



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIA APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

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

TEMA

**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN TEXTIL
TÉCNICO EN TEJIDO DE BAMBÚ CON RESINAS**

ELABORADO POR:

MICHELL ELIZABETH COTACACHI MALDONADO

DIRECTOR DE TESIS:

MSc. WILLIAM RICARDO ESPARZA ENCALADA

IBARRA – ECUADOR

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
Cédula de identidad:	100398694-8		
Apellidos y nombres:	Cotacachi Maldonado Michell Elizabeth		
Dirección:	Otavalo, Balcón de Otavalo, Juan Montalvo y 2 ^{da} línea férrea		
Email:	mecotacachim@utn.edu.ec		
Teléfono fijo:	(06) 2925 452	Teléfono móvil:	0980267949


DATOS DE LA OBRA	
Título:	“Análisis de las propiedades físicas de un textil técnico en tejido de bambú con resinas”.
Autor:	Cotacachi Maldonado Michell Elizabeth
Fecha:	6/11/2020
Programa:	Pregrado
Título por el que opta	Ingeniería Textil
Director	MSc. William Ricardo Esparza Encalada

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, manifiesta que la obra es original y de la cual es titular de los derechos patrimoniales, asumiendo 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 6 días del mes de noviembre del 2020

EL AUTOR (A)



.....
Cotacachi Maldonado Michell Elizabeth

C. I.: 100398694-8

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, Michell Elizabeth Cotacachi Maldonado, con cedula de identidad N^o 100398694-8, expongo bajo juramento que la presente obra desarrollada es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he estudiado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento evitando violar los derechos de terceros. A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes con este trabajo, a la "Universidad Técnica del Norte", según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

En la ciudad de Ibarra, 6 de Noviembre del 2020

Autor (a)



.....
Cotacachi Maldonado Michell Elizabeth

C.I.: 100398694-8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIA APLICADAS

CERTIFICACION DEL ASESOR

En mi calidad de director del Trabajo de Grado presentado por la egresada Michell Elizabeth Cotacachi Maldonado, para optar el título de INGENIERIA TEXTIL., cuyo tema es "Análisis de las propiedades físicas de un textil técnico en tejido de bambú con resinas", considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 22 de Octubre del 2020

MSc. William Esparza

Director del trabajo de Grado

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser la fortaleza necesaria en aquellos momentos de debilidad y flaqueza guiando cada paso.

A mi familia, en especial a mi madre María y hermana Diana que siempre fueron el pilar de fuerza y fortaleza para continuar, por confiar y creer en cada meta soñada, siendo promotoras de cada uno de los sueños y metas

A mi tutor de tesis Msc. Willam Esparza, que con sus conocimientos, compromiso y paciencia me apoyo y guio en cada etapa del desarrollo de trabajo de grado.

A la Universidad Técnica del Norte, a la Carrera de Ingeniería Textil, a todos los docentes, en especial aquellos con sus enseñanzas de vida y aunque ya no laboran en la universidad, sus consejos siempre serán recordadas, Msc. Edwin Rosero, gracias.

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mi madre María Maldonado y mi hermana Diana Cotacachi, quienes confiaron incondicionalmente en mí y siempre me han apoyado en las decisiones que he tomado en el trayecto de mí vida, por el trabajo, sacrificios, ejemplos, valores y consejos que me han inculcado para forjar un camino correcto y salir adelante de las dificultades y problemas sin importar lo difícil que sean.

A mi padre Luis Cotacachi, mis hermanos y hermanas, José Luis, David, Belén y Lisbeth, también a mi cuñado Gustavo, por haber estado siempre presentes y acompañándome durante el trayecto de mi vida y en las decisiones que he tomado.

A mis sobrinos Kenai y Matías quienes han sido motivos especiales que han iluminado mi vida y me han dado fuerzas para continuar.

A Jefferson, por ser una persona única e incondicional, Alexandra, Bladimir, Miguel, Luis y Mónica quienes siempre fueron un apoyo y me han aconsejado para finalizar esta etapa de mí vida.

A todas las personas que conocí durante mí trayecto universitario, en especial aquellos que me guiaron, compartieron sus conocimientos y formaron parte de un recuerdo, ingenieros y compañeros.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	xiii
PROBLEMA	xv
JUSTIFICACIÓN	xvi
ALCANCE	xvi
CAPITULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Importancia del estudio	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo General	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Características del sitio del proyecto	3
CAPITULO II	4
2. ESTUDIOS PREVIOS	4
2.1. Bambú	4
2.1.1. Características generales	4
2.1.2. Características de taxonomía y morfología del bambú	5
2.1.3. Anatomía del bambú	6
2.1.4. Estructura de fibras de Bambú	7
2.1.5. Propiedades funcionales	8
2.1.6. Composición química	10
2.2. Resinas epóxicas	11

2.2.1.	Propiedades de las resinas	11
2.3.	Textil técnico	11
2.3.1.	Características del textil técnico	12
2.3.2.	Aplicación de los textiles técnicos	13
2.3.3.	Ventajas	14
CAPITULO III		15
3.	METODOLOGIA	15
3.1.	Método de investigación	15
3.2.	Diseño general	15
3.3.	Diseño muestral.....	15
3.3.1.	Selección de las muestras	16
3.4.	Descripción del proceso	16
3.4.1.	Equipos.....	17
3.4.2.	Test de calificaciones de la prueba de repelencia	19
3.5.	Diagrama general del proceso.....	20
3.5.1.	Diagrama muestral.....	21
3.5.2.	Diagrama del proceso de obtención del textil técnico	22
3.5.3.	Diagrama del proceso de ensayo de flamabilidad	23
3.5.4.	Diagrama del proceso de ensayo de impermeabilidad.....	24
3.6.	Métodos y Técnicas.....	25
3.7.	Procesamiento de datos	25
CAPITULO IV		26
4.	RESULTADOS	26
4.1.	Resultados.....	26
4.2.	Discusión de resultados	34
4.2.1.	Análisis de la varianza	34
4.2.2	Normalidad y confiabilidad de datos	38

4.3. Análisis de los resultados	41
4.3.1. Análisis Plot Graph	41
4.3.2. Análisis Matrix Plot	43
4.3.3. Análisis Surface Plot	45
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	51

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Características del bambú en el área textil	5
Ilustración 2: Estructura de las fibras del bambú	7
Ilustración 3. Propiedades químicas del bambú	10
Ilustración 4. Características del textil técnico	13
Ilustración 5. Aplicaciones de los textiles técnicos	14
Ilustración 6. Balanza analítica	17
Ilustración 7. Horno Vacuum Oven para el secado	17
Ilustración 8. Flexiburn	18
Ilustración 9. Spray de repelencia (Laboratorio CITEX)	18
Ilustración 10. Estadísticas del Espray de repelencia	19
Ilustración 11. Diagrama general de las etapas de la investigación	20
Ilustración 12. Diagrama muestral	21
Ilustración 13. Obtención del textil técnico	22
Ilustración 14. Descripción del proceso de ensayo de calor	23
Ilustración 15. Diagrama de proceso de impermeabilidad	24
Ilustración 16: Análisis Plot Graph	42
Ilustración 17: Análisis Matrix Plot	44
Ilustración 18: Análisis Surface Plot	45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del bambú	5
Tabla 2. Parámetros físicos de la fibra de bambú.....	8
Tabla 3. Propiedades mecánicas del bambú	9
Tabla 4. Composición química del bambú	10
Tabla 5. Características de las resinas epóxicas	11
Tabla 6. Estadísticas de Espray de repelencia	19
Tabla 7. Datos del análisis de tejido y del hilo de bambú	26
Tabla 8. Peso de probetas de acuerdo con el número de capas y grupos de ensayo	27
Tabla 9. Porcentaje total de resina y acelerador para cada probeta.....	28
Tabla 10. Cantidad de resina y acelerador de cada probeta acorde a su grupo de porcentaje y ensayo	29
Tabla 11. Pesos de probetas luego del secado en el horno Vacuum	30
Tabla 12. Calificación del grado de repelencia de las probetas en el Spray de repelencia	30
Tabla 13. Resultados de factibilidad de las probetas para la resistencia a la llama.	31
Tabla 14. Pesos obtenidos del ensayo de determinación de la masa por unidad de longitud y unidad de área.....	32
Tabla 15: Resumen general de resultados de ensayos de impermeabilidad y flamabilidad ..	33
Tabla 16: Análisis de la varianza	34
Tabla 17: Normalidad y confiabilidad de datos	38

ANEXOS

Anexo A – Tejido de bambú	55
Anexo B – Medición de torsiones	55
Anexo C – Peso del hilo.....	55
Anexo D – Medición del hilo	55
Anexo E – Densidad del tejido.....	55
Anexo F- Gramaje del tejido de bambú	55
Anexo G – Peso del gramaje.....	56
Anexo H – Peso del hilo.....	56
Anexo I - Medición de las probetas	56
Anexo J – Corte de las probetas.....	56

Anexo K – Probetas de acuerdo con número de capas	56
Anexo L – Peso de las probetas (capas).....	56
Anexo M – Cálculos de la solución Resina y acelerador.....	57
Anexo N – Peso de la solución (resina y acelerador).....	57
Anexo O – Colocación de la probeta sobre una superficie	57
Anexo P - Adición de solución en las probetas.....	57
Anexo Q - Colocación de las probetas para un secado vertical en el Horno Vacuum.....	57
Anexo S – Retiro de las probetas del Horno	58
Anexo T - Reposo de las probetas.....	58
Anexo U – Peso de las probetas del textil técnico luego del reposo	58
Anexo V . Agrupación de los textiles técnicos obtenidos para cada ensayo.....	58
Anexo W – Spray de repelencia.....	59
Anexo X – Ensayo de repelencia del tejido y del textil técnico de bambú	59
Anexo Y – Flexiburn	61
Anexo Z – Ensayo de resistencia a la llama.....	61

RESUMEN

La industria textil en la actualidad ha evidenciado la búsqueda por encontrar nuevas alternativas para la fabricación de productos caracterizados por implementar el uso de materiales naturales, mediante la aplicación de fibras regeneradas. La investigación se basó en desarrollar un textil técnico para aplicaciones mecánicas, mejorando sus propiedades físicas de resistencia a la llama y repelencia a la humectación, mediante la aplicación de resina epóxica en un tejido plano tafetán con un material 100% natural celulósico de bambú. Se estableció inicialmente varias etapas, con el uso de un tejido tafetán de densidad 28x26 hilos, 183 g/m², con título de 4/38 Nm en urdimbre y 2/34 en trama, torsión Z y mediante la adhesión de resinas epóxicas en diferentes porcentajes para cada grupo, 55/45, 60/40 y 50/50, se procedió a secar con temperatura de 40°C durante 120 minutos, permitiendo realizar los ensayos de repelencia a la humectación y de resistencia a la llama en los equipos Spray de repelencia y Flexiburn.

Los datos recopilados fueron analizados con el programa Past 4, obteniendo una normalidad y confiabilidad del 95%, indicando que los datos utilizados son normales, además para el análisis de la relación, similitud y correlación de datos, se utilizaron las gráficas Plot Graph, Matrix Plot y el Seface Plot, indicando que las propiedades de repelencia a la humectación y resistencia a la llama del textil técnico, mejoró al 100% en comparación de las muestras de tejido sin resina al adicionar la mezcla de resina epóxica y acelerador de secado en porcentajes de 55/45 y 60/40 respectivamente obteniendo resultados idénticos.

