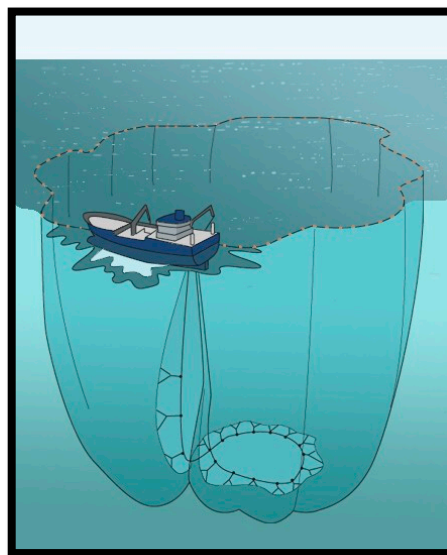


Figura 18. Red de pesca tipo cerco. Fuente: [15].

2.4. Descripción Normativa de las fibras.

La realidad en el mundo de la pesca tanto industrial como artesanal obedece en gran parte a una buena selección de materiales. Esto debe desarrollarse según los requerimientos técnicos como los materiales de elaboración, propiedades que permitan tomar decisiones acertadas para la selección del instrumento más adecuado para la pesca y según la especie marítima se desea atrapar. Habitualmente la industria pesquera se realiza con una gran variedad de artes de pesca tanto activos como pasivos, los que permiten dirigir sus esfuerzos en zonas de pesca localizadas en los perfiles costaneros [17].

2.4.1. Características de las fibras sintéticas

A continuación, se presentan las principales características a tomar en cuenta para la elección de las fibras a utilizar en redes de pesca mostradas detalladamente en [Tabla 1](#); [17].

Tabla 1 Características fibras sintéticas.

	<i>NAILON</i>	<i>POLIESTER</i>	<i>PROLIPOPILENO</i>	<i>POLIETILENO</i>
Resistencia/tenacidad(gr/denier)	8,50	8,00	7,50	7,00
Encogimiento en agua 100C (%)	12,00	6,00	8,00	6,00
Resistencia húmeda vs seca	85,90%	100%	100%	Hasta 105%
Densidad	1,14	1,38	0,91	0,95
Flota	No	No	Si	Si
Extensibilidad húmeda	alta	baja	baja	media
Resistencia al deterioro	excelente	excelente	excelente	excelente
Resistencia al UV en luz solar	bueno	excelente	bueno	bueno
Resistencia a la abrasión	muy bueno	excelente	bueno	justo
Uso de las fibras según el arte de pesca	todas	cerca, arrastre	arrastre	arrastre, cabos

Fuente: [17].

2.4.2. Propiedades requeridas según el arte o aparejo de pesca a utilizar

A continuación, se presentan las principales propiedades a tomar en cuenta para la elección de las fibras a utilizar en redes de pesca detalladamente en [Tabla 2](#); [17].

Tabla 2 Propiedades mecánicas tipos de redes de pesca.

<i>RESISTENCIA. A</i>	<i>RED DE ARRASTRE</i>	<i>ARTE FIJO</i>	<i>RED DE ENMALLE</i>	<i>PALANGRE</i>	<i>CERCO</i>
La ruptura	alta	alta	alta	alta	alta
Elongación	media	media	media	media	media
Densidad	baja	alta	baja	alta	media
Elasticidad	media	media	alta	baja	media
La abrasión	alta	baja	media	alta	alta
Al impacto	alta	alta	media	alta	alta
A la fatiga	alta	alta	alta	alta	alta
Durabilidad	baja	baja	baja	baja	baja

Fuente: [17].

2.4.3. Principales propiedades de hilos usados en las redes de pesca

- Resistencia a la tracción: Es la máxima carga por unidad de área que soporta un material (Kg/mm^2) [17].
- Tenacidad: Es la fuerza de resistencia a la rotura en términos de la numeración del hilo (gf/den) [17].
- Carga a la rotura: Es la máxima carga o fuerza que puede soportar un hilo sometido a tensión al momento de romperse (Kg) [17].
- Elongación: Es el incremento en longitud de un material sometido a tensión. Se expresa en unidades de longitud (mm o cm) [17].
- Trabajo: Es la cantidad de energía necesaria para estirar un material (fuerza vs. alargamiento) [17].

- Elasticidad: Esta es la propiedad que posee un hilo de red para recobrar su estado original después de eliminar una fuerza de estiramiento [17].
- Resistencia a la abrasión: Una de las principales causas del deterioro en las redes de material sintético se debe al roce, especialmente en el nudo de los paños. [17]

2.4.4. Elaboración de hilos

Según la forma de elaboración, existen tres tipos principales de hilos de pesca: hilos torcidos, hilos trenzados y monofilamento [17].

2.4.4.1. Hilos torcidos

Los distintos componentes del hilo son torcidos mediante un eje central. La presión, producto de la torsión, hace que los componentes formen el hilo. Está compuesto por: [17].

- Hilazas: Es el resultado de la unión y torsión realizada sobre un conjunto de fibras. En el caso del monofilamento, la hilaza generalmente está formada por una sola fibra.
- Cordones: Al efectuar una torsión de dos o más hilazas se consigue un cordón. Se tiene que dejar la dirección de torcido de las hilazas en sentido opuesto a la del cordón.
- Hilos: Es el efecto de la torsión de dos o más cordones o hebras. La torsión del hilo es diferente en dirección a la de los cordones o hebras, pero igual a la de las hilazas.

2.4.4.2. Hilos trenzados

Son elaborados entrecruzando un determinado número de hebras, de tal forma que se intersequen diagonalmente respecto al perfil longitudinal del hilo, estos hilos dan la forma de un tubo, logrando ser llenados con un alma en el orificio central [17].

2.4.4.2.1. Alma

Pueden ser hilazas, cordones o hebras que rellenan el espacio interior del tubo que se forma en el trenzado. El alma particularmente está compuesta de fibras compuestas y fibras continuas

torcidas para obtener mayor extensibilidad. La resistencia a la ruptura del hilo trenzado no aumenta proporcionalmente, incrementándose solo el peso del alma. En hilos trenzados usados para paños de redes se prefiere no usar alma, obteniendo como resultado telas más flexibles y nudos más estables [17].

2.4.4.2.2. Número de hebras

Depende del número de brocas y husos que tenga la máquina trenzadora. Particularmente se utilizan 6, 8, 12 y 16 hebras para hilos trenzados usados en paños de redes [17].

2.4.4.2.3. Grado de dureza del trenzado

Es la capacidad de flexión que puede tener el hilo, y se puede establecer por el conteo del número de puntadas o cruces por una unidad de longitud (cruces/cm) [17].

2.5. Normas internacionales de los ensayos mecánicos

La norma ISO 2062 2009 se basa en;

Textiles - Hilos de paquetes - Determinación de un solo extremo fuerza de rotura y alargamiento a la rotura usando tasa constante de extensión (CRE) tester.

2.5.1. Principio norma ISO 2062 2009

Una muestra de hilo se extiende hasta la rotura por un dispositivo mecánico adecuado, y la fuerza de rotura y alargamiento a la rotura se registran. Se utiliza una tasa constante de extensión de 100% por minuto (basado en la longitud de referencia), pero mayores o menores tasas son permitidos por acuerdo. Se permiten dos longitudes de calibre: por lo general los 500 mm (con una tasa de extensión de 500 mm / min), y excepcionalmente 250 mm (con una tasa de extensión de 250 mm / min) [18].

2.5.2. Características norma ISO 2062 2009

- Esta Norma Internacional especifica los métodos de uso de velocidad constante de los probadores de tracción extensión espécimen (CRE) [18].
- Esta norma se aplica a todos los tipos de hilos, con excepción del vidrio, elastomérico, aramida, polietileno de alto peso molecular (HMPE), ultra alta polietileno de peso molecular (UHMPE en las mangueras), los hilos de cerámica y de carbono y la cinta de poliolefina [18].
- Esta Norma Internacional es aplicable a los hilados de paquetes, pero se puede aplicar a los hilos extraídos de tejidos, previo acuerdo entre las partes interesadas [18].
- Esta Norma Internacional está destinado para la prueba de un solo extremo (de cadena simple) de hilos [18].

2.5.3. Muestreo

Según la norma ISO 2062 2009, las muestras se tomarán de acuerdo con las siguientes instrucciones:

2.5.3.1. Tamaño de la muestra

Permite establecer los parámetros específicos determinados por la norma para la ejecución de los ensayos experimentales siendo este parámetro el que indica el número de metros y probetas a ensayar.

2.5.3.2. Numero de muestras

La muestra de la fibra natural a ensayar deberá ser lo suficientemente grande como para proporcionar el número de probetas mínimas permitidas por la norma siendo este de 100 muestras equivalentes a 50 metros [18].

Las muestras de ensayo se tomarán de modo que la torsión en el hilo no se cambia durante el muestreo [18].

2.5.4. Procedimiento

- Todas las pruebas se deben realizar en las mismas condiciones (es decir, la longitud de calibre, velocidad de extensión, tipo de abrazadera, la temperatura, pretensión) [18].
- Se permiten dos longitudes de calibre: la longitud habitual de 500 mm, y una longitud de 250 mm que se puede utilizar solo si: [18]
 - a) la extensión del instrumento es insuficiente para acomodar una muestra de 500 mm, o
 - b) por acuerdo entre las partes interesadas.
- Utilice una velocidad de extensión de 500 mm / min o 250 mm / min a la longitud de calibre de 500 mm o 250 mm. Además, para los probadores automáticos solamente las tasas más altas son permitidos por el acuerdo; Se recomiendan 2 000 mm / min y 5 000 mm / min. las tasas de extensión inferiores pueden ser utilizados en el acuerdo; por ejemplo, 50% / min o 20% / min. [18]
- Desenrollar el hilo desde el paquete como se hace en el uso normal. [18]
- Antes Colocar la muestra, comprobar que las mordazas estén correctamente alineados y paralelos, de modo que la fuerza aplicada produce ninguna [18]
- desviación angular. [18]
- Insertar la muestra en las mordazas con una pretensión de $0,5 \text{ cN} / \text{tex} \pm 0,1 \text{ cN} / \text{tex}$ para condicionados especímenes, o de $0,25 \text{ cN} / \text{tex} \pm 0,05 \text{ cN} / \text{tex}$ para muestras húmedas. [18]

Capítulo III.

3. Metodología

3.1. Selección de la norma construcción de probetas

Por medio de la norma ISO-2062 2009 se tomó en cuenta los parámetros técnicos, para la construcción de las probetas de sogas de totora utilizadas en los ensayos; basándonos en los siguientes ítems de muestreo y acondicionamiento previo de la fibra que muestra la norma para su elaboración y adaptación [18].

Una vez tomado en cuenta los parámetros técnicos de los ítems antes mencionados se procedió a la construcción de la soga de totora de manera artesanal elaborada por los miembros de la organización artesanal “TOTORA WASI” mediante el siguiente procedimiento:

3.1.1. Extracción de las fibras de totora

Después de seis meses de sembrada la fibra se procedió a extraer los tallos que presentaron mayor longitud teniendo rangos entre 2.5 metros a 3.5 metros.



Figura 19. Extracción de la fibra.

3.1.2. Secado de la fibra de totora

Este proceso se lo realiza bajo sombra alrededor de 15 a 20 días en forma de pirámide o sobre una superficie, a una temperatura ambiente permitiendo así a la fibra no perder sus propiedades y tornarle quebradiza.



Figura 20. Secado de la fibra de totora.

3.1.3. Selección de la fibra de totora

Este proceso permite elegir a las fibras con características semejantes tanto en longitud como en espesor, permitiendo un mejor desempeño al momento de realizar el trenzado.



Figura 21. Selección de fibras.

3.1.4. Trenzado de la fibra de totora

En este proceso se divide o fragmenta a cada fibra de totora en dos permitiendo formar dos hebras longitudinalmente iguales, procediendo posteriormente a torcer a las fibras entre si formando una sogá de dos hilos y obteniendo el producto deseado.

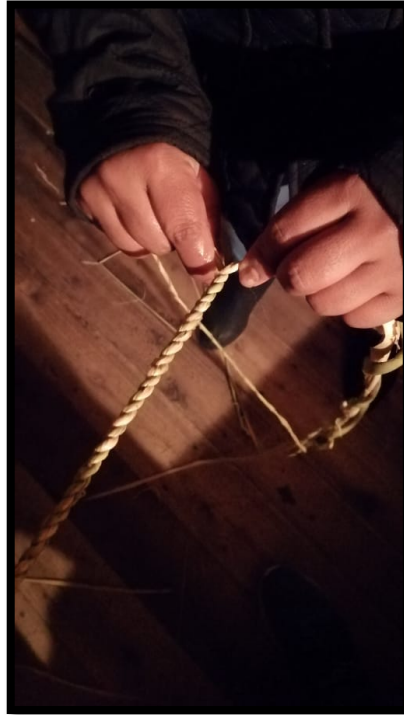


Figura 22. Trenzado de la fibra.