Palabras claves: Bambú, resina epóxica, textil técnico.



ABSTRACT

Nowadays, the textile industry has demonstrated the search for new alternatives for the manufacture of products by implementing the use of natural materials, through the application of regenerated fibers. The research was based on developing a technical textile for mechanical applications, improving its physical properties of flame resistance and water repellency, by applying epoxy resin to a flat taffeta fabric with a 100% natural cellulosic bamboo material. Several stages were initially established, with the use of a taffeta fabric of density 28x26 threads, 1.83 g/m², with a title of 4/38 Nm in warp 2/34 in the weft, Z - twist and using the adhesion of epoxy resins in different percentages for each group, 55/45, 60/40 and 50/50, it was dried at a temperature of 40°C for 120 minutes, allowing the water repellency and flame resistance tests to be carried out on the Spray and Flexiburn equipment.

The data were analyzed with Past 4, obtaining normality and reliability of 95%, indicating that the data used are normal. For the analysis of the relationship, similarity, and correlation of data, the graphs Plot Graph, Matrix Plot, and Seface Plot were used, indicating that the properties of water repellency and flame resistance of technical textiles, improved to 100% compared to the samples of fabric without resin by adding the mixture of epoxy resin and drying Accelerator in percentages of 55/45 and 60/40 respectively with identical results.

Keywords: Bamboo, epoxy resin, technical textiles

VICTOR RAÚL RODRÍGUEZ



Reviewed by Victor Raúl Rodríguez Viteri

PROBLEMA

En la actualidad es notoria la utilización fibras sintéticas para la elaboración de hilos, tejidos, prendas, entre otras debido a la gran facilidad de obtención de estas, cabe mencionar que para su fabricación desde años pasados fueron realizados por la dificultad de obtención de fibras naturales que se presenta aun en la actualidad, debido al tiempo de cosecha, recolección, selección y transformación en hilos para su posterior uso. Por ende, es necesario recalcar que por la necesidad de abastecimiento y cumplimiento de características especiales que presentan las fibras manufacturadas, su objetivo de fabricación ha sido el de “servir de ayuda a las fibras naturales, ya sea en periodo de escasez o elevado coste” (Lockuán Lavado F. E., 2013, pág. 59)

Pero es necesario mencionar que además de los beneficios que presentan las fibras manufacturadas en el sector textil, también presentan desventajas para el ambiente, debido a que es notorio el nivel de contaminación ambiental que se produce a partir de materiales no biodegradables y no amigables en el ambiente. Por ello, la industria textil y por los niveles de contaminación que produce, es ventajoso y satisfactorio obtener textiles a partir de materiales biodegradables que reúnan características que puedan reemplazar a otros que son fabricados por materiales contaminantes, cuyas particularidades pueden ser mejorados a partir de la adición de productos como las resinas que podrían ser beneficiosas en sus propiedades, obteniendo así la industria un textil técnico a partir del bambú sobresaliendo como una alternativa de contribución al ambiente y beneficiosa en para el empleo en usos mecánicos con características y propiedades que sobresalgan de otras.

JUSTIFICACIÓN

Debido a la alta contaminación ambiental es necesario que se utilice de manera consciente y eficiente recursos naturales que sean amigables con el ambiente, entonces al hablar de la Industria Textil se ha evidenciado la búsqueda de nuevas alternativas de materias primas para la fabricación de productos biodegradables, entre una de las alternativas que se han presentado es la de elaboración de tejidos a base de la fibra de bambú, además (Fuentes Guija, Moreno Figueroa, Peña, & Tarazona Valenzuela, 2016) menciona que la misma presenta “un rápido crecimiento (alcanza su altura máxima en tres meses), absorbe dióxido de carbono, protege el suelo, se puede utilizar la mayor parte de la planta, es de uso versátil y no requiere de fertilizantes, ni pesticidas (por su propia naturaleza es resistente a pestes y plagas)” (pág. 6).

También aporta (Mercedes, 2006). Que el bambú presenta “una amplia variedad de usos y ha estado íntimamente asociado con las actividades de la civilización humana desde los tiempos antiguos. Actualmente, tiene una amplia gama de aplicación en el campo de la Arquitectura, Ingeniería, Medicina, Química y la Industria” (pág. 9). Por ende, a la fibra de bambú se la puede considerar como una alternativa de uso dentro de la industria textil para la obtención de tejidos biodegradables, que sean amigables con el ambiente cuyas características y propiedades sean mejoradas al aplicar resinas epóxicas en el tejido de bambú para obtener un textil técnico con resultados sobresalientes en sus propiedades físicas de impermeabilidad y calor que posteriormente sean aplicados en el uso de procesos mecánicos u otros

ALCANCE

La presente investigación tiene como finalidad el analizar las propiedades físicas en calor, impermeabilidad de un tejido técnico de bambú con resinas, cuyo estudio se realizó con los equipos pertenecientes a los laboratorios de la Planta Académica Textil UTN, además con cada uno de los resultados que se obtuvo de cada ensayo se realizó un análisis estadístico para interpretar la existencia o no de mejoras en las características que se obtienen del tejido técnico.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

La elaboración del presente Proyecto de Grado resulta de la preocupación hacia el extremo nivel de contaminación al ambiente que existe en la actualidad gracias al alto porcentaje de aporte en contaminación que realizan diferentes industrias incluyendo la textil, también de la necesidad que surge en implementar el uso de elementos amigables con el ambiente y de ser necesario reemplazar prácticas contaminantes con otras que sean partidarias con el ambiente y con la industria textil.

Se ha notado que el gran problema existente hacia la contaminación del ambiente parte de la negligencia y el abuso en el uso de sus recursos de la naturaleza. Mencionando que los resultados del mal manejo hacia el ambiente de acuerdo con (Loza Guerrico, 2013) se da por “el saqueo de los recursos naturales, los malos hábitos de consumo, la utilización indiscriminada de productos peligrosos, el descarte irresponsable de desechos, la falta de educación e información y la indiferencia” (pág. 5). Siendo estos, entre otros los problemas que han causado el deterioro notable en la tierra, por lo que es necesario reconsiderar el cambio en nuestros hábitos además de buscar nuevas alternativas que permitan reemplazar las actividades de las diferentes industrias.

En el desarrollo del proyecto se ofrece un panorama detallado sobre los temas y actividades que se van a realizar para poder analizar las propiedades físicas existentes en un textil técnico de bambú con resinas, a través de ensayos de laboratorio, que estarán alineados a normas acordes a la pruebas a realizarse y del uso adecuado de cada uno de los equipos, siendo esta una alternativa que busca demostrar que se puede crear e implementar textiles a partir del uso de elementos naturales, como es el caso de la guadua o también conocida como bambú, siendo notoria las características que pueden reemplazar y en el mejor de los casos destacar el uso de otras fibras, sean estas naturales o incluso sintéticas.

1.2. Antecedentes

Desde la antigüedad en lo que respecta al empleo de fibras naturales en diferentes industrias, se puede notar que han sido utilizadas gracias a las características y propiedades que presentan y por las cuales fueron aprovechadas “desde tiempos inmemorables (6000 a. C) en diversas aplicaciones, tales como el refuerzo de cerámicas, momias y artesanías” (Quintero, Cruz, García, Londoño, & Negrete, 2016, pág. 1). Sin embargo, siendo notorio que se ha subestimado el alto potencial que tienen este tipo de fibras naturales para ser empleadas en otros campos.

En lo que respecta al uso del bambú dentro de la industria textil se ha considerado de acuerdo con (Lucena, Suarez, & Zamudio, 2009) al bambú como un agente que ha presentado características sobresalientes y únicas, debido a que “es una gramínea leñosa de porte arbóreo de la que existen 1250 especies agrupadas en 75 géneros. El bambú es la planta de crecimiento más rápido del planeta. Crece aproximadamente de 75 a 400 mm por día” (pág. 4). En consideración a lo mencionado, la facilidad de cultivo y demás características la hacen una alternativa de reemplazo hacia otras de origen sintético, favoreciendo a su vez a la disminución de la contaminación y favoreciendo al ambiente en un gran porcentaje si es utilizada en diferentes industrias.

1.3. Importancia del estudio

Considerando los problemas, sobre todo los negativos hacia el ambiente que da como resultado el uso de fibras sintéticas para la naturaleza en todo el mundo, el presente proyecto de investigación pretendió demostrar como una alternativa amigable hacia el ambiente, el uso del bambú para la formación de textiles técnicos, con el fin de tratar de minimizar el impacto de contaminación en todas las direcciones, por lo que es necesario mencionar que este proyecto es considerado sustentable debido a que el bambú, es una planta que no presenta dificultad en su crecimiento, además de no ser sensible a insectos o plagas, por lo que no requiere de un cuidado minucioso y de la aplicación de insecticidas o demás químicos para garantizar su crecimiento. Además de ser necesario hay que indicar de acuerdo con diferentes artículos y fuentes de investigación se ha logrado constatar que el bambú presenta propiedades y la hacen sobresalir a otras de origen natural y consiguiendo también reemplazar a las sintéticas, garantizando los resultados al uso con diferente destino.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar las propiedades físicas de un textil técnico en tejido de bambú con resinas

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar la información sobre la elaboración del textil técnico de bambú con resinas, mediante la revisión de fuentes bibliográficas digitales y físicas para conocer los procesos y sus parámetros.
- Desarrollar los ensayos de flamabilidad e impermeabilidad, mediante el uso adecuado de los equipos necesarios para llevar a cabo los análisis y obtener resultados.
- Interpretar y examinar los resultados con los datos obtenidos, mediante programas estadísticos, para determinar si presenta o no mejoras en sus características.

1.5. Características del sitio del proyecto

El presente proyecto de investigación se desarrolló en la provincia de Imbabura, en el cantón de Ibarra, sector Azaya, calles Luciano Solano Sala y Morona Santiago, en los laboratorios de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte. Cuyas instalaciones están dotadas y equipadas de equipos de última tecnología especiales para pruebas físicas y químicas que se requieran, alineadas a normas para el uso de cada uno de los equipos y cada una de las pruebas a realizarse, además los laboratorios brindan servicios a empresas privadas y públicas, permitiendo también que los estudiantes tengan acceso al uso de cada uno de los equipos con el fin de mejorar e incrementar los conocimientos.

CAPITULO II

2. ESTUDIOS PREVIOS

2.1. Bambú

El bambú “un tipo de fibra de celulosa regenerada, obtenida de la materia prima de la pulpa de bambú” (Loza Guerrico, 2013, pág. 55). La cual sobresale a otras plantas debido a que cuya importancia es muy conocida gracias a su gran variedad de usos y aplicaciones en diferentes actividades, como lo menciona (Mercedes, 2006) ha sido empleada por la “civilización humana desde los tiempos antiguos. Actualmente, tiene una amplia gama de aplicación en el campo de la Arquitectura, Ingeniería, Medicina, Química y la Industria” (pág. 9). Esto gracias a sus características ambientales, propiedades, condición y alto valor ecológico que presenta como “alta durabilidad, estabilidad y tenacidad y el grado de finura y blancura es similar al de la viscosa clásica” (Loza Guerrico, 2013, pág. 55).

2.1.1. Características generales

Es necesario mencionar que el bambú o también conocida como *Guadua Angustifolia* es totalmente biodegradable ya que no emplea a diferencia de otras plantas el uso de químicos o algún tipo de pesticidas debido a que es una planta resistente a las plagas. Además, se los considera como especies protectoras del ambiente. Según (Hurtado, Freire, Leiva, & García , 2012) mencionan que la sujeción al sustrato, mediante sus raíces y rizomas, evita la erosión y elimina las cárcavas, además, contribuyen a embellecer el paisaje y a descontaminar la atmósfera siendo un procesador del dióxido de carbono (CO₂) y poseen gran importancia en la conservación de los recursos hídricos (2012, pág. 165).

Siendo entonces, que en el área textil el bambú otorga características en productos elaborados con el mismo como se muestra en la **ilustración 1**.

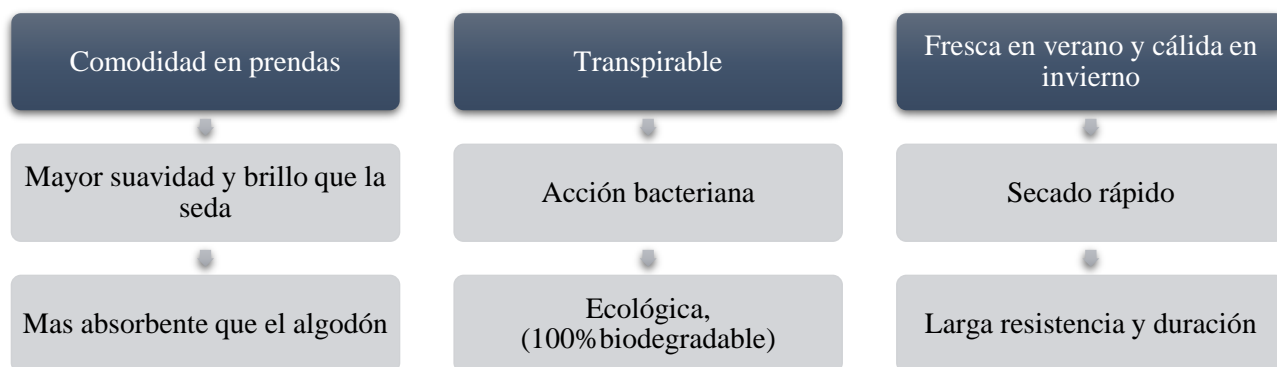


Ilustración 1. Características del bambú en el área textil

Fuente: (Visarrea Tabango, 2018, pág. 13)

2.1.2. Características de taxonomía y morfología del bambú

2.1.2.1. Taxonomía del bambú.

Debido a la gran cantidad de variedades existentes, la clasificación, identificación y nomenclatura ha presentado un gran problema para los botánicos, sin embargo, de acuerdo con (Valdez, 2003) en la **tabla 1** nos da a conocer la siguiente taxonomía del bambú.

Tabla 1. Taxonomía del bambú

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Cyperales
Familia	Poacea
Sub- familia	Bambusoideae

Fuente: (Valdez, 2003, pág. 4)

2.1.2.2. Morfología del bambú.

Según Hidalgo (2010) citado por (Barebán Benavides, 2014) menciona que “el bambú está formado por un sistema de ejes vegetativos segmentados transversalmente por nudos y entrenudos, los cuales varían en su forma según la parte de la planta a la que correspondan; rizoma, tallo o ramas” (pág. 14).

2.1.2.2.1. Rizomas.

El rizoma es el elemento básico del bambú para su propagación, además de servir como órgano que almacena los nutrientes para después distribuirlos a las diversas partes de la planta (Barebán Benavides, 2014, pág. 15).

2.1.2.2.2. Tallos

“Los tallos del bambú se caracterizan por tener forma cilíndrica, entrenudos huecos, separados transversalmente por tabiques o nudos, que les imparten mayor rapidez, flexibilidad y resistencia” (Coto, 1991, pág. 64).

2.1.2.2.3. Ramas

Salen directamente del tallo, específicamente de yemas que se forman en los nudos, tienen la misma estructura y forma del tallo, solo que, con diámetros mucho menores, además que en las ramas están prendidas las hojas, por lo general en gran abundancia (Añazco, 2014).

2.1.3. Anatomía del bambú

De acuerdo con (Gutiérrez Gonzales, 2011) la estructura anatómica “del tallo de bambú, es la base para entender el porqué de su excelente comportamiento ante diferentes esfuerzos mecánicos. A pesar de que existen aproximadamente 1200 especies de bambú, las diferencias entre estas son muy pequeñas” (pág. 32).

La sección transversal del tallo de bambú está compuesta en su anatomía por:

2.1.3.1. La epidermis o corteza exterior.

Compuesta en esta zona por células de sílice que aportan beneficiosamente en la dureza del material, previniendo la pérdida de la humedad y sirve de protección para los impactos mecánicos que podría sufrir.

2.1.3.2. La capa interior de la pared del tallo.

Compuesta por capas de parénquima, que tienen alto contenido de lignina.

2.1.3.3. El tejido fibro-vascular.

Se encuentra en medio de la capa interior de la pared del tallo y de la epidermis, en la cual se presentan las células parenquimáticas que forman el tejido del tallo.

2.1.4. Estructura de fibras de Bambú

En el tejido del tallo del bambú se encuentran las haces vasculares que están compuestas por el tejido conductivo y las fibras, las cuales “constituyen el tejido que soporta todo el esfuerzo mecánico al que está sometido el tallo debido a factores externos como el viento, y esfuerzos inherentes como el de su propio peso” (Gutiérrez Gonzales, 2011, pág. 37). Haciendo que las mencionadas características destaquen al bambú de muchas otras, debido a que su estructura influirá en la flexibilidad y resistencia de las mismas, además de que por la forma en general se caracterizan por su “forma delgada, ahusada en ambos lados y en algunos casos bifurcada en los extremos” (Gutiérrez Gonzales, 2011, pág. 37).

En el bambú las fibras “deben sus propiedades a la pared celular secundaria, que presenta celulosa, hemicelulosa y además hasta el 40% de lignina” (Cortés Rodríguez, 2012, pág. 1). La lignina es la sustancia responsable de la fortaleza y rigidez de las plantas, es inerte, resistente y muy estable, en la **ilustración 2** se muestra la estructura del bambú.

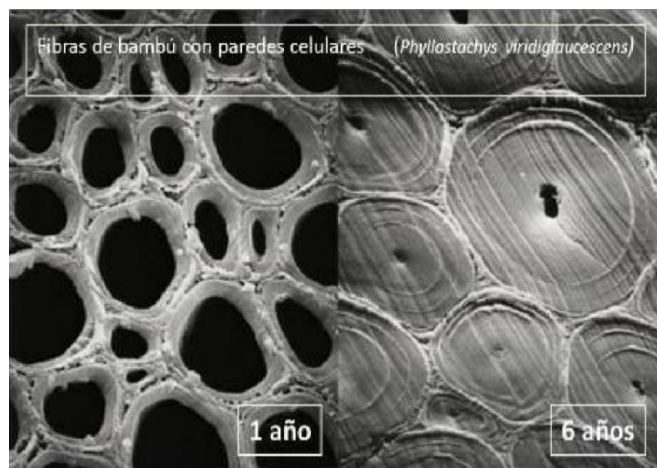


Ilustración 2: Estructura de las fibras del bambú

Fuente: (Cortés Rodríguez, 2012, pág. 1).

2.1.5. Propiedades funcionales

2.1.5.1. Propiedades físicas.

De acuerdo con BambroTex (2007) citado por Visarrea (2018) nos menciona que la fibra del bambú es una fibra reciclable, la cual se usa “a través de métodos físicos tales como la destilación y la hirvición y luego se tela en condiciones mojadas. Sus procesos de producción son los siguientes: Bambú→ piezas de bambú→ la pulpa fina→ la celulosa del bambú→ la fibra del bambú (pág. 13). En la **tabla 2** se muestra los parámetros físicos de las fibras de bambú.

Tabla 2. *Parámetros físicos de la fibra de bambú*

Propiedad	Fibra de bambú
Densidad lineal (dtex)	1,67
Fibra única seca a tensión (cN/dtex)	2.2 – 2.5
Fibra única húmeda a tensión (cN/dtex)	1.3-1.7
Porcentaje de elongación %	14-18
Moisture Regain %	13
Rata de absorción %	90-120
Densidad específica (g/cc)	1.32
Doble largo (mg/100g)	1.2
Resistencia específica cc/Ωg	1.09*10*8
Humedad	11.33
Tenacidad (CnTex)	13.4
Vellosidad	4.25
Rata ambiental	>99.8%

Fuente: (Lucena , Suarez, & Zamudio, 2009, pág. 5)

2.1.5.2. Propiedades mecánicas del bambú.

El bambú también presenta características mecánicas que la hacen sobresalir a otras de origen vegetal, como en la **tabla 3** se muestra.

Tabla 3. *Propiedades mecánicas del bambú*

Propiedades mecánicas	Promedio (MPa)	D.E. (MPa)	C.V
Compresión paralela a la fibra			
Esfuerzo máximo	48.0	3.0	5%
Esfuerzo en el límite proporcional	36%	2.0	6%
Módulo de elasticidad	19137	1625	9%
Compresión perpendicular a la fibra			
Esfuerzo máximo radial	5.0	0.6	12%
Esfuerzo máximo tangencial	6.8	0.9	13%
Tracción paralela a la fibra			
Esfuerzo máximo radial	132.0	24.1	18%
Módulo de elasticidad	17468	3655	21%
Tracción perpendicular a la fibra			
Esfuerzo máximo radial	1.1	0.3	22%
Esfuerzo máximo tangencial	1.8	0.4	21%
Corte paralela a la fibra			
Esfuerzo máximo	9.4	1.2	13%
Flexión			
Esfuerzo máximo radial	74.0	10.6	14%
Módulo de elasticidad radial	9523	1100	12%
Esfuerzo máximo tangencial	87.0	12.8	15%
Módulo de elasticidad	11456	1450	13%

Fuente: (Martínez García, 2015, pág. 14)

2.1.5.3. Propiedades químicas.

A continuación se presenta en la **ilustración 3**, las propiedades del bambú en el sector textil.