3.2. Preparación de ensayos experimentales

La preparación de los ensayos experimentales se realizó en la boya petrolera de la embarcación “CAMILA I” perteneciente a la empresa “FLOPEC” mostrada en la [Figura 23](#) en donde se procedió a sumergir 50 metros de totora correspondiente a la cantidad longitudinal que se requiere para realizar los ensayos experimentales sometidos a la norma internacional para ensayos a tracción ISO 2062 2009.



Figura 23. Embarcación CAMILA II.

Se planteó un cronograma en el que cada prueba corresponde a un período de 8 días, indicando así los días exactos de extracción de la fibra con una longitud de 2,50 metros correspondientes a las 5 probetas (cada un 0,50 metro) que serán sometidas a ensayos de tracción mencionados detalladamente a continuación en la Tabla 3.

CRONOGRAMA CORTES DE SOGA DE TOTORA

Tabla 3. Cronograma cortes de sogas de totora.

# DE PRUEBAS	DÍAS SUMERGIDOS	FECHA DE CORTE
PRUEBA 1	0 días	Viernes 3 de mayo de 2019
PRUEBA 2	8 días	Sábado 11 de mayo de 2019
PRUEBA 3	16 días	Domingo 19 de mayo de 2019
PRUEBA 4	24 días	Lunes 27 de mayo de 2019
PRUEBA 5	32 días	Martes 4 de junio de 2019
PRUEBA 6	40 días	Miércoles 12 de junio de 2019
PRUEBA 7	48 días	Jueves 20 de junio de 2019
PRUEBA 8	56 días	Viernes 28 de junio de 2019
PRUEBA 9	64 días	Sábado 6 de julio de 2019
PRUEBA 10	72 días	Domingo 14 de julio de 2019
PRUEBA 11	80 días	Lunes 22 de julio de 2019
PRUEBA 12	88 días	Martes 30 de julio de 2019
PRUEBA 13	96 días	Miércoles 7 de agosto de 2019
PRUEBA 14	104 días	Jueves 15 de agosto de 2019
PRUEBA 15	112 días	Viernes 23 de agosto de 2019
PRUEBA 16	120 días	Sábado 31 de agosto de 2019

3.3. Ensayos experimentales

Los ensayos experimentales para obtener las propiedades mecánicas se realizaron en los laboratorios de la carrera de ingeniería textil de la Universidad Técnica del Norte en la máquina. “Titan 5 Universal Strength Tester” la cual fue adaptada mediante software a la norma ISO-2062 2009, esta establece un tiempo de rotura de 20s, una tasa constante de extensión de 100% por minuto (basado en la longitud de referencia) permitiéndose así dos longitudes de calibre para realizar la prueba por lo general 500 mm (con una tasa de extensión de 500 mm / min), y excepcionalmente 250 mm (con una tasa de extensión de 250 mm / min).

Se realizaron cinco ensayos experimentales por semana con una longitud 500 mm y con un diámetro medio de 5 mm, de las cuales solo 250 mm se someterán a la prueba de tracción mientras que los 250 mm restantes fueron distribuidos proporcionalmente en el agarre de las mordazas como indicaba la norma correspondiente.

Para obtener las propiedades mecánicas se tomó en consideración la utilización de tres de los cinco datos que corresponden a los valores más altos que proporcionaron los ensayos. En base a esto se obtuvo un promedio de datos los cuales fueron utilizados para la obtención de la curva característica Esfuerzo (MPa) vs Deformación (mm/mm) que posteriormente serán analizadas.

En base a estas curvas y tomando en cuenta los rangos de estas, se determinará el módulo de elasticidad aplicando la siguiente fórmula.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Ecuación 1. Módulo de elasticidad

E = módulo de elasticidad

σ = esfuerzo máximo

ε = elongación unitaria

Finalmente, y con los valores máximos de esfuerzo de cada prueba se obtendrá una curva esfuerzo versus tiempo de la fibra de totora la cual nos permitirá determinar el tiempo de vida útil de la misma.

Una vez obtenida la gráfica de E vs D se obtendrán los puntos máximos en lo que respecta a esfuerzo y deformación correspondientes a la prueba realizada los cuales posteriormente se emplearán para el cálculo esfuerzo en el tiempo del material ensayado.

3.3.1. Determinación de la resistencia de la sogá de totora

3.3.1.1. Principio

Una muestra de sogá de totora en estado seco se somete a tracción hasta obtener la rotura de estructura, teniendo en cuenta su longitud inicial y final para obtener el porcentaje de elongación.

3.3.1.2. Equipo

- Dinamómetro de 1000 N (Titan 5 Universal Strength Tester)



Figura 24. Dinamómetro Titan 5 Universal Strength Tester.

3.3.1.3. Procedimiento Ensayos a tracción

- Acondicionar el dinamómetro a la norma internacional ISO-2062_2009 mediante software
- Colocar las probetas en el dinamómetro según las siguientes condiciones:
 - a) Distancia útil entre mordazas 250 mm
 - b) Tensión previa: tensión manual
 - Accionar el botón situado en la parte inferior derecha del dinamómetro
 - Finalmente almacenar los valores obtenidos en los ensayos realizado.

Capítulo IV

4. Pruebas y Resultados

Los ensayos que se realizaron durante las siete pruebas arrojaron datos para poder obtener las propiedades mecánicas y comportamiento a través del tiempo de la fibra de totora.

A continuación, se detallará el procedimiento que involucra la obtención de dichas propiedades.

4.1.1. Prueba Uno

Tabla 4. Ensayo correspondiente a la Prueba Uno.

<i>Probeta</i>	<i>Fuerza Máxima (N)</i>	<i>Extensión (%)</i>
1	221,16	18,04
2	166,66	16,96
3	233,11	26,07
4	259,31	25,92
5	182,42	23,81
Media	212,53	22,16

Durante este primer ensayo correspondiente a la prueba uno se obtuvo una fuerza media de 212,53N y una extensión de la fibra del 22,16%, que traduciendo a términos de longitud corresponde a una variación de longitud de 55.4 milímetros, mostrando así un comportamiento aceptable de la sogá de totora a la tracción.

Obteniendo así una desviación estándar de 33,72N con respecto a las fuerzas involucradas en el ensayo y un coeficiente de variación del 15,6% con respecto a las extensiones producidas por dichas fuerzas, mostrando así unos datos no tan variables dentro de los parámetros que involucran al coeficiente de variación.

Con los resultados antes mencionados se obtuvieron gráficas donde podemos observar el comportamiento natural que muestra la sogá de totora al ser sometida a tracción, llevándola así a una moderada idealización donde se descartaron los valores picos producidos por las irregularidades presentadas en la sogá construida de forma artesanal.

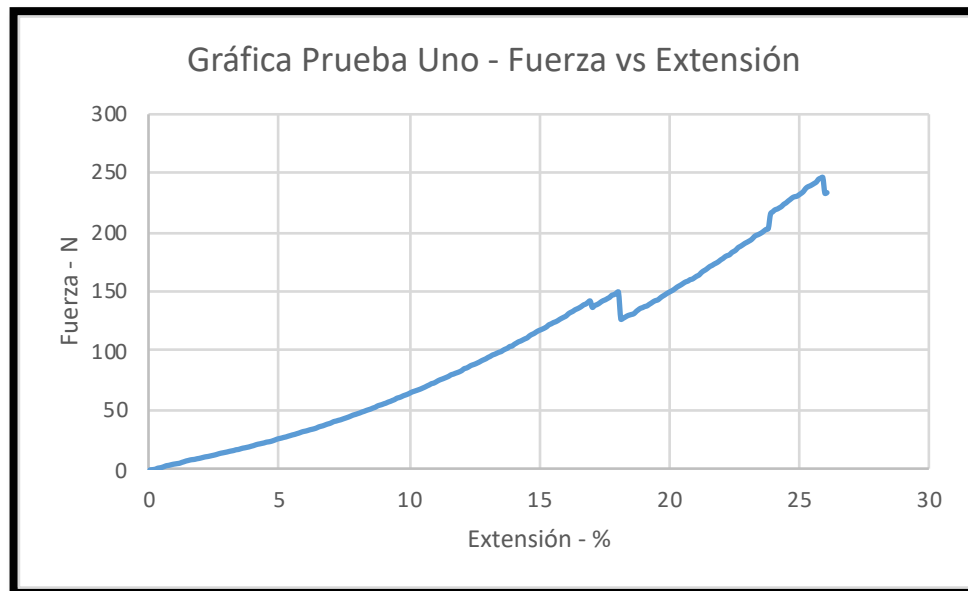


Figura 25. Curva característica de Fuerza vs extensión. natural.

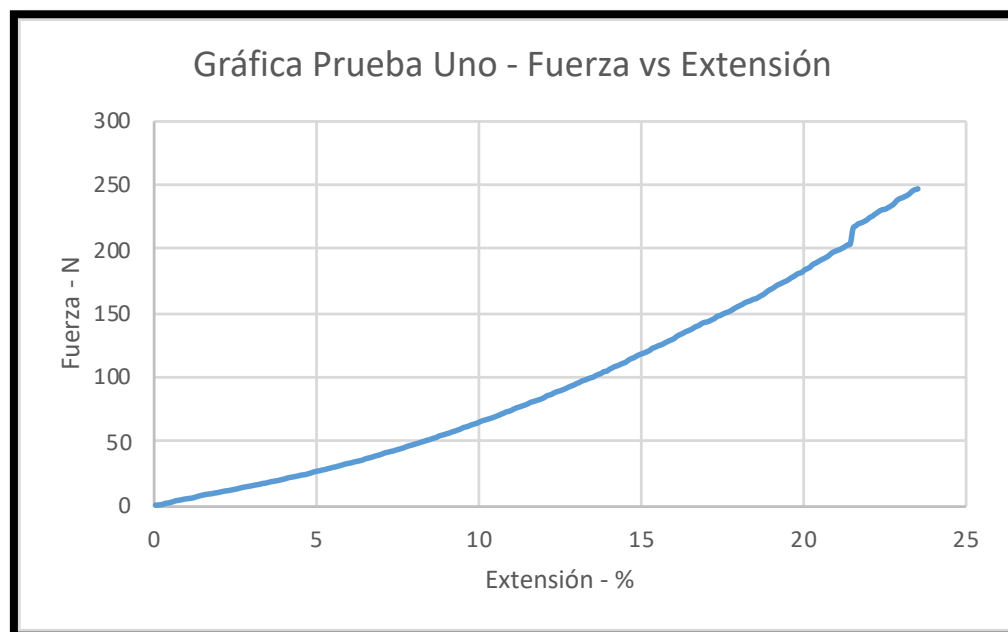


Figura 26. Curva característica de Fuerza vs extensión, idealizada.

4.1.2. Prueba Dos

Tabla 5. Ensayo correspondiente a la Prueba Dos.

<i>Probeta</i>	<i>Fuerza Máxima (N)</i>	<i>Extensión (%)</i>
1	170,72	25,3
2	151,58	23,91
3	125,23	23,66
4	139,5	27,74
5	103,63	25,5
Media	138,13	25,22

Durante este segundo ensayo correspondiente a la prueba dos se obtuvo una fuerza media de 138,13N y una extensión de la fibra del 25,22%, que traduciendo a términos de longitud corresponde a una variación de longitud de 63,05 milímetros, mostrando así un comportamiento aceptable de la sogá de totora a la tracción.

Obteniendo así una desviación estándar de 22,88N con respecto a las fuerzas involucradas en el ensayo y un coeficiente de variación del 16,57% con respecto a las extensiones producidas por dichas fuerzas, mostrando así unos datos no tan variables dentro de los parámetros que involucran al coeficiente de variación.

Con los resultados antes mencionados se obtuvieron gráficas donde podemos observar el comportamiento natural que mostro la sogá de totora al ser sometida a tracción, llevándola así a una moderada idealización donde se descartaron los valores picos producidos por las irregularidades presentadas en la sogá construida de forma artesanal.