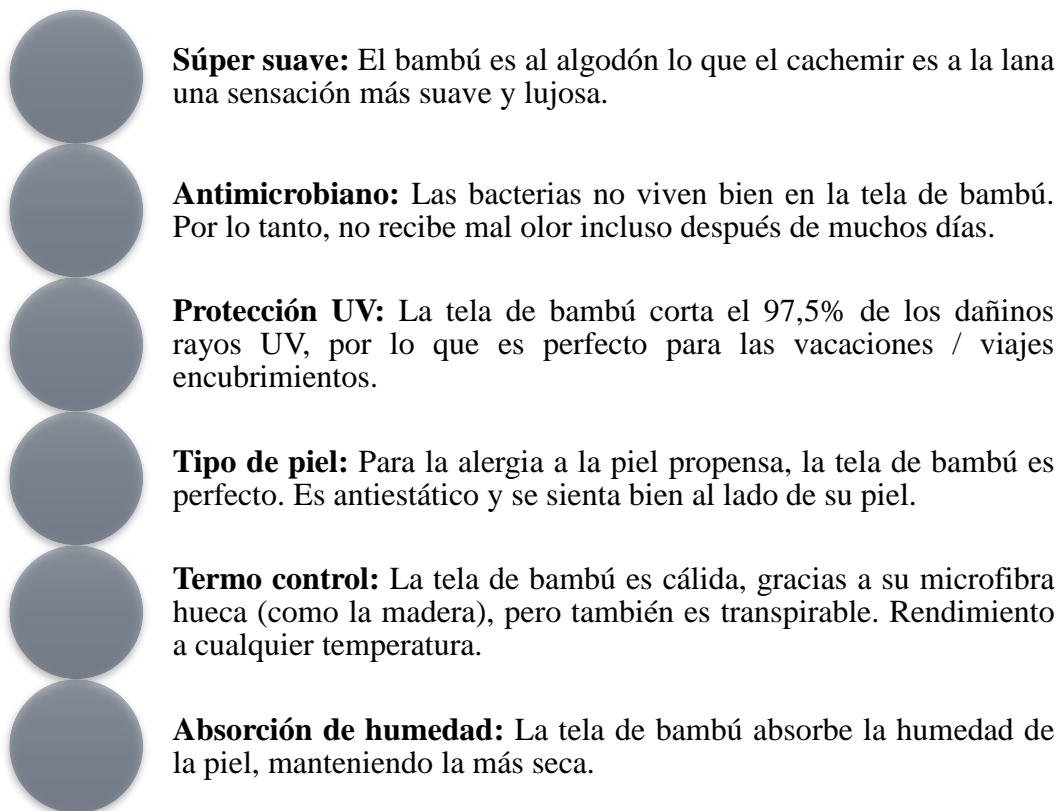


Ilustración 3. Propiedades químicas del bambú

Fuente: (Visarrea Tabango, 2018)

2.1.6. Composición química

Las fibras naturales están compuestas por “celulosa, hemicelulosa y lignina, además de otros componentes en menor cantidad, dentro de los que destacan la pectina y ceras” (Quintero, y otros, 2016, pág. 1). A continuación, en la **tabla 4** se puede observar la composición química de la fibra de bambú.

Tabla 4. Composición química del bambú

Fibra	Celulosa (%)	Hemicelulosa (%)	Lignina (%)	Pectina (%)	Cenizas (%)
Bambú	48.2 -73.8	12.5 – 73.3	10.2 – 21.4	0.37	2.3

Fuente: (Quintero, y otros, 2016, pág. 2)

2.2. Resinas epóxicas

Las resinas epóxicas son polímeros que poseen un alto nivel de producción y consumo a nivel mundial, “son ampliamente utilizadas como matrices para materiales compuestos o composites en diferentes tipos de aplicaciones en donde sus propiedades dieléctricas, químicas, térmicas y mecánicas son requeridas” (Jaramillo, Morales, Bentacur, Cruz, & Gañan, 2004, pág. 68). Por lo que podemos comprender que son consideradas termoestables, además que han sido utilizadas en diferentes campos, debido a que la resina epóxica “después de curar, tiene excelentes propiedades de unión, resistencia mecánica, química, aislamiento eléctrico” (Bolaños Cruz, Medina Mendoza, & Sánchez Estrada, 2016, pág. 12).

2.2.1. Propiedades de las resinas

Las propiedades que las resinas poseen hacen que sean utilizadas en diferentes aplicaciones, sin embargo, las resinas epóxicas de acuerdo con (Bolaños Cruz, Medina Mendoza, & Sánchez Estrada, 2016) “son seleccionadas debido a sus propiedades protectoras contra la corrosión, su estabilidad térmica y resistencia mecánica y son utilizadas principalmente como recubrimientos para un número de aplicaciones industriales y de consumo” (págs. 15 -16).

En la **tabla 5** se muestran las características que presentan las resinas epóxicas:

Tabla 5. Características de las resinas epóxicas

Características	Araldite 6010	Epikote 828
Apariencia	Líquido ámbar claro	Líquido ámbar claro
Viscosidad a 25°C (Pa.s)	12,0 – 16,0	10,0 -15,0
Densidad (g/cm ³)	1,16	1,16
Peso equivalente epoxi	192 -196	182 - 194

Fuente: (Jaramillo, Morales, Bentacur, Cruz, & Gañan, 2004, pág. 69).

2.3. Textil técnico

En el proceso de obtener materiales compuestos con características sobresalientes a otras han implementado el uso de sistemas amigables con el ambiente, tomando como alternativas el uso de materiales naturales a otras de origen sintético. Indicando que un material compuesto estará formado por “dos o más materiales identificables y distintos que se unen para formar una

combinación de propiedades que no pueden obtenerse en los materiales originales” (Vega, Ramirez, Jiménez, & Mendoza, 2014, pág. 95).

Además, (Roldán 2010) citado por (Chamba Tituaña, 2017) aporta que, todos los tejidos en general y aquellos tejidos en particular “están en constante evolución para obtener de ellos propiedades especiales que les hacen aptos para su aplicación en diferentes campos de la actividad humana e industrial” (pág. 33). Obteniendo como resultados textiles con características sobresalientes a otros, ya que pueden ser aplicados en diferentes campos, como los textiles técnicos.

Siendo necesario referirse, que las características que presente un textil técnico dependerán de las propiedades que presente el material original y de la composición del producto a utilizarse. Según (Vega, Ramirez, Jiménez, & Mendoza, 2014) “la función principal de la fibra es proporcionar resistencia y rigidez a los materiales, y para el segundo, la matriz se encarga de sujetar las fibras en su posición correcta y proteger las fibras del medio ambiente” (pág. 95).

De acuerdo con (Esparza, Rosero, Chamorro, & Herrera, 2019) mencionan que “los textiles técnicos reúnen características especiales que pueden ser ventajosos en los procesos mecánicos” (pág. 2). Considerando que los resultados a obtener en el textil técnico son propiedades y características sobresalientes a otras. Sin embargo, es importante mencionar que las propiedades en un textil técnico dependerán “de la estructura química de las resinas de revestimiento aplicado y el tipo de tejido utilizado como soporte” (Lockuán Lavado F. , 2012, pág. 30). Considerando que la composición química de la resina o revestimiento del textil influirá de manera significativa en el tacto, apariencia y demás propiedades como son la de elasticidad, resistencia, comportamiento a la variación de temperatura, abrasión, agentes atmosféricos.

2.3.1. Características del textil técnico

Los tejidos e hilados formados por varias capas se los conoce como técnicos y en la que su uso y aplicación es muy antigua, expresado de acuerdo con (Zurita 2012) citado por (Chamba Tituaña, 2017) desde “las tribus de América Central y América del Sur, quienes buscaban atribuirle propiedades que carecían ciertos sustratos textiles, su utilidad fue tan efectiva que tuvieron un rápido avance los cuales ya para los años 60, empieza el uso de estos textiles técnicos y no tejidos” (pág. 46). Permitiendo de esta manera que textiles sobresalgan en características y permita el uso de estos de manera industrial, como se indica en la **ilustración 4.**

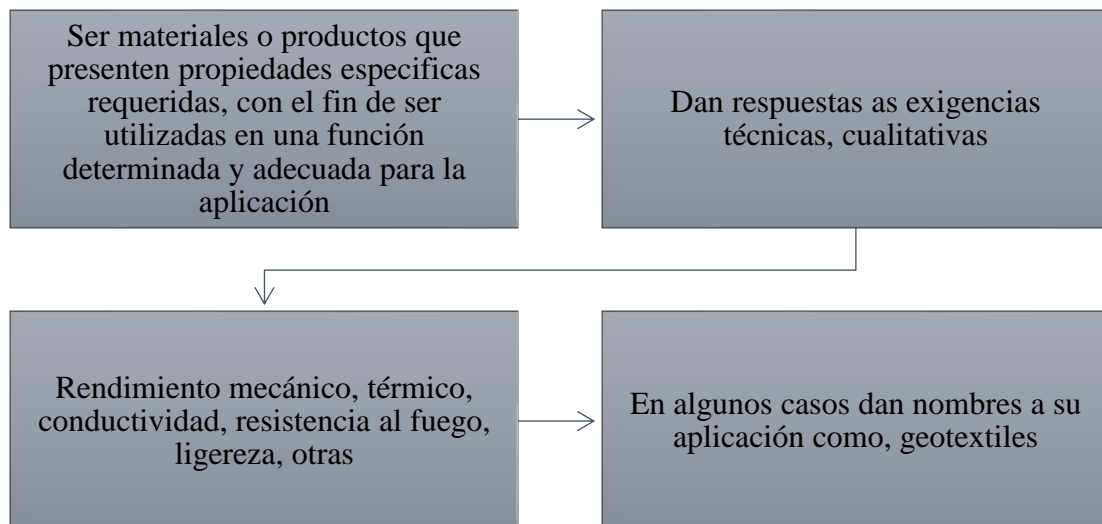
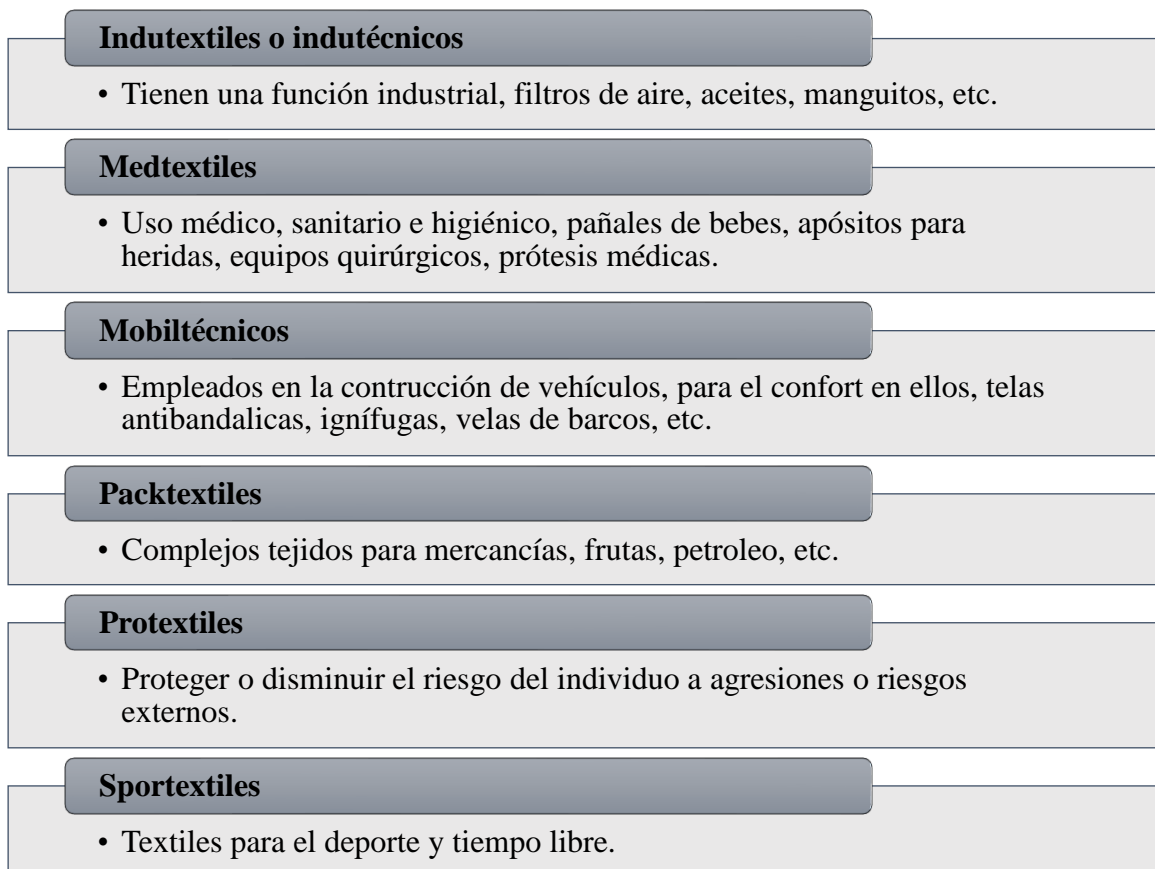


Ilustración 4. Características del textil técnico

Fuente: (Chamba Tituaña, 2017)

2.3.2. Aplicación de los textiles técnicos

En la aplicación de los textiles técnicos, por ser un campo muy amplio, se encuentran en diferentes áreas, como se las representan en la **ilustración 5**.