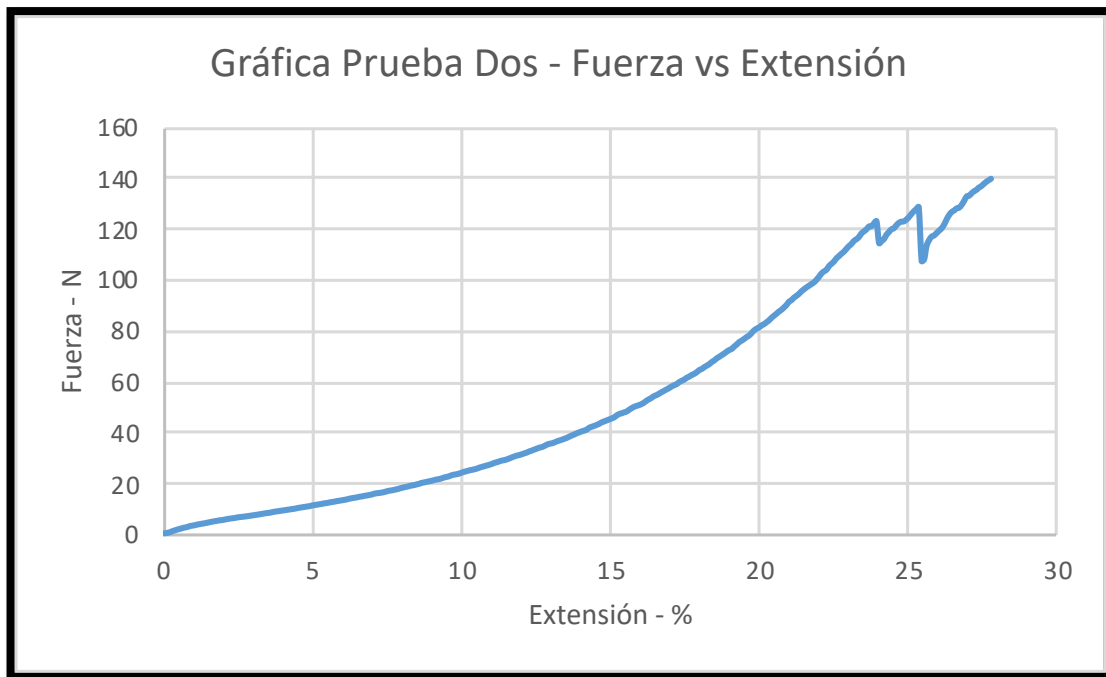


Figura 27. Curva característica de Fuerza vs Extensión, Natural.

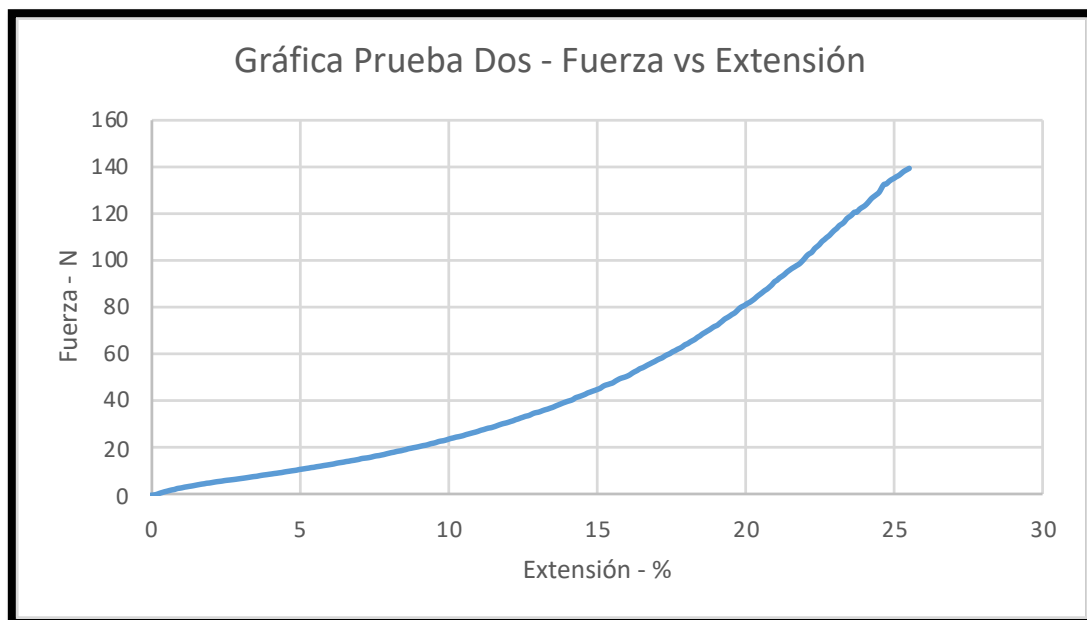


Figura 28. Curva característica de Fuerza vs Extensión, Idealizada

4.1.3. Prueba Tres

Tabla 6. Ensayo correspondiente a la Prueba Tres

<i>Probeta</i>	<i>Fuerza Máxima (N)</i>	<i>Extensión (%)</i>
1	81,21	22,99
2	90,66	25,07
3	108,18	21,34
4	94,42	26,93
Media	93,62	24,08

Durante este tercer ensayo correspondiente a la prueba tres se obtuvo una resistencia media de 93,62 N y una extensión de la fibra del 24,08%, que traduciendo a términos de longitud corresponde a una variación de longitud de 60,02 milímetros, mostrando así un comportamiento aceptable de la sogá de totora a la tracción.

Obteniendo así una desviación estándar de 9,33N con respecto a las fuerzas involucradas en el ensayo y un coeficiente de variación del 9,99% con respecto a las extensiones producidas por dichas fuerzas, mostrando así unos datos no tan variables dentro de los parámetros que involucran al coeficiente de variación.

Con los resultados antes mencionados se obtuvieron gráficas donde podemos observar el comportamiento natural que mostro la sogá de totora al ser sometida a tracción, llevándola así a una moderada idealización donde se descartaron los valores picos producidos por las irregularidades presentadas en la sogá construida de forma artesanal.



Figura 29. Curva característica de Fuerza vs Extensión, Natural

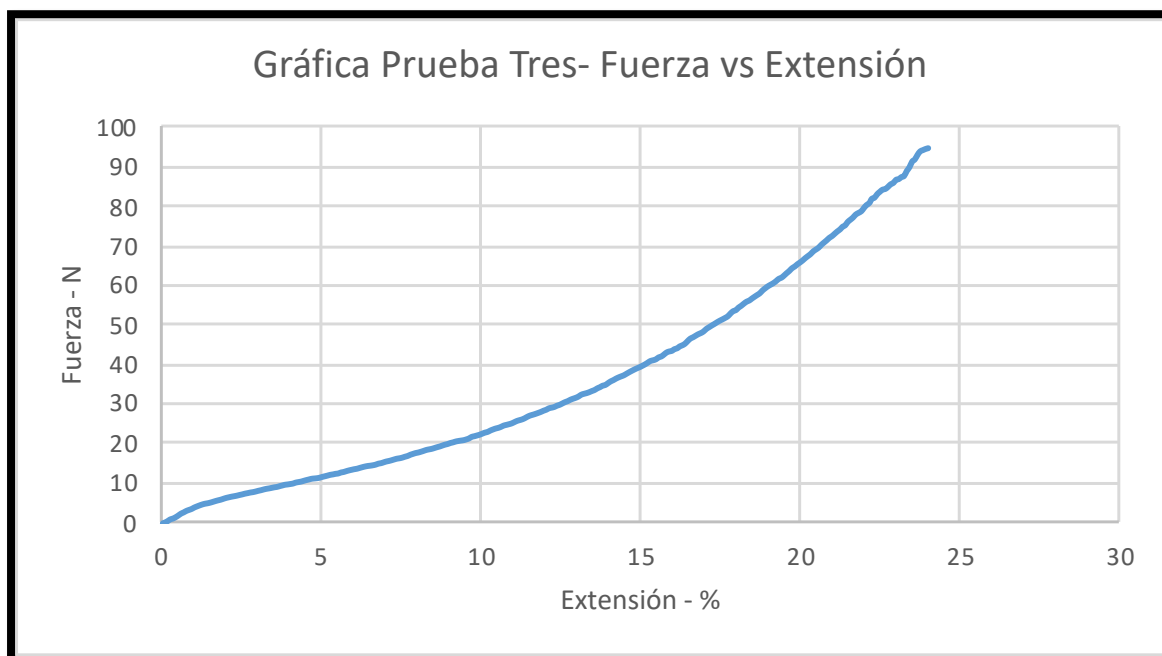


Figura 30. Curva característica de Fuerza vs Extensión, Idealizada

4.1.4. Prueba Cuatro

Tabla 7. Ensayo correspondiente a la semana tres.

<i>Probeta</i>	<i>Fuerza Máxima (N)</i>	<i>Extensión (%)</i>
1	66,46	21,13
2	44,93	17,38
3	48,46	15,63
4	73,36	24,57
Media	58,3	19,68

Durante este cuarto ensayo correspondiente a la prueba cuatro se obtuvo una resistencia media de 58,3 N y una extensión de la fibra del 19,68%, que traduciendo a términos de longitud corresponde a una variación de longitud de 49,2 milímetros, mostrando así un comportamiento aceptable de la sogá de totora a la tracción.

Obteniendo así una desviación estándar de 12,05N con respecto a las fuerzas involucradas en el ensayo y un coeficiente de variación del 19,99% con respecto a las extensiones producidas por dichas fuerzas, mostrando así unos datos no tan variables dentro de los parámetros que involucran al coeficiente de variación.

Con los resultados antes mencionados se obtuvieron gráficas donde podemos observar el comportamiento natural que muestra la sogá de totora al ser sometida a tracción, llevándola así a una moderada idealización donde se descartaron los valores picos producidos por las irregularidades presentadas en la sogá construida de forma artesanal.

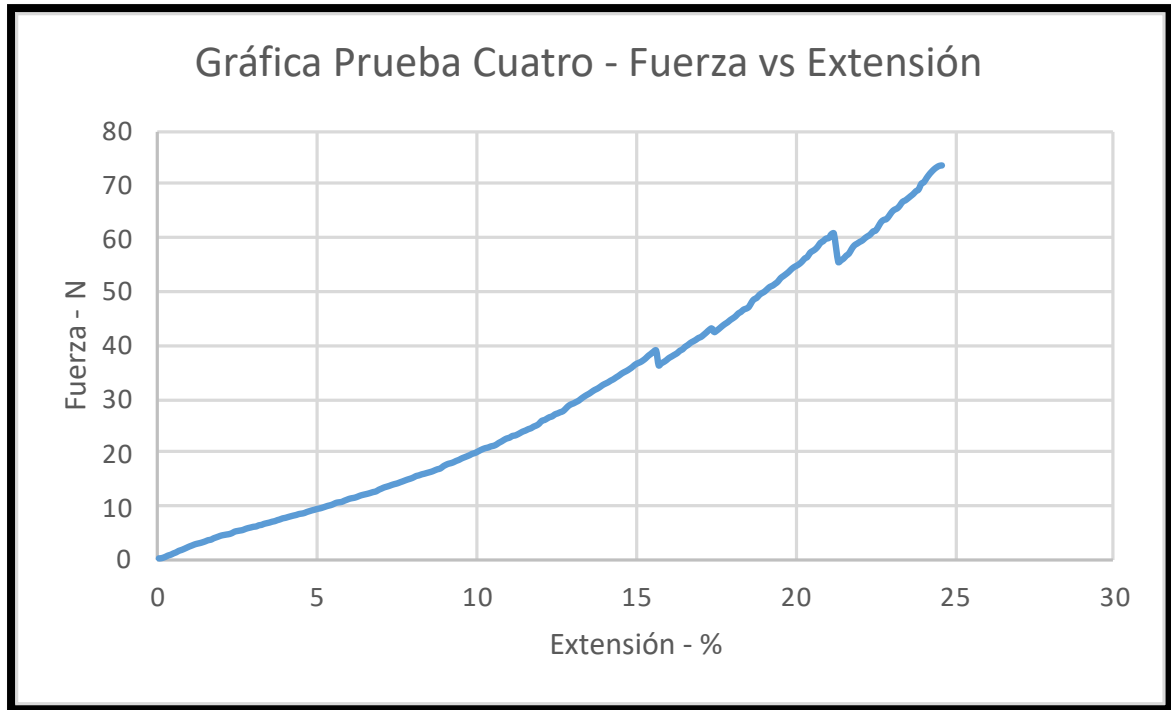


Figura 31. Curva característica de Fuerza vs Extensión, Natural

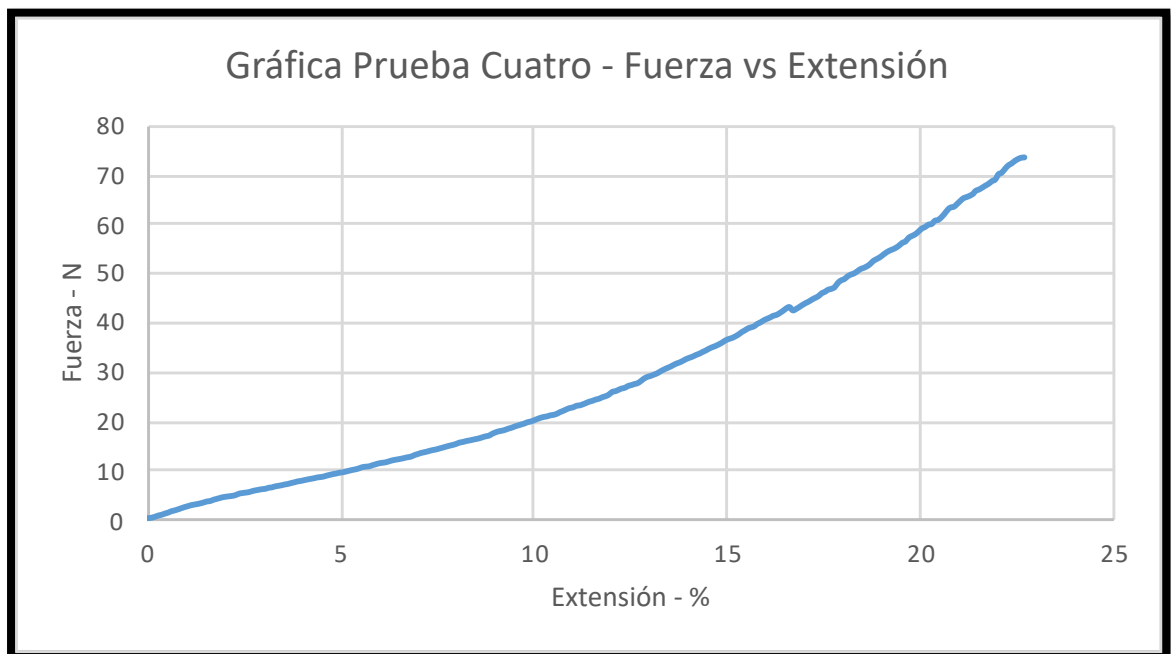


Figura 32. Curva característica de Fuerza vs Extensión, Idealizada

4.1.5. Prueba Cinco

Tabla 8. Ensayo correspondiente a la semana cuatro.