<p>Agrotexiles y pesca</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ayudan y sirven en diversas formas de cultivo (vivero, invernaderos) • Cuidado de bosques (silvicultura) y en el mar acuicultura, pesca.
<p>Buildtextiles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adaptan al mundo de la construcción, navales, aeronáuticas.
<p>Clohtextiles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Usados en el calzado e indumentaria.
<p>Ecotextiles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecológicos, provenientes del reciclado y de textiles biodegradables.
<p>Geotextiles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son estructuras ideadas para facilitar la construcción y adaptación de las obras públicas, como son carreteras, ferrocarriles, etc.
<p>Hometextil</p> <ul style="list-style-type: none"> • Textiles que más glamour y más tienen en cuenta el aspecto estético, usados para teatros, cines, cafeterías, otros, con funciones de ignífugos, antimanchas, localizadores, etc.

Ilustración 5. *Aplicaciones de los textiles técnicos*

Fuente: (Zurita A, 2012)

2.3.3. Ventajas

Los textiles técnicos presentan ventajas a otros ordinarios gracias a:

- Realizar funciones diferentes y nuevas
- Propiedades sobresalientes a textiles ordinarios
- Reemplazar a otros contaminantes con el ambiente
- Cubren las exigencias del usuario en lo que respecta a su utilidad.

CAPITULO III

3. METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

La metodología que se empleó para el desarrollo de la investigación fue documental, experimental y analítica, apoyándose de fuentes de investigación como son, libros, artículos científicos, proyectos de grado, normas y demás. Siendo posible la recopilación de información sobre los procesos a realizarse, equipos, normas, materia prima, insumos, sustentabilidad y calidad ambiental del tejido de bambú con resinas, logrando así analizar las propiedades físicas en impermeabilidad y flamabilidad que presenta el textil técnico a través de un análisis estadístico de los resultados obtenidos en cada ensayo desarrollado.

3.2. Diseño general

El análisis de las propiedades físicas del bambú inició de la recopilación de información del bambú, características y propiedades que presenta en el sector textil, también de los beneficios que tiene en el ambiente, además de obtener información sobre la resina epóxica y de los textiles técnicos, por lo que se centró la investigación en realizar un análisis estadístico de los resultados obtenidos con los ensayos de flamabilidad e impermeabilidad al que fue sometido el textil técnico.

3.3. Diseño muestral

El desarrollo de los procedimientos de la investigación se determinó con los ensayos a ejecutar determinando en el textil técnico las normas a utilizar para determinar las propiedades físicas en flamabilidad e impermeabilidad que se obtuvieron, además se emplearon los equipos de Flexiburn y el Spray de repelencia para los respectivos ensayos a los que fue sometido el textil técnico.

3.3.1. Selección de las muestras

Para seleccionar las muestras, se basó en la investigación de (Esparza et al, 2019). En el que emplearon un tejido plano de ligamento “tafetán de bambú” (pág. 2). Por lo que he utilizado también un tejido tafetán de bambú con una densidad de 28x26 hilos, título de hilo en urdimbre de 4/38 Nm y en trama 2/34 Nm y un gramaje de 183 g/m². Cuyos datos fueron obtenidos luego de haber realizado los pertinentes análisis al tejido de bambú utilizado, posteriormente se consiguió elaborar el textil técnico mediante la aplicación de la resina epóxica, los cuales fueron sometidos a los ensayos de las propiedades físicas y su respectiva evaluación, realizando con los resultados obtenidos un gráfico estadístico de los ensayos de:

- Flamabilidad
- Impermeabilidad
- Gramos por metros cuadrados

El número de probetas empleadas fueron de 48 de las cuales 24 se utilizaron en el ensayo de Flamabilidad y los 24 restantes en el ensayo de Impermeabilidad, posteriormente estas fueron unidas de acuerdo con el número de capas y porcentajes con las que se trabajó en cada ensayo, iniciando con un porcentaje de solución de 55/45 de resina y acelerador de secado aplicado respectivamente, además de que por cada capa del textil de 11g se añadió 52.8g de la mezcla para la formación del laminado. (Esparza et al, 2019). Las pruebas se las realizó en los equipos del laboratorio físico de las instalaciones de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte.

3.4. Descripción del proceso

Para iniciar con el proceso se emplearon los siguientes materiales:

- Tejido de bambú (tafetán)
- Resina epóxica (superglass)
- Acelerador de secado
- Materiales e insumos (brochas, guantes, bases de vidrio, agua destilada)

Tanto los materiales de laboratorio y equipos debieron de estar en condiciones adecuadas para su uso, evitando futuros defectos en el desarrollo del proceso y de esta manera obtener resultados veraces de los ensayos

3.4.1. Equipos

3.4.1.1. Balanza analítica

Es un equipo que se empleó para medir las pequeñas masas de tejido y textil técnico elaborado obteniendo datos analíticos, observado en la **ilustración 6**.



Ilustración 6. Balanza analítica

Fuente: Autora

3.4.1.2. Horno Vacuum

Es un equipo utilizado en el secado del textil técnico luego de la aplicación de la resina epóxica, “funciona a 170°C” como lo explica (Esparza et al, 2019, pág. 2), demostrado en la **ilustración 7**.



Ilustración 7. Horno Vacuum Oven para el secado

Fuente: Autora

3.4.1.3. Flexiburn.

Es un equipo que se utilizó para realizar el ensayo de flamabilidad del tejido y del textil técnico, también llamado ensayo de Determinación de la propagación de la llama en tejidos, cuyo proceso de ensayo es basado en las normas **ISO 15025, ISO 6040, ISO 6041**, indicado en la **ilustración 8**.



Ilustración 8. Flexiburn

Fuente: (Malloy, 2015).

3.4.1.4. Spray de repelencia

Equipo que se utilizó para la realización de ensayos de impermeabilidad o Determinación a la resistencia a la humectación de la superficie del tejido y del textil técnico elaborado, cuyo proceso se basa en normas como **ISO 4920 y AATCC 22**, indicado en la **Ilustración 9**.



Ilustración 9. Spray de repelencia (Laboratorio CITEX)

Fuente: Autora

3.4.2. Test de calificaciones de la prueba de repelencia

Para realizar el ensayo del tejido y textil técnico se utilizó el Test de calificaciones del Spray de repelencia en el cual nos indica el grado de repelencia que tiene al ser sometido al agua destilada, como se demuestra en la **ilustración 10**.

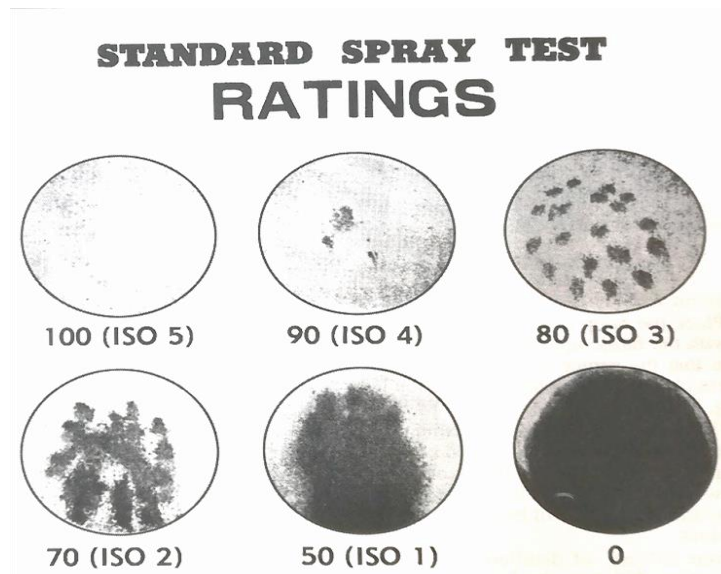


Ilustración 10. Estadísticas del Espray de repelencia

Fuente: (ATTCC Technical Center, 2014)

A continuación, se indica en la **tabla 6**, los estándares de medición para las pruebas en el equipo de repelencia.

Tabla 6. Estadísticas de Espray de repelencia

Grado de repelencia	Valoración ISO	Observación
0	0	
1	50	Se empapa completamente el espécimen entero
2	70	Humedecimiento parcial de la cara de la muestra
3	80	Mojado de la cara de muestras en el punto central
4	90	Humectación de las caras de la muestra
5	100	No adherencia o humectación de las caras de las muestras

Fuente: (ATTCC Technical Center, 2014)

3.5. Diagrama general del proceso

En la elaboración del textil técnico se inició a partir del tejido de bambú al cuál se le añadió la resina epóxica y finalmente se determinó los ensayos, obteniendo datos para ser analizados, como se demuestra en la **ilustración 11**.

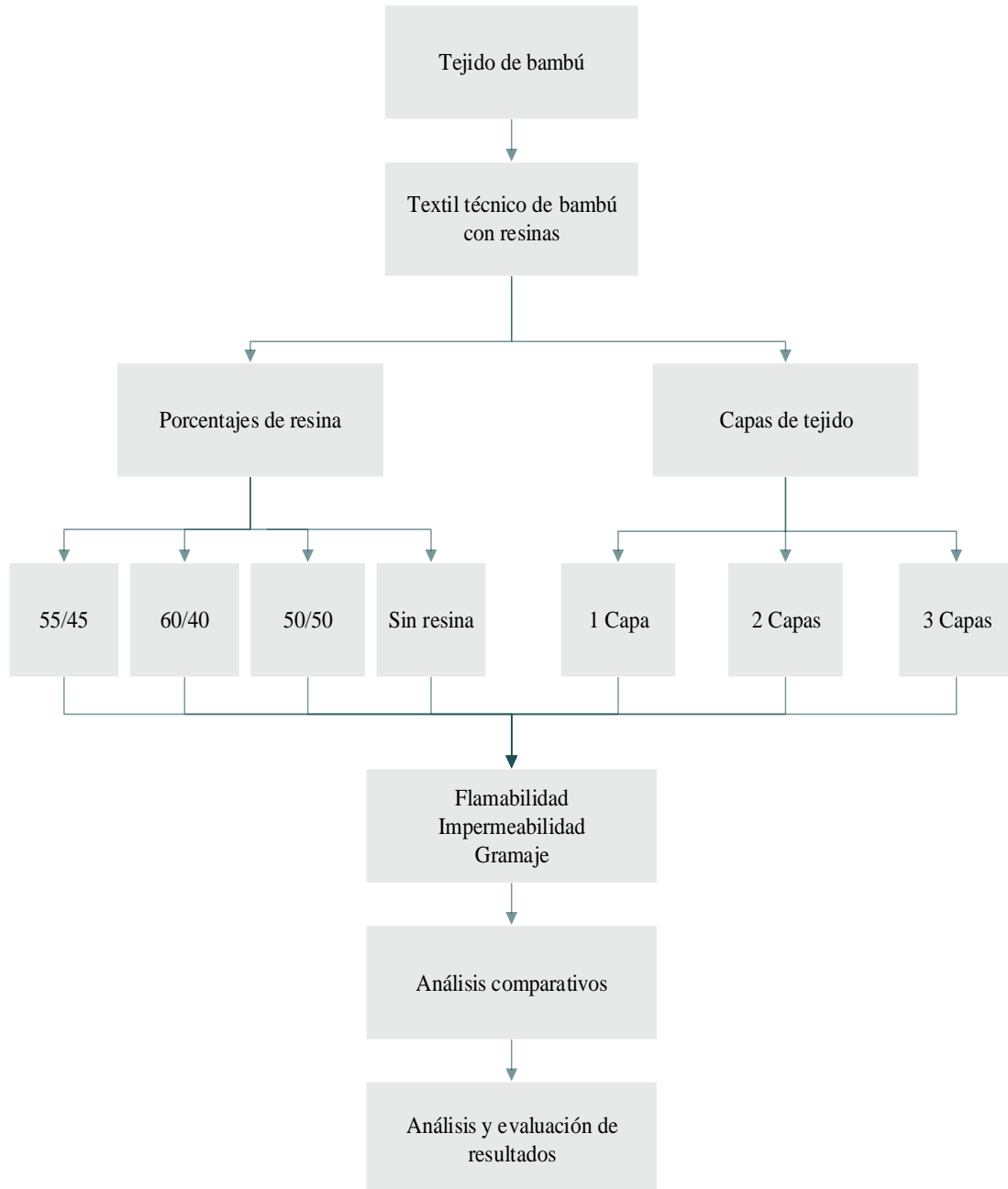


Ilustración 11. Diagrama general de las etapas de la investigación

Fuente: Autora

3.5.1. Diagrama muestral

En la toma de datos a partir de las muestras, se aplicó a diferentes concentraciones con el propósito de obtener los resultados que se analizaron estadísticamente en el programa Past 4, indicado en la **ilustración 12**.

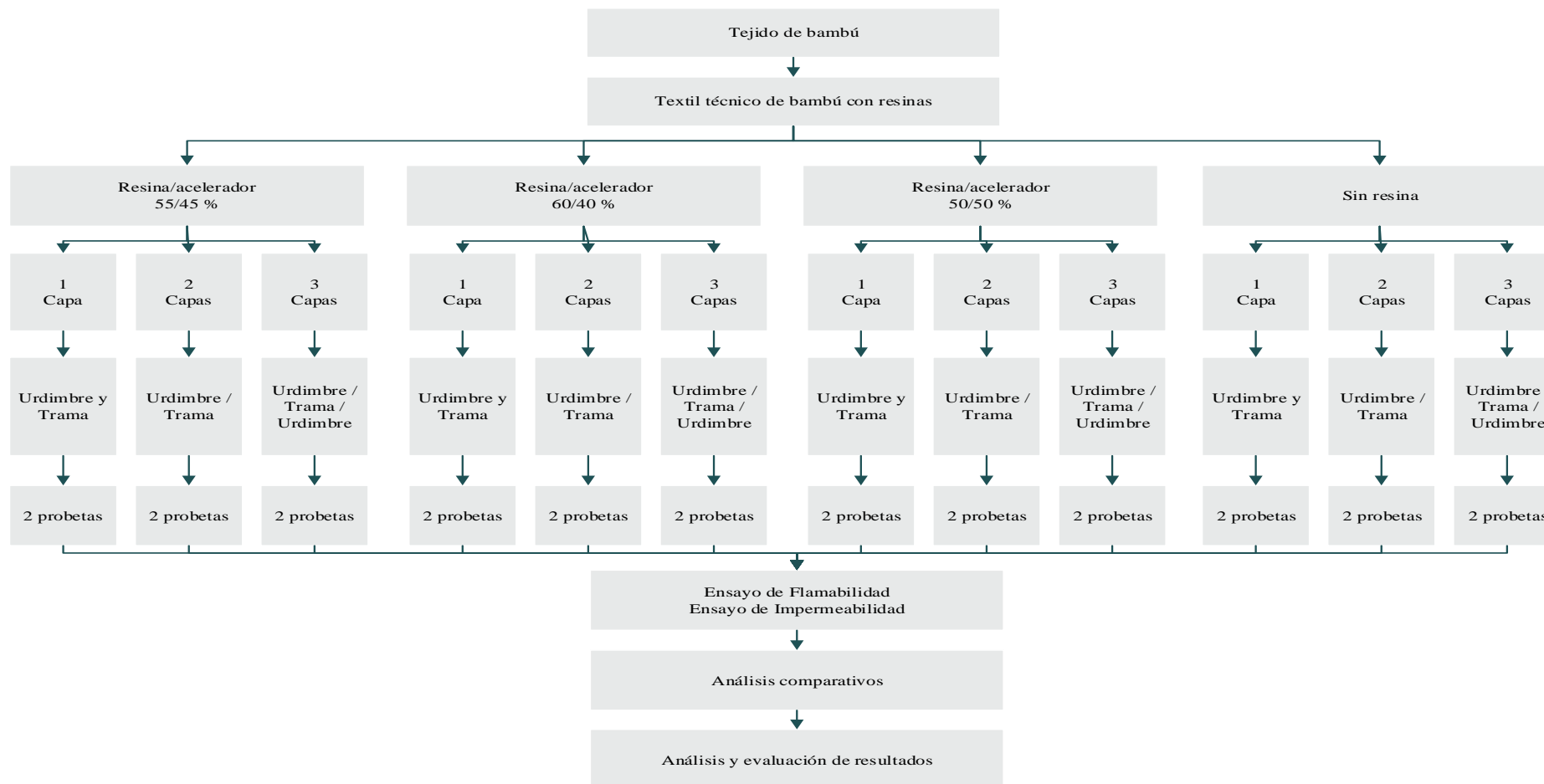


Ilustración 12. Diagrama muestral

Fuente: Autora

3.5.2. Diagrama del proceso de obtención del textil técnico

Para obtener el textil técnico se implementó el proceso manual a partir del tejido de bambú y obtener las diferentes capas con diferentes concentraciones como se indica en la **Ilustración 13**.

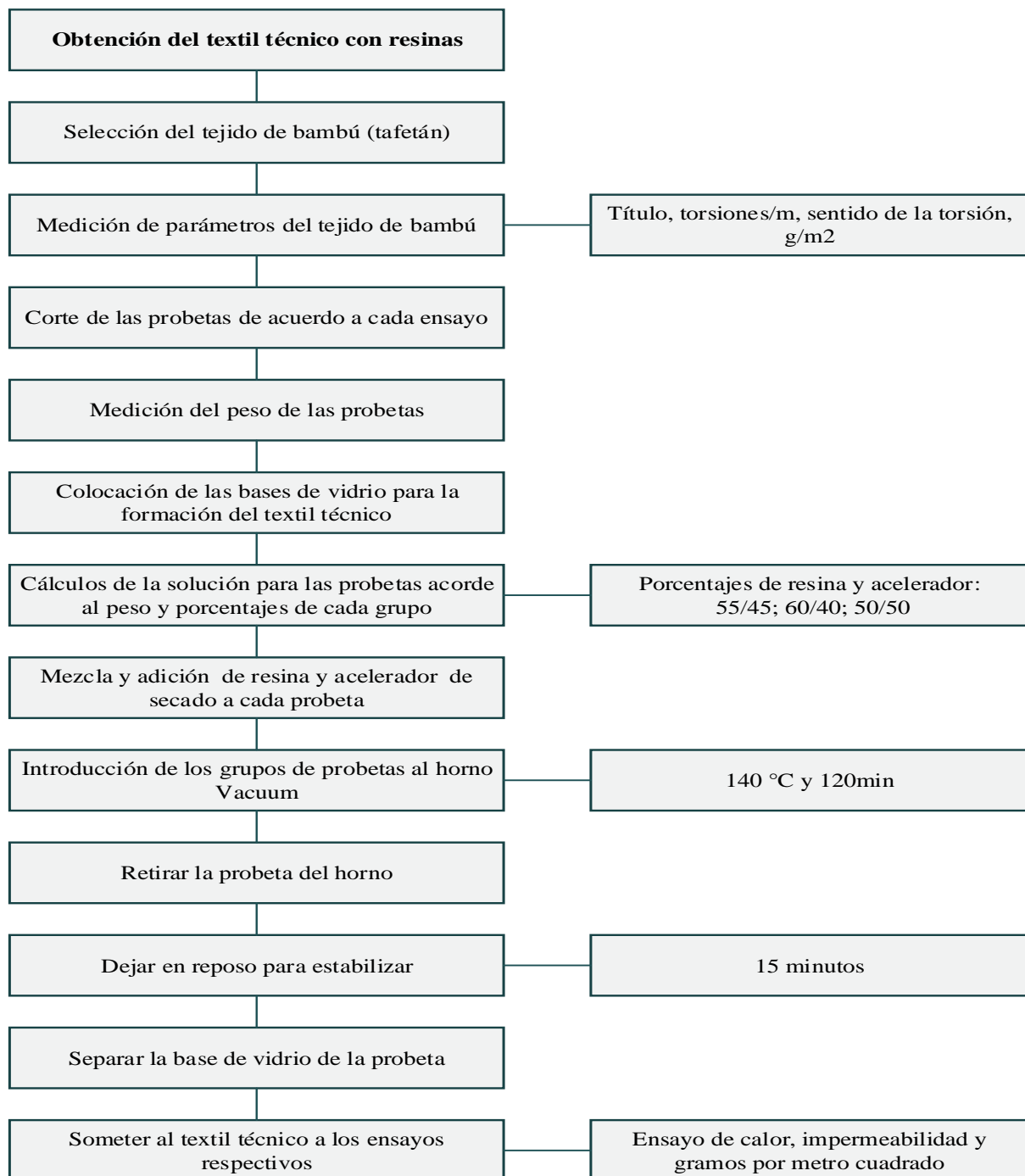


Ilustración 13. Proceso de obtención del textil técnico

Fuente: (Esparza et al, 2019).

3.5.3. Diagrama del proceso de ensayo de flamabilidad

En el desarrollo del ensayo para la determinación de la resistencia a la llama en el tejido y en el textil técnico se puede detallar a continuación cada uno de los pasos en la **ilustración 14**.