<i>Probeta</i>	<i>Fuerza Máxima (N)</i>	<i>Extensión (%)</i>
1	65,37	23,46
2	67,66	25,23
3	20,43	14,29
4	30,42	17,38
Media	45,97	20,09

Durante este quinto ensayo correspondiente a la prueba cinco se obtuvo una resistencia media de 45,97 N y una extensión de la fibra del 20,09%, que traduciendo a términos de longitud corresponde a una variación de longitud de 50,22 milímetros, mostrando así un comportamiento aceptable de la sogá de totora a la tracción.

Obteniendo así una desviación estándar de 20,25N con respecto a las fuerzas involucradas en el ensayo y un coeficiente de variación del 40,07% con respecto a las extensiones producidas por dichas fuerzas, mostrando así datos muy variables dentro de los parámetros que involucran al coeficiente de variación.

Con los resultados antes mencionados se obtuvieron gráficas donde podemos observar el comportamiento natural que mostro la sogá de totora al ser sometida a tracción, llevándola así a una moderada idealización donde se descartaron los valores picos producidos por las irregularidades presentadas en la sogá construida de forma artesanal.

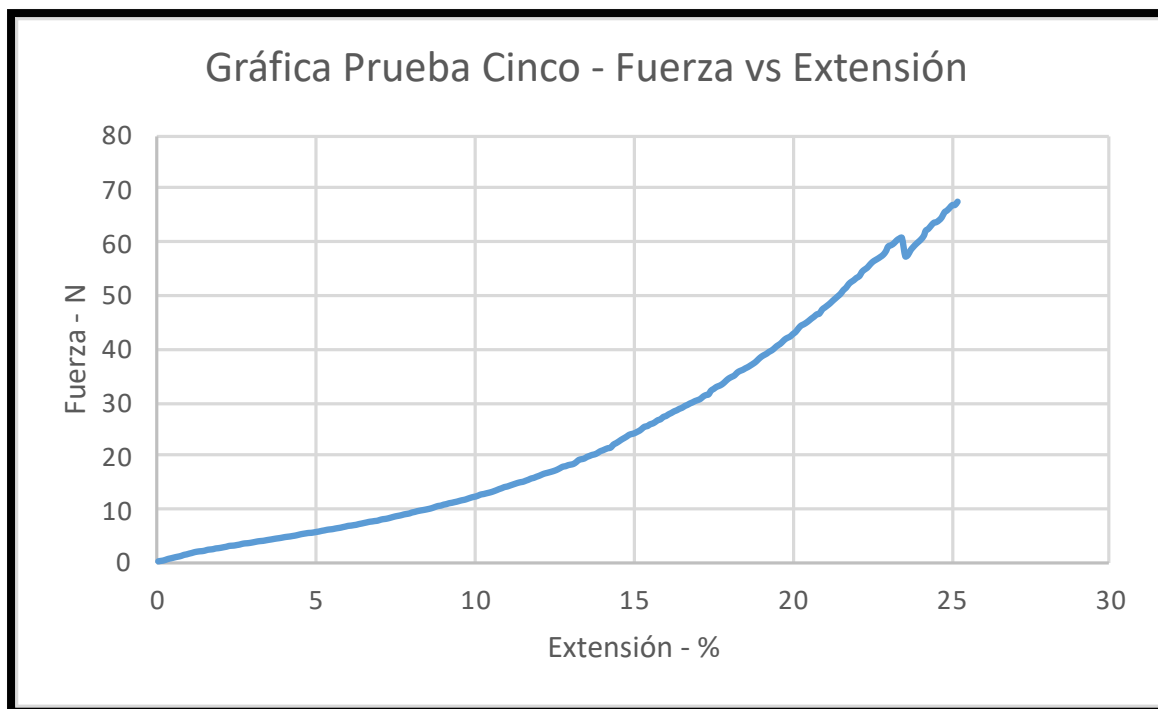


Figura 33. Curva característica de Fuerza vs Esfuerzo, Natural.

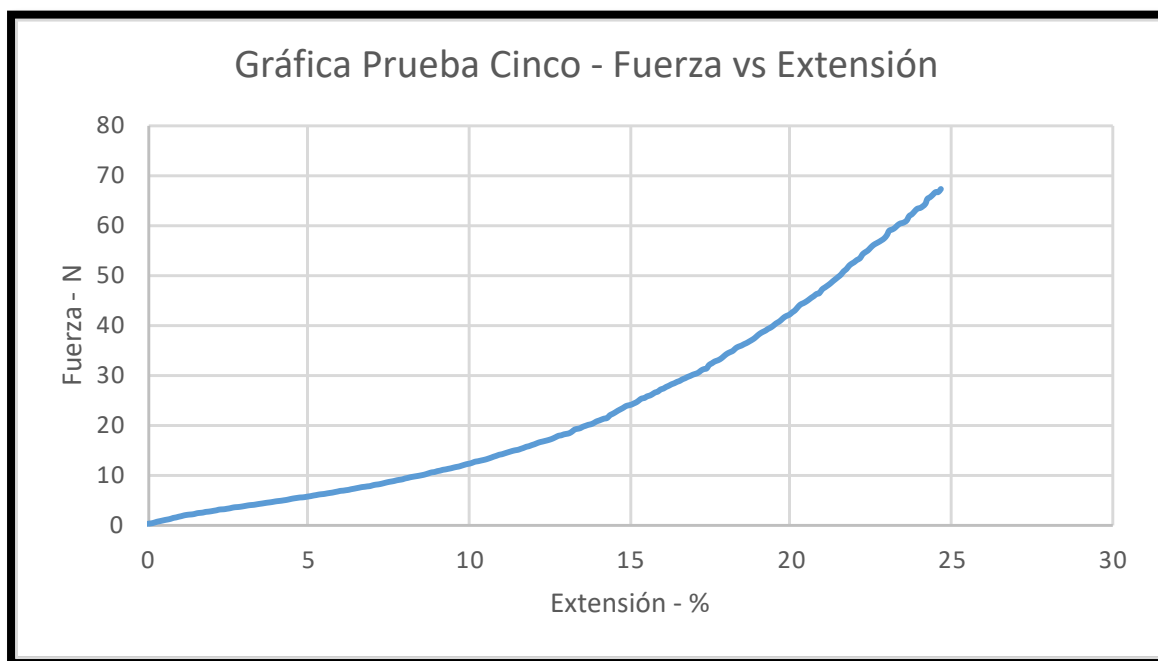


Figura 34. Curva característica de Fuerza vs Esfuerzo, Idealizada.

4.1.6. Prueba Seis

Tabla 9. Ensayo correspondiente a la prueba seis.

<i>Probeta</i>	<i>Fuerza Máxima (N)</i>	<i>Extensión (%)</i>
1	17,85	18,85
2	18,05	20,72
3	16,8	16,71
4	18,85	14,96
Media	17,89	17,81

Durante este sexto ensayo correspondiente a la prueba seis se obtuvo una resistencia media de 17,89 N y una extensión de la fibra del 17,81%, que traduciendo a términos de longitud corresponde a una variación de longitud de 44,52 milímetros, mostrando así un comportamiento aceptable de la sogá de totora a la tracción.

Obteniendo así una desviación estándar de 0,70N con respecto a las fuerzas involucradas en el ensayo y un coeficiente de variación del 3,90% con respecto a las extensiones producidas por dichas fuerzas, mostrando así unos datos no tan variables dentro de los parámetros que involucran al coeficiente de variación.

Con los resultados antes mencionados se obtuvieron gráficas donde podemos observar el comportamiento natural que mostro la sogá de totora al ser sometida a tracción, llevándola así a una moderada idealización donde se descartaron los valores picos producidos por las irregularidades presentadas en la sogá construida de forma artesanal.

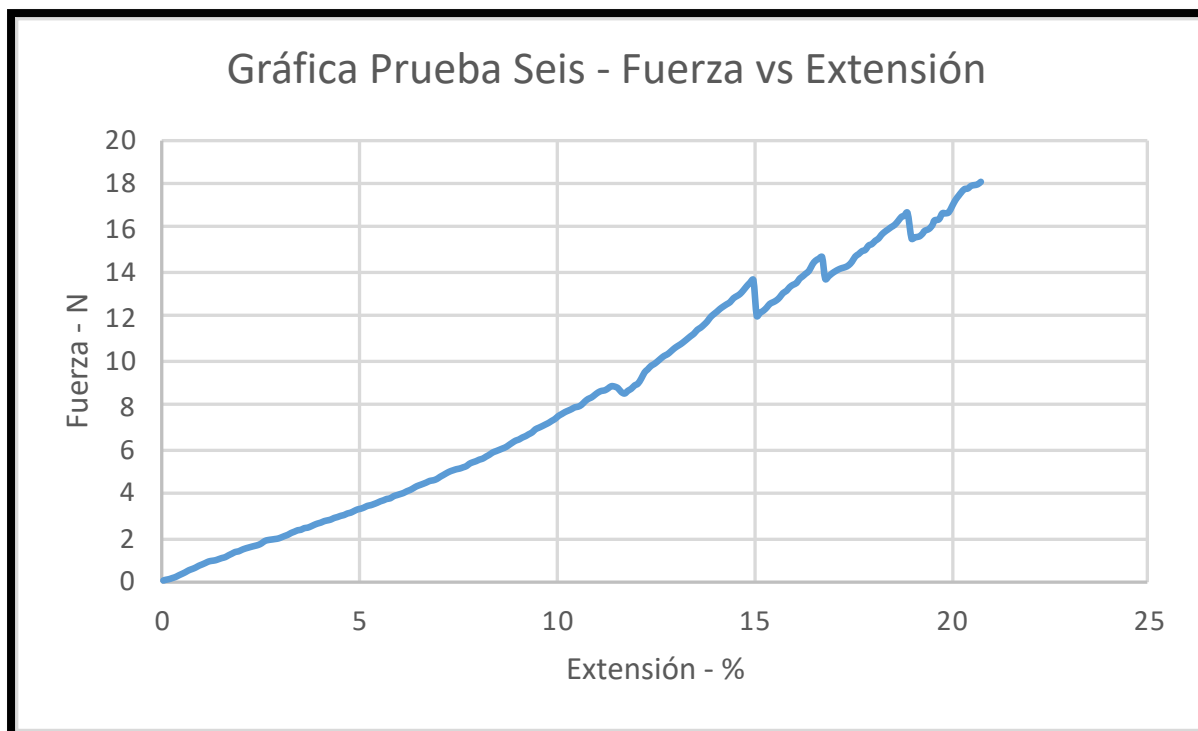


Figura 35. Curva característica de Fuerza vs Extensión, Natural

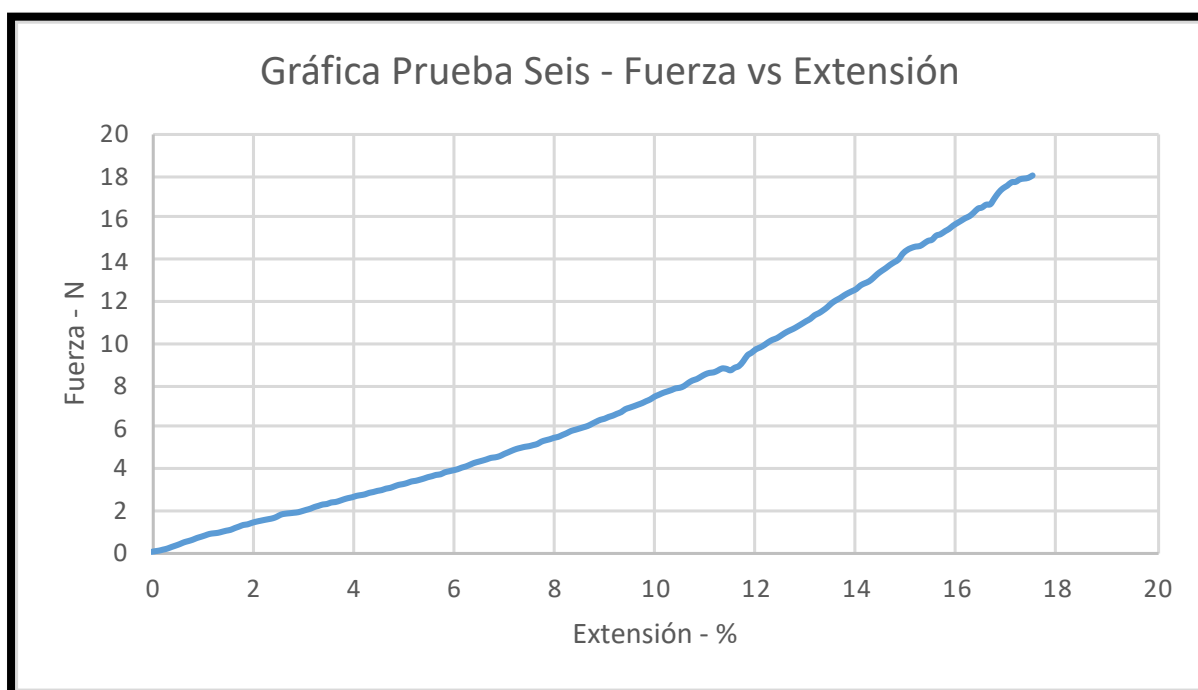


Figura 36. Curva característica de Fuerza vs Extensión, Idealizada

4.1.7. Prueba Siete

Tabla 10. Ensayo correspondiente a la prueba siete.

<i>Probeta</i>	<i>Fuerza Máxima (N)</i>	<i>Extensión (%)</i>
1	3,16	10,18
2	3,63	9,17
3	3,8	12,19
4	4,4	10,96
Media	3,75	10,63

Durante este séptimo ensayo correspondiente a la prueba siete se obtuvo una resistencia media de 3,75 N y una extensión de la fibra del 10,63%, que traduciendo a términos de longitud corresponde a una variación de longitud de 26,57 milímetros, mostrando así un comportamiento aceptable de la sogá de totora a la tracción.

Obteniendo así una desviación estándar de 0,45N con respecto a las fuerzas involucradas en el ensayo y un coeficiente de variación del 11,90% con respecto a las extensiones producidas por dichas fuerzas, mostrando así unos datos no tan variables dentro de los parámetros que involucran al coeficiente de variación.

Con los resultados antes mencionados se obtuvieron gráficas donde podemos observar el comportamiento natural que mostro la sogá de totora al ser sometida a tracción, llevándola así a una moderada idealización donde se descartaron los valores picos producidos por las irregularidades presentadas en la sogá construida de forma artesanal.

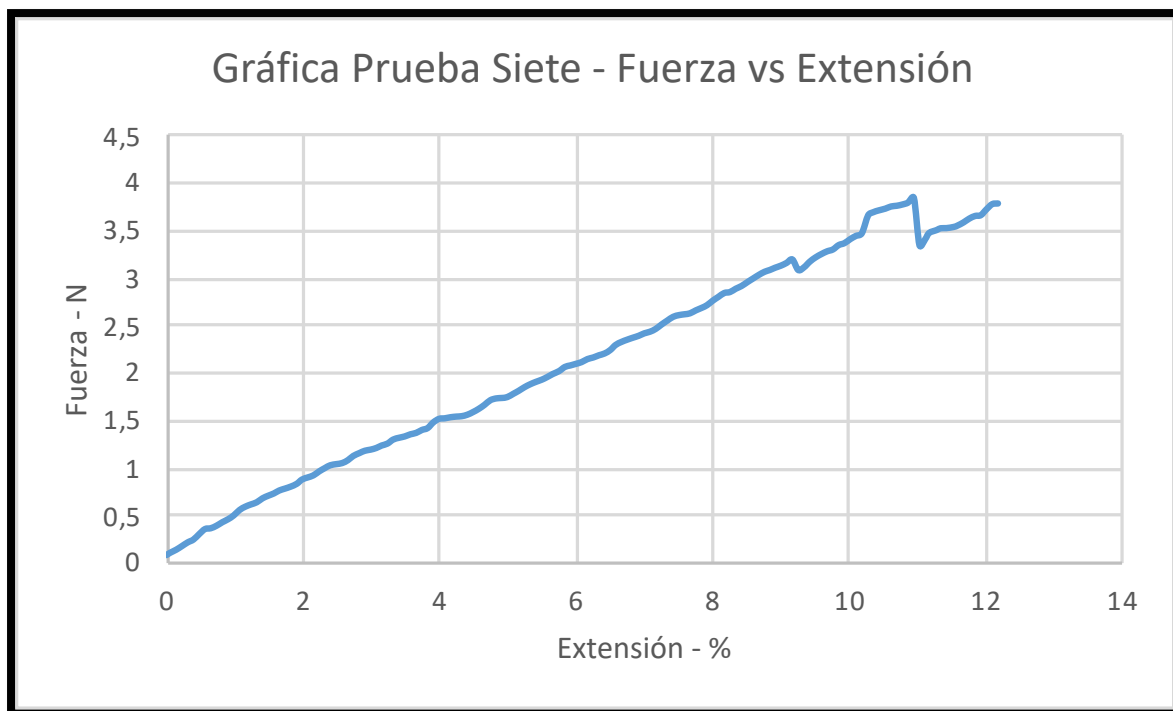


Figura 37. Curva característica de Fuerza vs Extensión, Natural.

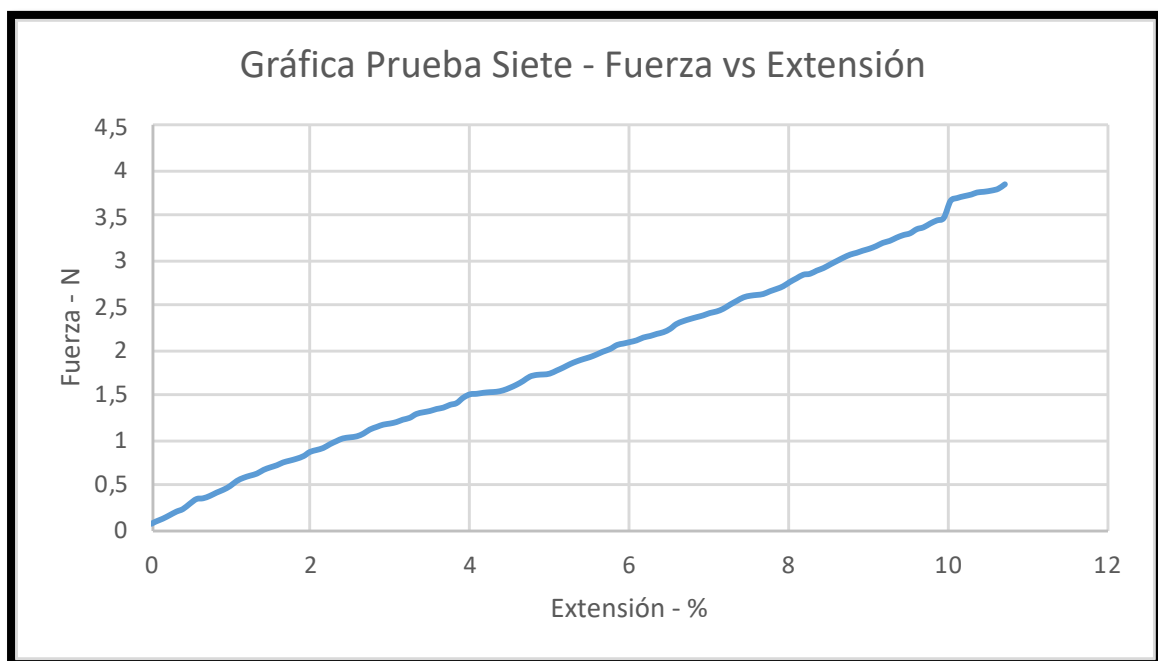


Figura 38. Curva característica de Fuerza vs Extensión, Idealizada.

Después de haber realizado siete ensayos correspondientes a 48 días la sogá de totora empezó un proceso de putrefacción, por lo que no fue posible desarrollar todas las pruebas experimentales planificadas como se indican en la [Tabla 3](#).

4.2. Obtención de las propiedades mecánicas

Una vez que las probetas fueron elaboradas y sumergidas en agua salina se procedió a realizar los ensayos experimentales con una duración total de 48 días, al término de las mismas se obtuvo los siguientes datos que arrojaron gráficas del comportamiento natural de la sogá de totora sometida a totora procediendo así a realizar una idealización, donde se descartaron los valores picos producidos por las irregularidades y naturalidades de la sogá.

4.2.1. Prueba Uno

Tabla 11. Análisis prueba uno.

<i>ID de Probeta usada</i>	<i>Esfuerzo máximo (MPa)</i>	<i>Deformación (mm/mm)</i>
1	11,26	0,451
3	11,87	0,651
4	13,20	0,648

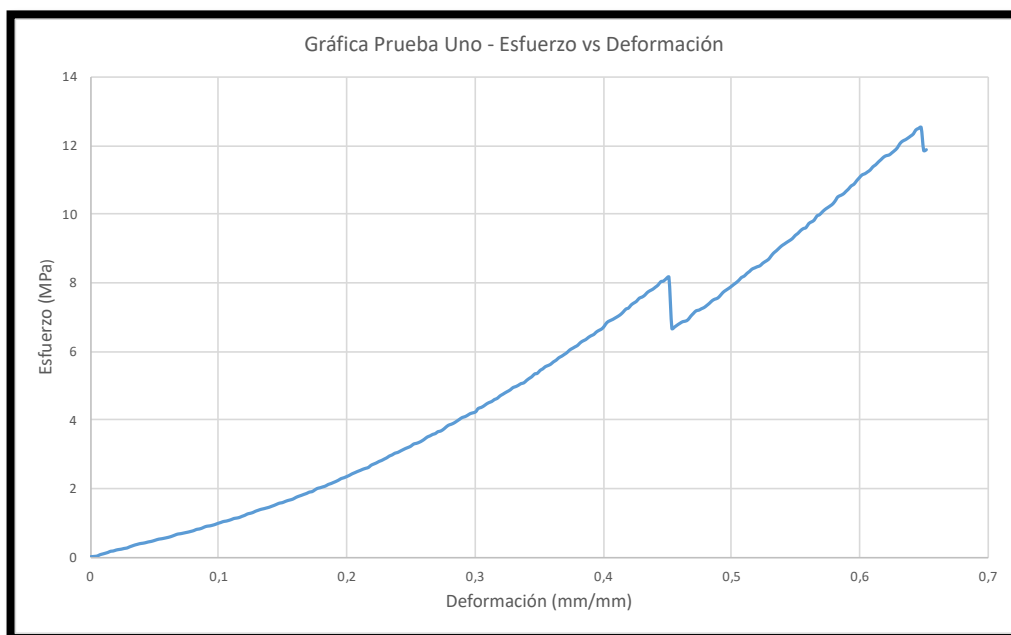


Figura 39. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.

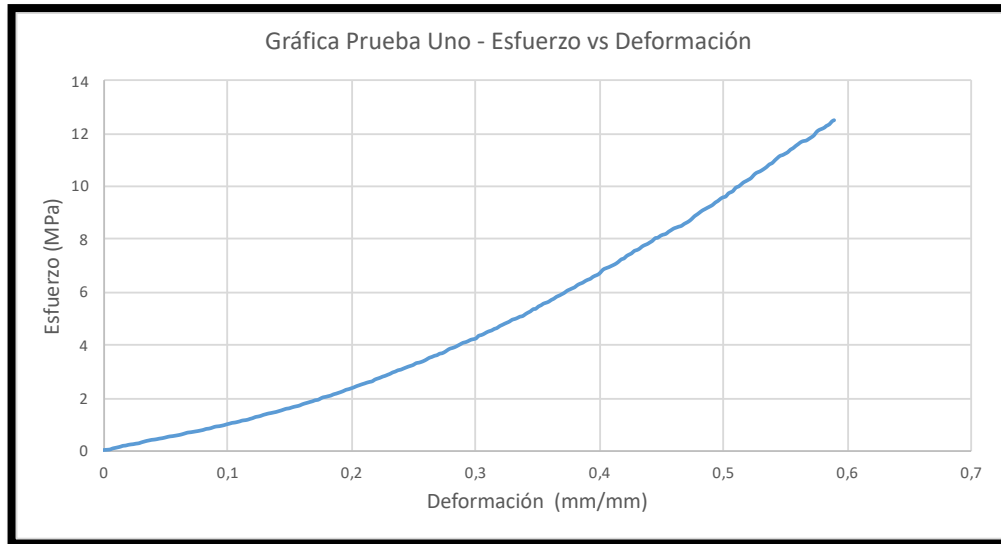


Figura 40. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealización.