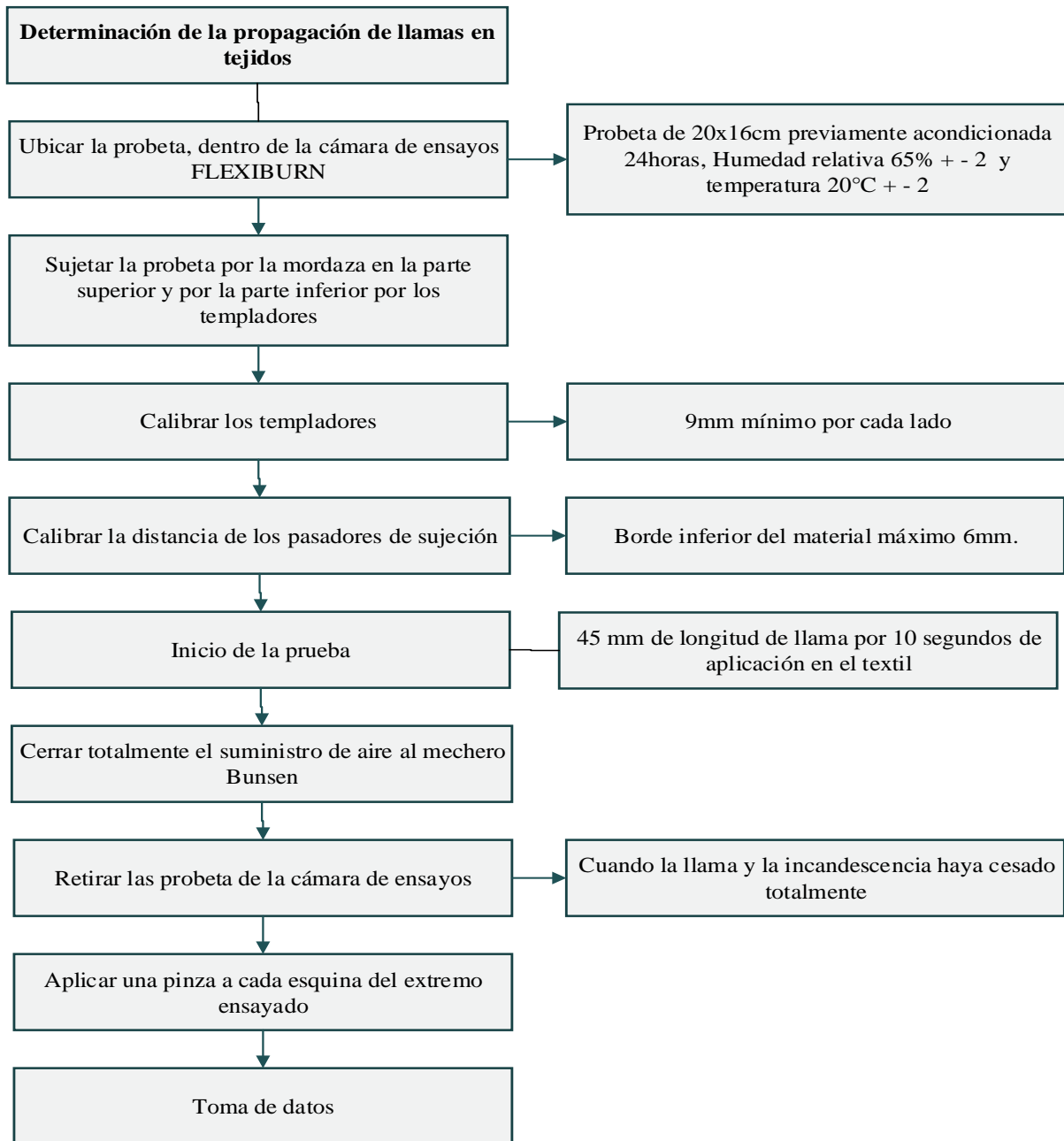


Ilustración 14. Descripción del proceso de ensayo de flamabilidad

Fuente: (Tapia Quelal, 2019, pág. 44).

3.5.4. Diagrama del proceso de ensayo de impermeabilidad

El método y sus pasos utilizados para determinar la impermeabilidad se detalla en la **Ilustración 15**.

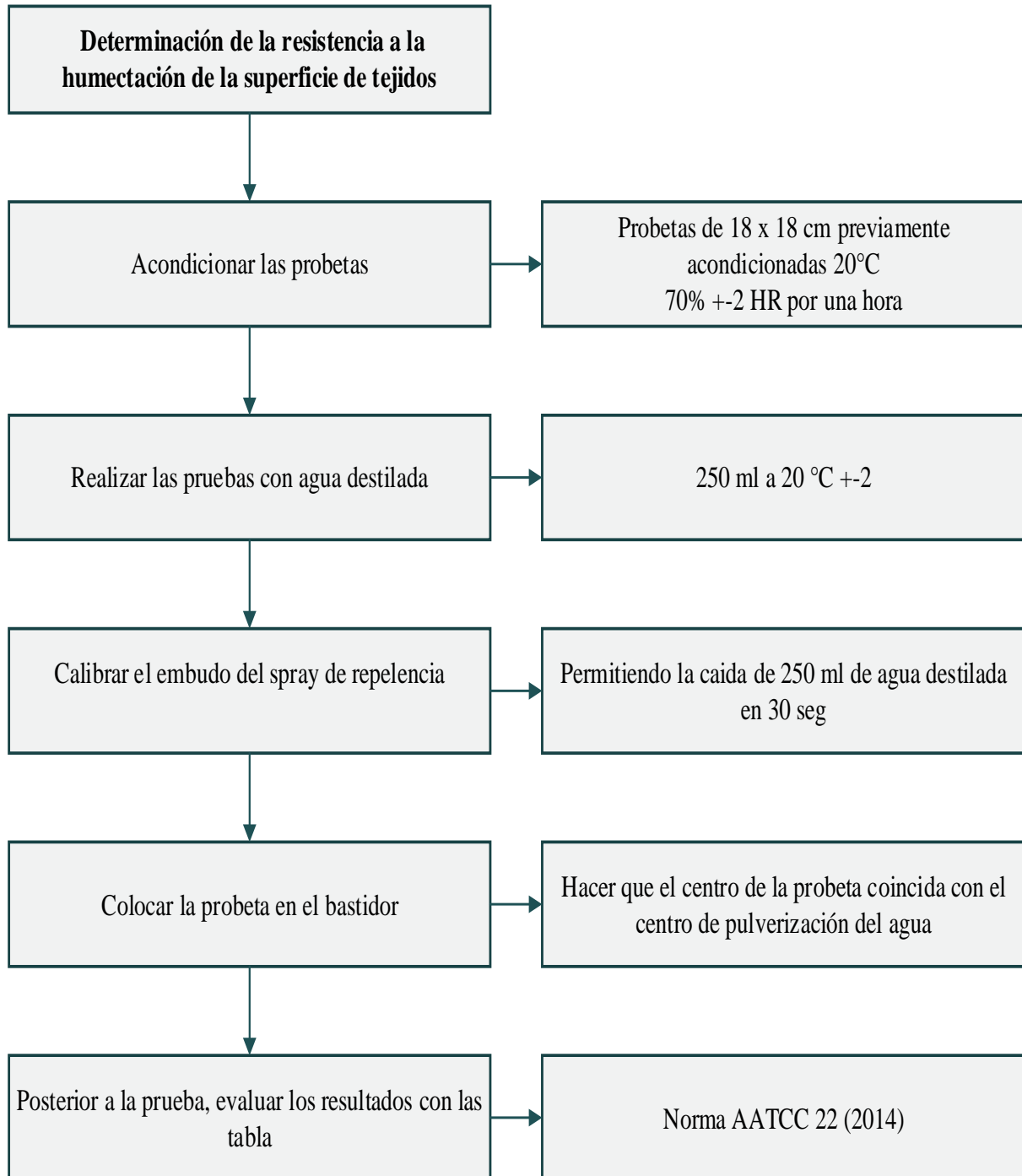


Ilustración 15. Diagrama de proceso de impermeabilidad

Fuente: (Narváez Fuelpas, 2019).

3.6. Métodos y Técnicas

La evaluación de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados en los equipos Flexiburn y Spray de Impermeabilidad se los realizó a través de un método analítico, gracias al cual se observó y explico los resultados que se encontró en cada probeta realizada en los textiles técnicos de bambú con resinas, por medio de datos estadísticos como la varianza, determinando la resistencia a la impermeabilidad y a la flamabilidad en el textil técnico de bambú con resinas.

3.6.1. Metodología de campo.

El desarrolló del proyecto de investigación en los laboratorios de la Planta Académica Textil de la Universidad Técnica del Norte situada en Azaya, ciudad de Ibarra, cuya investigación inició del análisis del tejido de bambú, gramaje, peso, densidad, torsiones, títulos del hilo etc. la investigación de campo se lo realizó con los ensayos flamabilidad, impermeabilidad y de gramos por metro cuadrado del textil técnico. Ver [Anexo A](#), [Anexo B](#) y [Anexo C](#).

3.7. Procesamiento de datos

Los diagramas de procesos fueron realizados en el programa Visio Profesional y los datos obtenidos fueron analizados con la asistencia de programas informáticos y estadísticos como son Excel, Word y Past 4, los cuales se emplearon para realizar tablas de resultados y gráficos estadísticos para ayudar la comprensión de los resultados obtenidos en cada ensayo, ya que mediante estos programas permitieron una mejor visualización, esclareciendo y mejoraron el entendimiento en la interpretación de los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

En este capítulo se da a conocer los resultados conseguidos en cada uno de los procesos del proyecto de investigación. Se detalla los valores obtenidos del análisis del tejido de bambú empleado, torsiones por metro, título, gramaje y densidad, también el peso de las probetas de acuerdo con el número de capas, porcentaje de resina y acelerador, tamaño de las probetas, peso y gramos metros cuadrados de las probetas del textil técnico obtenido, valores de los ensayos de impermeabilidad y flamabilidad, además se hace una comparación de los resultados de las muestras realizadas en cada equipo, enfocándose en los parámetros acorde de cada ensayo realizado. Finalmente se realizó un análisis estadístico de los valores obtenidos para analizar la confiabilidad de estos.

4.1. Resultados

En la **tabla 7**, se describe los datos obtenidos en el análisis del tejido de bambú realizado, peso, título, gramaje y torsiones/m de acuerdo, en la que el número de muestras que se midieron fueron en base a la norma (INEN - ISO 2061, 2014). Los equipos que se utilizaron fueron: lupa textil, torsiómetro, balanza analítica y cortadora circular, como se muestra en los **Anexo D, Anexo E, Anexo F, Anexo G, Anexo H**.