4.2.2. Prueba Dos

Tabla 12. Análisis prueba dos.

<i>ID de Probeta usada</i>	<i>Esfuerzo máximo (MPa)</i>	<i>Deformación (mm/mm)</i>
1	8,69	0,632
2	7,72	0,580
4	7,10	0,693

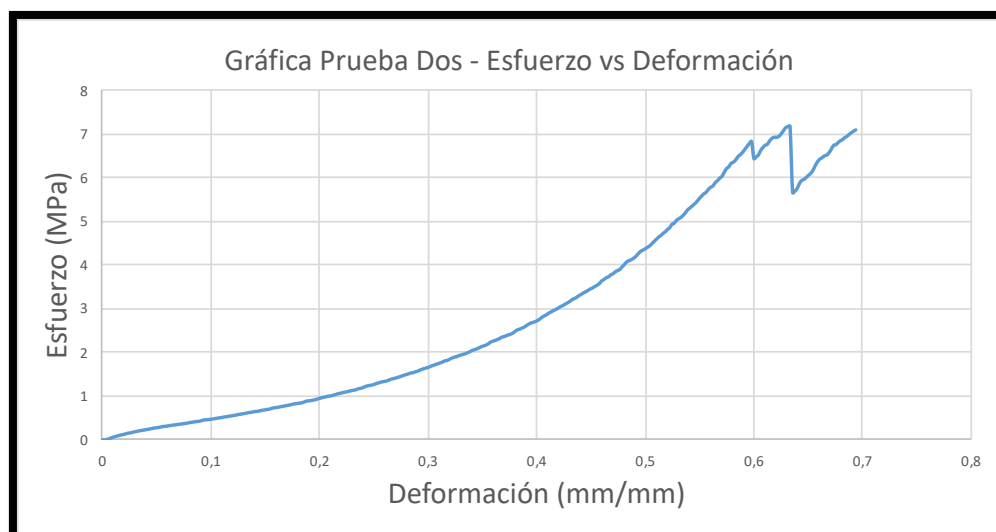


Figura 41. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.

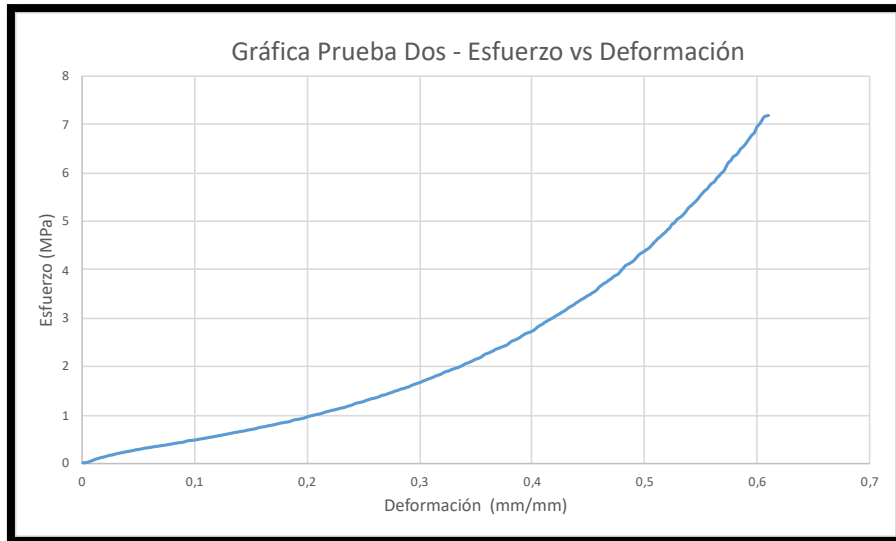


Figura 42. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, prueba dos.

4.2.3. Prueba Tres

Tabla 13. Análisis prueba tres

<i>ID de Probeta usada</i>	<i>Esfuerzo máximo (MPa)</i>	<i>Deformación (mm/mm)</i>
2	4,61	0,626
3	5,51	0,533
4	4,80	0,673



Figura 43. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.

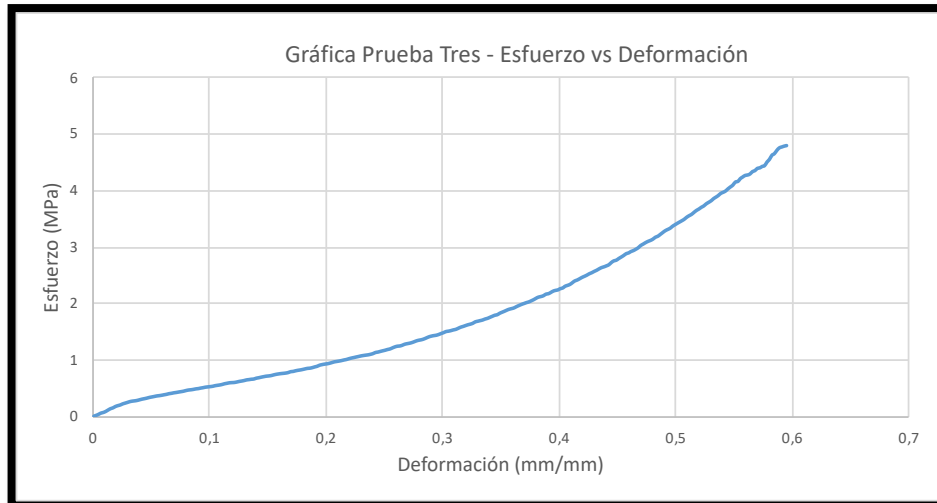


Figura 44. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealizada

4.2.4. Prueba Cuatro

Tabla 14. Análisis prueba cuatro.

<i>ID de Probeta usada</i>	<i>Esfuerzo máximo (MPa)</i>	<i>Deformación (mm/mm)</i>
1	3,38	0,528
3	2,46	0,390
4	3,73	0,614

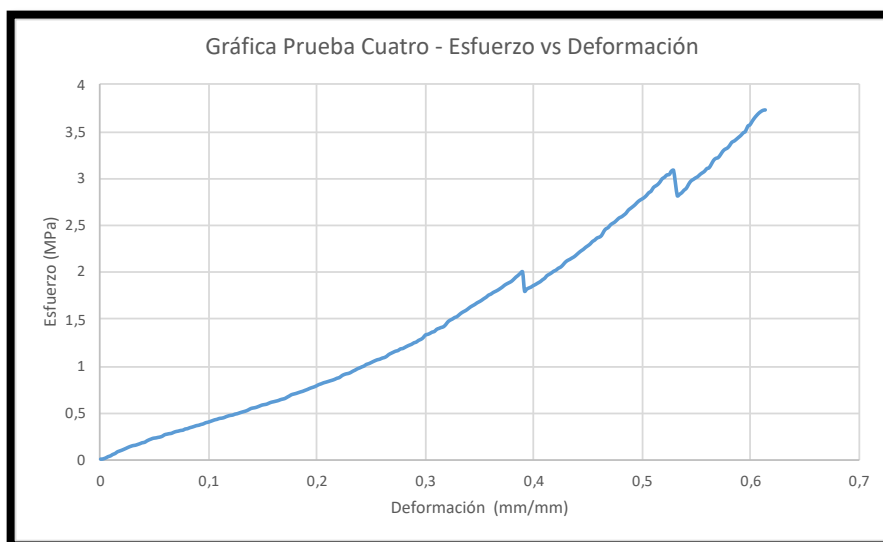


Figura 45. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.

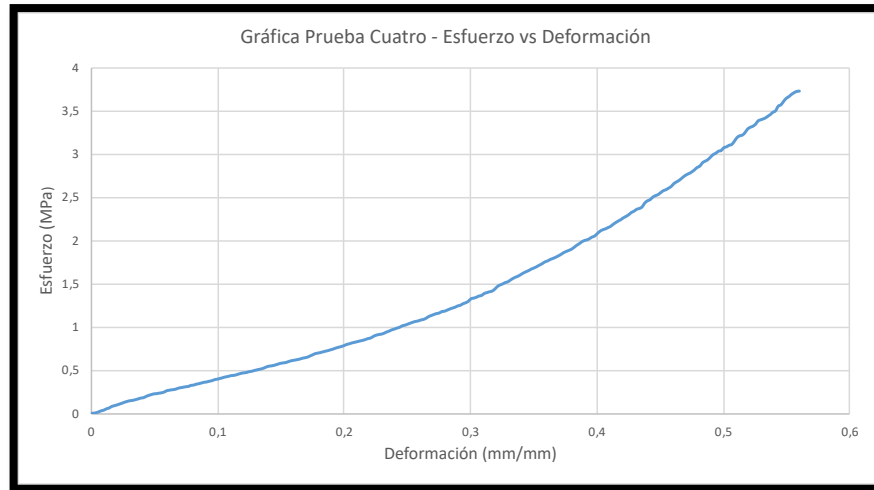


Figura 46. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealizada.

4.2.5. Prueba Cinco

Tabla 15. Análisis prueba cinco.

<i>ID de Probeta usada</i>	<i>Esfuerzo máximo (MPa)</i>	<i>Deformación (mm/mm)</i>
1	3,33	0,586
2	3,44	0,630
4	1,54	0,434

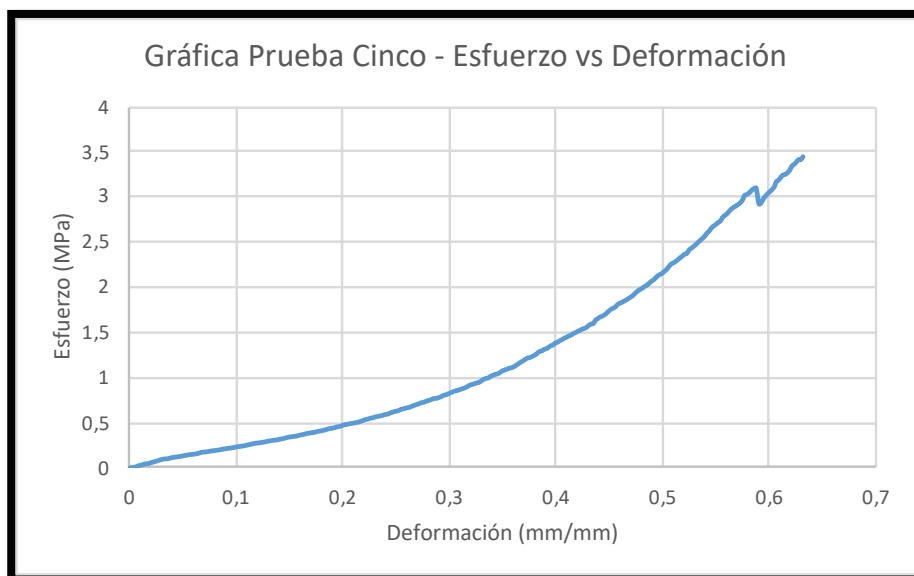


Figura 47. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.

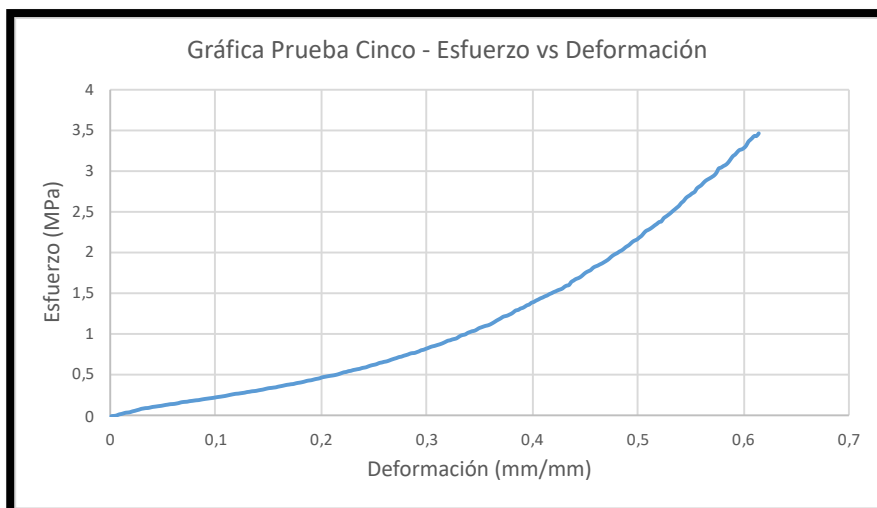


Figura 48. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealizada.

4.2.6. Prueba Seis

Tabla 16. Análisis prueba seis.

<i>ID de Probeta usada</i>	<i>Esfuerzo máximo (MPa)</i>	<i>Deformación (mm/mm)</i>
1	0,909	0,471
2	0,919	0,518
4	0,960	0,374

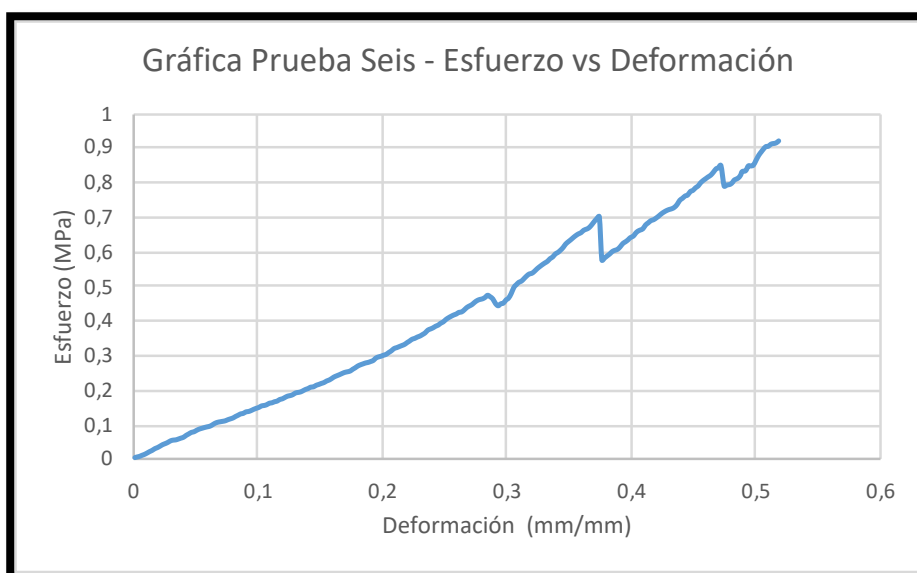


Figura 49. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.

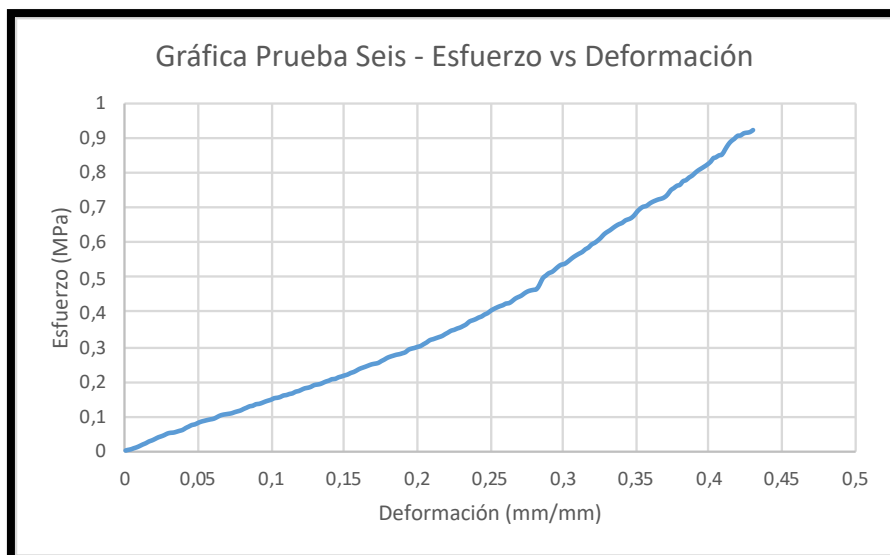


Figura 50. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealizada.

4.2.7. Prueba Siete

Tabla 17. Análisis prueba siete.

<i>ID de Probeta usada</i>	<i>Esfuerzo máximo (MPa)</i>	<i>Deformación (mm/mm)</i>
2	0,184	0,229
3	0,193	0,304
4	0,224	0,274

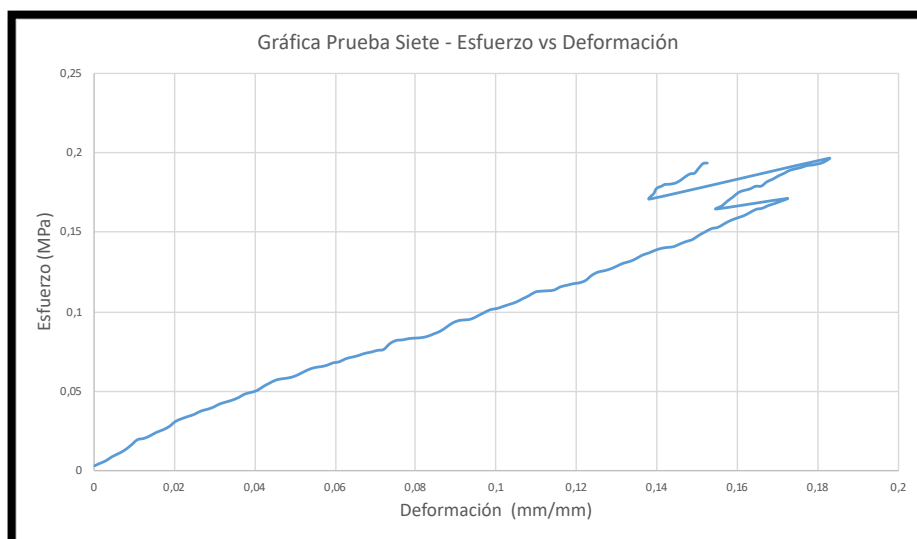


Figura 51. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Natural.



Figura 52. Curva característica de Esfuerzo vs Deformación, Idealizada.

4.3. Análisis de las propiedades mecánicas

A partir de los datos y gráficas obtenidas previamente se procede a realizar el análisis de las propiedades mecánicas que se obtuvieron en estas siete pruebas experimentales de ensayos a tracción, donde se observa el comportamiento de la sogá en un rango de 48 días

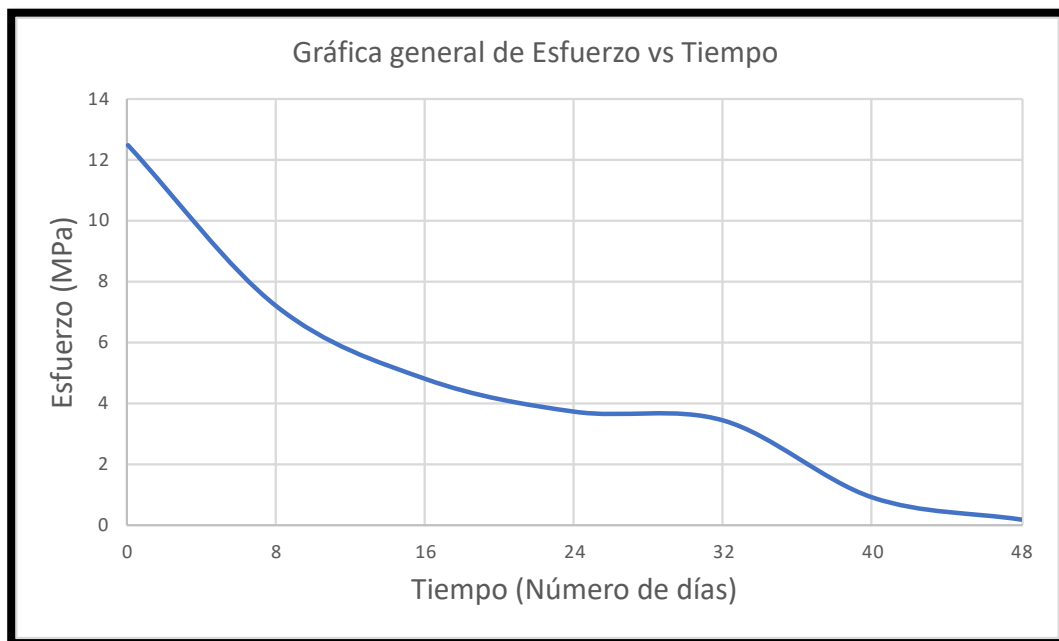


Figura 53. Gráfica general Esfuerzo vs Tiempo de la sogá de totora.

En esta gráfica esfuerzo vs tiempo podemos observar el comportamiento del material durante las siete pruebas, observando que en la prueba uno se obtuvieron valores de esfuerzo de: 12,49 MPa teniendo una estabilización hasta la prueba cinco donde el esfuerzo disminuyó a 1/3 del valor en seco debido a la aparición de larvas de camarón en la sogá de totora debilitando a la misma y disminuyendo notablemente y finalizando a la prueba siete con un valor de esfuerzo de: 0,19 MPa, mostrando así un descenso promedio por cada número de prueba del esfuerzo aproximado del 14,3%

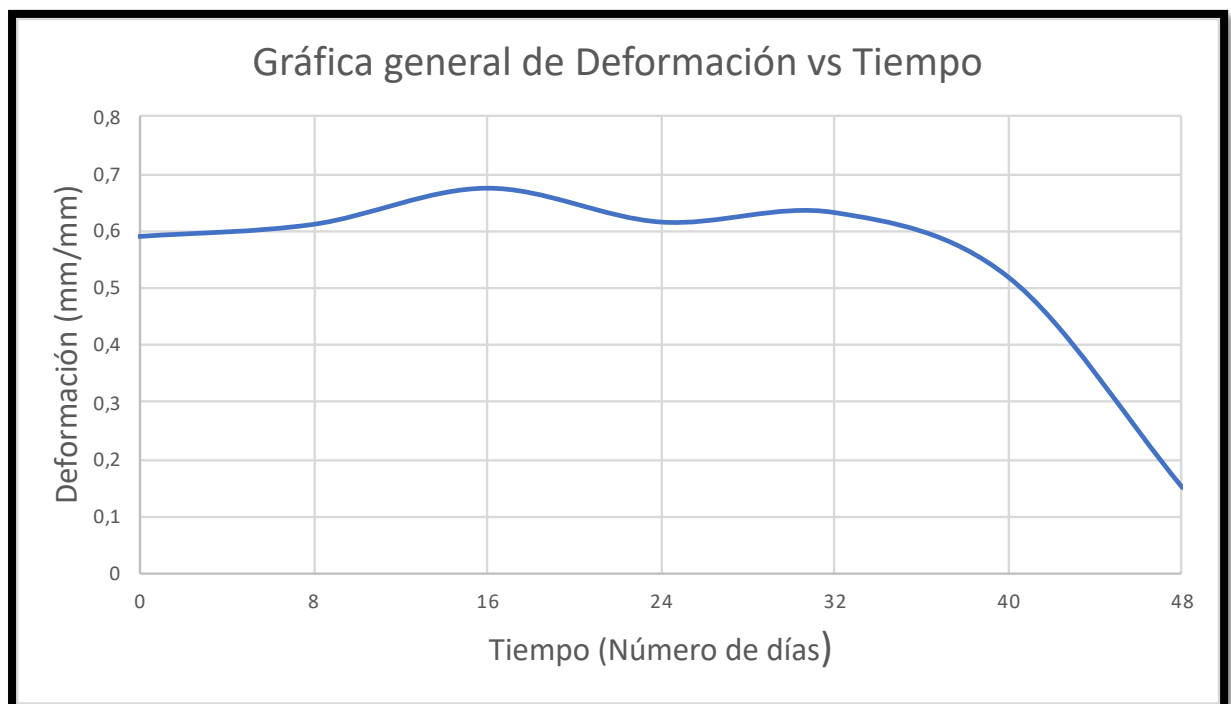


Figura 54. Gráfica general Deformación vs Tiempo de la sogá de totora.

Con los datos correspondientes a la deformación total durante los ensayos se procedió a construir la gráfica deformación final en el tiempo, observando así un comportamiento constante durante las seis primeras pruebas en donde no existe una variación significativa a las longitudes de ruptura de la probeta, sin embargo, durante la última prueba los valores descendieron de manera significativa por la degradación presentada en la sogá.

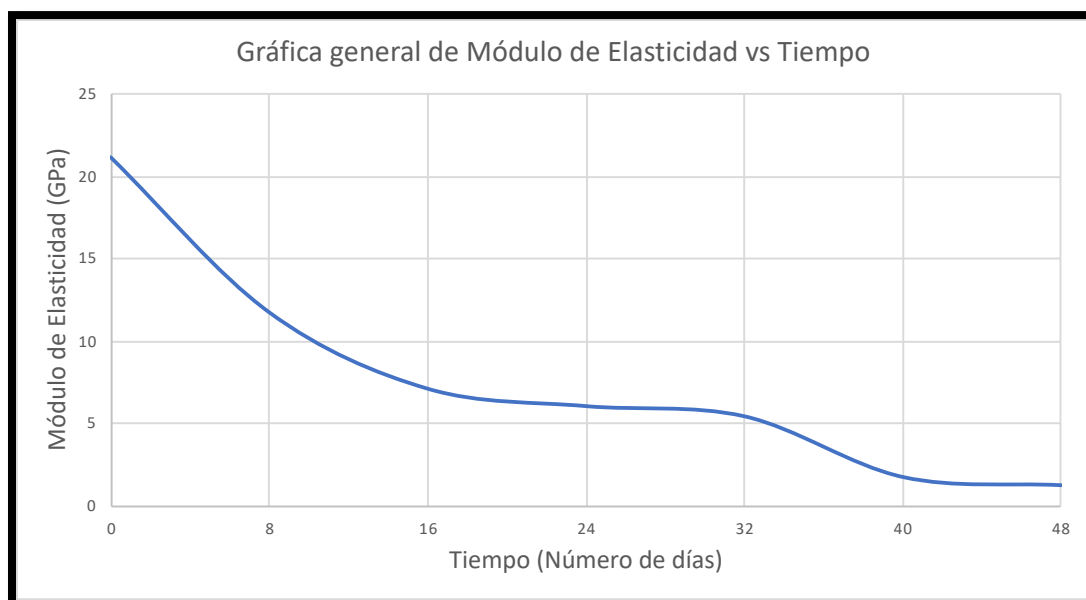


Figura 55 Gráfica general módulo de elasticidad vs tiempo de la sogá de totora

Mediante la utilización de los valores máximos de los esfuerzos y las deformaciones se procedió a obtener el módulo de elasticidad presente en cada prueba, con lo cual se realizó la gráfica del módulo de elasticidad en función del tiempo (numero de pruebas realizadas), presentando así una gráfica similar a la obtenida por la del esfuerzo vs deformación, siendo el módulo de elasticidad máximo en la primera prueba de 21,20GPa y un mínimo de 1,27GPa en la prueba siete.

4.3.1. Caracterización de la sogá de totora sometida a las pruebas

Finalizados los ensayos experimentales se caracterizó la sogá de totora sometida a tracción arrojando los siguientes resultados.

Tabla 18. Caracterización sogá de totora

<i>Título</i>	4,396 KILOTEX
Composición	Totora 100% fibra celulosa
Torsiones	Torsión Z 140xmetro
Resistencia	12,49 MPa

Capítulo V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones.

- La elaboración de la sogá de totora se obtuvo mediante un proceso de elaboración artesanal formada como una sogá continua de hilado de sencillo de dos trenzas con torsión en z 140x metro y un título de 4,396 KILOTEX.
- Se determinó que la resistencia media de la sogá de totora en seco es de 12,49MPa y después de seis pruebas disminuyó notablemente a 0,91MPa.
- Se determinó que la resistencia de la sogá en seco fue de 12,49MPa siendo este un valor relativamente bajo a comparación de la fibra sintética polipropileno monofilamento con características similares que presenta una resistencia de 79,93MPa como se muestra en la [Tabla 19](#).
- Por lo tanto, se demostró que el módulo de elasticidad de la sogá de totora presentó un comportamiento lineal debido a la similitud existente entre las gráficas de esfuerzo y módulo de elasticidad.
- La presente investigación determinó que la fibra sometida a solución salina presentó un deterioro en el tiempo, esto debido a los factores ambientales a los cuales fue sometida como variación del pH del agua, bacterias microorganismos acuáticos, corrientes marítimas y temperatura del agua.

5.2. Recomendaciones.

- Trabajar en reducir y mitigar los impactos producidos por los agentes externos y microorganismos presentes en el agua salina por medio de un agente impermeabilizante protector de la fibra

- Analizar y realizar pruebas en probetas con la misma materia prima pero diferente estructura mecánica (trenzado de la fibra).
- Evaluar el comportamiento de la fibra natural de totora añadiendo porcentajes de fibras sintéticas u otra fibra natural hasta alcanzar rangos similares o superiores de resistencia y durabilidad que poseen las fibras sintéticas.

Bibliografía

- [1] Pablo Sebastián, «Republica de las ideas,» Pilar Gassent, 22 abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.republica.com/2018/04/22/794039/>.
- [2] XTRAD, «Eco Inteligencia,» 27 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.ecointeligencia.com/2018/05/impacto-plastico-oceanos/>.
- [3] josephTV-blog, «la totora en el Ecuador,» PUCE-I, 15 julio 2005. [En línea]. Available: <http://totoraecuador.blogspot.com>. [Último acceso: 6 mayo 2019].
- [4] O. B. L. A. Juma Gualacata Jenny Maribel, SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACTIVIDAD ARTESANAL DE LA TOTORA, SU PRODUCCIÓN Y DIFUSIÓN EN EL SECTOR SAN MIGUEL DE YAHUARCOCHA, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA., Ibarra : UTN, 2009.
- [5] D. O. y. L. G. E. Cosme Mejía, «Comportamiento Mecánico bajo tensión de la fibra *Schoenoplectus californicus*,» *Diario de las Fibras Naturales*, vol. I, nº 1, p. 10, 2017.
- [6] J. Loria, «Los popotes no son el problema, 46% del plástico en el mar viene de redes de pesca,» mercy for animals , 12 septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://mercyforanimals.lat/los-popotes-no-son-el-verdadero-problema>. [Último acceso: 5 mayo 2019].
- [7] V. M. F. Cárdenas, Experimentación de la fibra de totora para uso en idumentria, Cuenca : Universidad del Azuay , 2015.

- [8] Keilor Rojas, «La contaminación por plástico,» EL FINANCIERO , 23 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/la-contaminacion-por-plastico/YTJWOX5OENA6ZAIQ3GOK6UTKJM/story/>. [Último acceso: 22 Mayo 2019].
- [9] Joe Lira, «Los popotes no son el verdadero problema,» Mercy for animals , 12 septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://mercyforanimals.lat/los-popotes-no-son-el-verdadero-problema>. [Último acceso: 8 mayo 2019].
- [10] Redacción EFEverde, «La FAO propone marcar los aparejos de pesca contra la contaminación de los océanos,» Redacción EFEverde, 12 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.efeverde.com/noticias/pesca-contaminacion-oceanos-fao/>. [Último acceso: 11 Julio 2019].
- [11] WordPress, «Playas y océanos de plástico,» 15 Septiembre 2015. [En línea]. Available: <http://elplasticomata.com/oceanos-y-playas-de-plastico/>. [Último acceso: 10 Julio 2019].
- [12] RES, «Eco Inteligencia,» 27 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.ecointeligencia.com/2018/05/impacto-plastico-oceanos/>. [Último acceso: 10 Julio 2019].
- [13] The Ocean Cleanup, «THE GREAT PACIFIC GARBAGE PATCH,» The Ocean Cleanup, 2019. [En línea]. Available: <https://theoceancleanup.com/great-pacific-garbage-patch/>. [Último acceso: 11 Julio 2019].
- [14] DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PESQUERO, Catálogo de los Sistemas de Captura de las Principales Pesquerías Comerciales, México,D.F: SEMARNAP, 2000.

- [15] Simon P. Northridge, La pesca con redes de deriva y sus repercusiones en las especies capturadas, Londres SW7 1NA, Reino Unido: FAO documento tecnico de pesca , 1992.
- [16] greenpeace, «Arrastre pelágico,» greenpeace, 2017. [En línea]. Available: <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Defensa-de-los-oceanos/pesca/artes-de-pesca/arrastre-pelagico/>. [Último acceso: 27 Agosto 2019].
- [17] ASOCIACIÓN PERUANA DE TÉCNICOS TEXTILES , «APTT,» 2019. [En línea]. Available: <http://apttperu.com/hilado-tejido-redes-la-pesca/>. [Último acceso: 27 Agosto 2019].
- [18] ISO, Textiles - Hilos de paquetes - Determinación de un solo extremo fuerza de rotura y alargamiento a la rotura usando tasa constante de extensión (CRE) tester, textiles, Subcomité SC 23, Fibras e hilos., 2009.
- [19] OCEANA, «Ecosistemas Marinos Vulnerables: Pesca de Arrastre de Fondo,» OCEANA, 2017. [En línea]. Available: <https://chile.oceana.org/ecosistemas-marinos-vulnerables-pesca-de-arrastre-de-fondo>. [Último acceso: 27 Agosto 2019].
- [20] R. L. Norton, Diseño de Máquinas, un enfoque integrado, PEARSON.

5.3. Anexos



Figura 56. Preparación de los materiales involucrados en los ensayos experimentales



Figura 57. Soga de totora antes de ser sumergida en el mar



Figura 58. Hundimiento de la sogá de totora en el mar



Figura 59. Extracción de las probetas experimentales



Figura 60. Toma de medidas semanales de las probetas a ensayar.



Figura 61. Montaje del dinamómetro a utilizar en ensayos experimentales semanales.



Figura 62. Colocación de probeta experimental



Figura 63. Probeta fracturada después del ensayo experimental a tracción



Figura 64. Extracción del sobrante de la sogá de totora



Figura 65. Larvas de camarón presentes en la sogá de totora

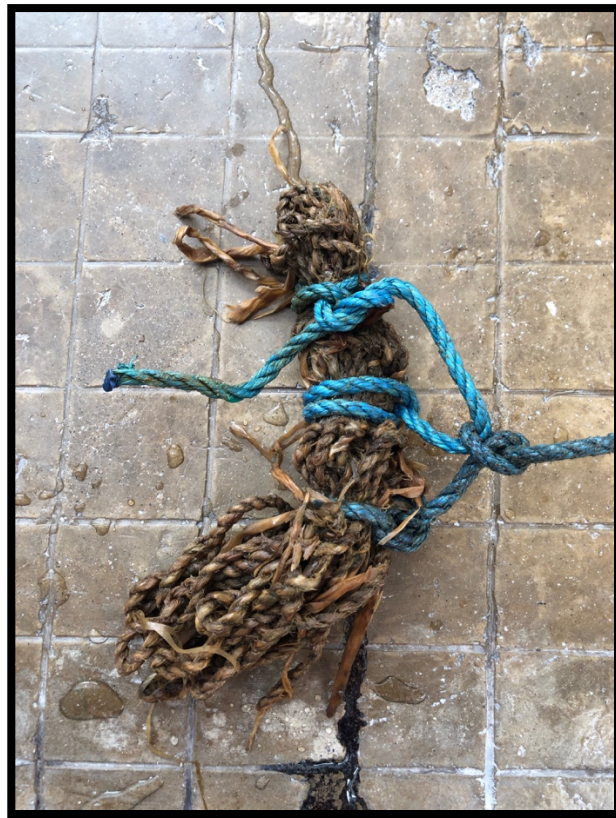


Figura 66. Extracción de larvas de camarón mediante lavado de la muestra con agua dulce



Figura 67. Recolección semanal de probetas ensayadas

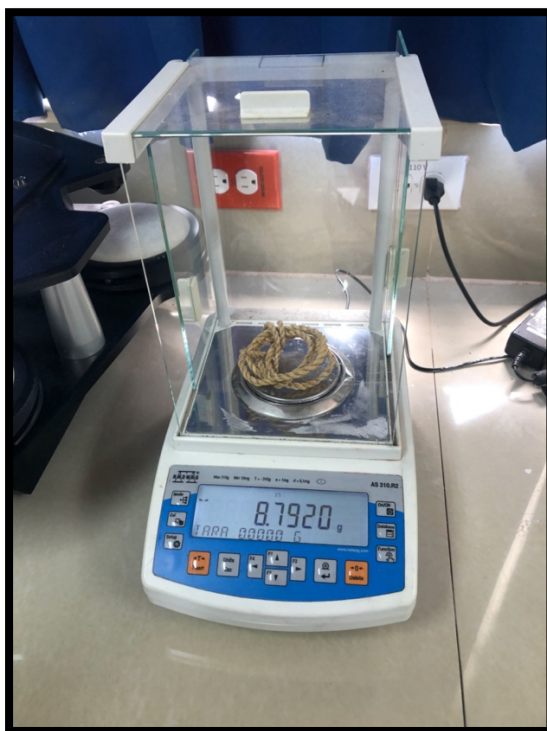


Figura 68. Obtención del título de la sogá de totora.

Tabla 19. Caracterización sogá de polipropileno monofilamento con diámetro igual a 5mm

<i>Título</i>	8,95 KILOTEX
Composición	Polipropileno monofilamento
Torsiones	Torsión Z
Resistencia	79,93 MPa

Tabla 20. Caracterización sogá de polipropileno monofilamento con diámetro igual a 3mm

<i>Título</i>	5,15 KILOTEX
Composición	Polipropileno monofilamento
Torsiones	Torsión Z
Resistencia	69,40MPa