Tabla 7. Datos del análisis de tejido y del hilo de bambú

Muestra	Torsión	Peso	Título	Torsión	Peso Trama	Título	g/m ²
	Urdimbre	Urdimbre g	Nm	Trama	g	Nm	
1	175,8	0.107	4/37.4	262,1	0.059	2/33.9	182,66
2	176,7	0.105	4/37.8	266,5	0.057	2/35.0	183,07
3	176,5	0.106	4/37.7	262,3	0.059	2/33.9	185,00
4	175,1	0.107	4/37.4	261,9	0.059	2/33.9	182,48
5	176,4	0.105	4/37.8	264,3	0.058	2/34.5	183,33

6	175,3	0.107	4/37.4	261,7	0.059	2/33.9	180,62
7	177,0	0.108	4/37.8	266,1	0.057	2/35.0	183,40
8	175,2	0.107	4/37.4	264,2	0.058	2/34.5	184,13
9	174,8	0.107	4/37.4	260,9	0.059	2/33.9	183,20
10	177,1	0.106	4/37.7	266,1	0.057	2/35.0	185,01
Media	175,9	0.1065	4/37.6	263,61	0.0582	2/34.3	183,28

Fuente: Autora

En la **tabla 8**, se describe los datos obtenidos en el peso de las probetas el tejido de bambú y del textil técnico de acuerdo a los porcentajes, capas y tamaño de cada ensayo como se muestra en los [Anexo I](#), [Anexo J](#) y [Anexo K](#)

Tabla 8. *Peso de probetas de acuerdo con el número de capas y grupos de ensayo*

Ensayo de impermeabilidad								
Capas	GR 1 g	GR 1.1 g	GR2 g	GR2.1 g	GR3 g	GR3.1 g	GR4g	GR4.1 g
1 capa	6,862	6,851	7,083	7,064	7,031	7,370	7,204	7,100
2 capas	14,384	14,812	14,518	14,046	14,177	14,228	14,039	14,057
3 capas	20,841	21,671	21,340	21,297	21,827	20,848	21,179	21,302
Ensayo de flamabilidad								
Capas	GF1 g	GF1.1 g	GF2 g	GF2.1 g	GF3 g	GF3.1 g	GF4g	GF4.1 g
1 capa	6,742	6,826	6,932	7,316	6,718	7,322	7,306	7,101
2 capas	13,737	13,752	13,500	14,208	13,600	14,109	14,281	14,018
3 capas	20,347	21,040	20,714	21,312	20,714	21,321	21,322	21,302

Fuente: Autora

En la **Tabla 9** de valores se observa la cantidad total de resina y acelerador para cada probeta acorde al número de capas y peso como se observa en, [Anexo L](#), [Anexo M](#), [Anexo N](#) y [Anexo O](#).

Tabla 9. *Porcentaje total de resina y acelerador para cada probeta*

Ensayo de impermeabilidad								
Capas	GR 1 g	GR 1.1 g	GR2 g	GR2.1 g	GR3 g	GR3.1 g	GR4 g	GR4.1 g
1 capa	32,938	32,885	33,998	33,907	33,749	35,376	SN	SN
2 capas	69,043	71,098	69,686	67,421	68,050	68,294	SN	SN
3 capas	100,037	104,021	102,432	102,226	104,770	100,070	SN	SN

Ensayo de flamabilidad								
Capas	GF1 g	GF1.1 g	GF2 g	GF2.1 g	GF3 g	GF3.1 g	GF4 g	GF4.1 g
1 capa	32,362	32,765	33,274	35,117	32,246	35,146	SN	SN
2 capas	65,938	66,010	64,800	68,198	65,280	67,723	SN	SN
3 capas	97,666	100,992	99,427	102,298	99,427	102,346	SN	SN

Fuente: Autora

En la **Tabla 10** de valores se indica el porcentaje de resina y acelerador colocados en cada probeta acorde a su peso, al número de capas y al grupo de ensayo, como se observa en el [Anexo P](#).

Tabla 10. Cantidad de resina y acelerador de cada probeta acorde a su grupo de porcentaje y ensayo

Ensayo de impermeabilidad														
	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador
	GR 1r g	GR 1a g	GR 1.1r g	GR 1.1a g	GR 2r g	GR 2a g	GR 2.1r g	GR 2.1a g	GR 3r g	GR 3a g	GR 3.1r g	GR 3.1a g	GR4	GR4.1
Capas	55%	45%	55%	45%	60%	40%	60%	40%	50%	50%	50%	50%	SN	SN
1	18,116	14,822	18,0867	14,799	20,399	13,599	20,344	13,563	16,874	16,874	17,688	17,688	SN	SN
2	37,974	31,069	39,104	31,994	41,812	27,875	40,452	26,968	34,025	34,025	34,147	34,147	SN	SN
3	55,020	45,017	57,211	46,809	61,459	40,973	61,335	40,890	52,385	52,385	50,035	50,035	SN	SN
Ensayo de flamabilidad														
	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador	Resina	Acelerador
	GF 1r g	GF 1a g	GF 1.1r g	GF 1.1a g	GF 2r g	GF 2a g	GF 2.1r g	GF 2.1a g	GF 3r g	GF 3a g	GF 3.1r g	GF 3.1a g	GF4	GF4.1
Capas	55%	45%	55%	45%	60%	40%	60%	40%	50%	50%	50%	50%	SN	SN
1	17,799	14,563	18,021	14,744	19,964	13,309	21,070	14,047	16,123	16,123	17,572	17,573	SN	SN
2	36,266	29,672	36,305	29,704	38,880	25,920	40,919	27,279	65,280	65,280	33,862	33,862	SN	SN
3	53,716	43,950	55,546	45,446	59,656	39,771	61,379	40,919	99,427	99,427	51,170	51,170	SN	SN

Fuente: Autora

En la **Tabla 11** se muestra los pesos de las probetas luego del secado en el horno Vacuum Oven. Ver [Anexo Q](#), [Anexo R](#), [Anexo S](#), [Anexo T](#), [Anexo U](#) y [Anexo V](#).

Tabla 11. Pesos de probetas luego del secado en el horno Vacuum

Ensayo de impermeabilidad									Ensayo de flamabilidad							
Grupos de textil técnico									Grupos sin resina							
Capas	GR1	GR1.1	GR2	GR2.1	GR3	GR3.1	GR4	GR4.1	GF1	GF1.1	GF2	GF2.1	GF3	GF3.1	GF4	GF4.1
1 capa	30,833	30,099	24,490	24,399	32,098	31,166	SN	SN	28,695	28,602	33,602	33,009	29,440	28,945	SN	SN
2 capas	68,127	68,301	70,155	70,001	72,921	73,249	SN	SN	35,965	34,997	59,004	57,960	65,262	66,169	SN	SN
3 capas	99,368	99,194	105,755	104,934	98,241	98,144	SN	SN	82,768	83,199	88,326	88,920	92,364	93,971	SN	SN

Fuente: Autora

En la **tabla 12**, se muestra el grado de repelencia de cada una de las probetas de acuerdo con la valoración ISO de la norma AATCC 22 (2014), ver [Anexo W](#) y [Anexo X](#).

Tabla 12. Calificación del grado de repelencia de las probetas en el Spray de repelencia

		1 capa	2 capas	3 capas	Valoración ISO	Observación
Probetas	GR1	5	5	5	100	No adherencia o humectación de las caras de las muestras
	GR1.1	5	5	5	100	No adherencia o humectación de las caras de las muestras
Probetas	GR2	5	5	5	100	No adherencia o humectación de las caras de las muestras
	GR 2.1	5	5	5	100	No adherencia o humectación de las caras de las muestras
Probetas	GR 3	5	5	5	100	No adherencia o humectación de las caras de las muestras
	GR3.1	5	5	5	100	No adherencia o humectación de las caras de las muestras
Probetas	GR 4	0	0	0	0	Humectación completa de la cara interior de la muestra
sin resina	GR 4.1	0	0	0	0	Humectación completa de la cara interior de la muestra

Fuente: Autora

Se muestra en la **tabla 13** los resultados de factibilidad de las probetas para la resistencia a la llama del tejido y del textil técnico de bambú, como se indican en el [Anexo Y](#), [Anexo Z](#).

Tabla 13. *Resultados de factibilidad de las probetas para la resistencia a la llama.*

Grupos	N° Capas	N° Probetas	Tiempo de aplicación de llama (seg)	LQ (mm)	T post llamas (seg)	Tiempo de ignición (seg)
GF 1	Capa 1	Probeta 1	10	45,5	0	0
		Probeta 2	10	45,5	0	0
	Capa 2	Probeta 1	10	45,5	0	0
		Probeta 2	10	45,5	0	0
	Capa 3	Probeta 1	10	45,5	0	0
		Probeta 2	10	45,5	0	0
GF 2	Capa 1	Probeta 1	10	45,5	0	0
		Probeta 2	10	45,5	0	0
	Capa 2	Probeta 1	10	45,5	0	0
		Probeta 2	10	45,5	0	0
	Capa 3	Probeta 1	10	45,5	0	0
		Probeta 2	10	45,5	0	0
GF 3	Capa 1	Probeta 1	10	45,5	0	0
		Probeta 2	10	45,5	0	0
	Capa 2	Probeta 1	10	45,5	0	0
		Probeta 2	10	45,5	0	0
	Capa 3	Probeta 1	10	45,5	0	0
		Probeta 2	10	45,5	0	0
GF4 sin resina	Capa 1	Probeta 1	10	45,5	6	104
		Probeta 2	10	45,5	6,1	105
	Capa 2	Probeta 1	10	45,5	5,9	213
		Probeta 2	10	45,5	6,2	215
	Capa 3	Probeta 1	10	45,5	6,1	219
		Probeta 2	10	45,5	6,3	220

Fuente: Autora

Se indica en la **tabla 14**, los datos obtenidos del ensayo de determinación de la masa por unidad de longitud y unidad de área en el textil técnico y en el tejido, se muestra en el [Anexo ZY](#).

Tabla 14. Datos obtenidos del ensayo de determinación de la masa por unidad de longitud y unidad de área.

Ensayo de impermeabilidad								
Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		
Capas	GR1 g/m ²	GR1.1 g/m ²	GR2 g/m ²	GR2.1 g/m ²	GR3 g/m ²	GR3.1 g/m ²	GR4 g/m ²	GR4 g/m ²
1	822,6	854,0	678,3	675,8	889,1	863,3	182,6	182,5
2	1848,8	1891,9	1943,4	1939,0	2019,9	2029,0	183,1	183,3
3	2632,8	2747,7	2929,5	2906,7	2721,4	2718,6	185,0	184,1

Ensayo de flamabilidad								
Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		
Capas	GF1 g/m ²	GF1.1 g/m ²	GF2 g/m ²	GF2.1 g/m ²	GF3 g/m ²	GF3.1 g/m ²	GF4 SN g/m ²	GF4.1 SN g/m ²
1	803,7	801,1	941,2	924,6	824,6	810,7	180,6	183,2
2	1007,4	980,3	1652,7	1623,5	1828,0	512,0	183,4	185,7
3	2318,4	2330,5	2474,1	2490,7	2587,2	2632,2	184,1	183,3

Fuente: Autora

4.1.1. Resultados generales

Se muestra en la **tabla 15** la recopilación de datos obtenidos de las probetas de textil técnico que se obtuvieron de acuerdo con el número de capas, porcentajes y grupos de los respectivos ensayos de flamabilidad e impermeabilidad.

Tabla 15: Resumen general de resultados de ensayos de impermeabilidad y flamabilidad

Peso de probetas de acuerdo con el número de capas y grupos de ensayo																
	Ensayo de impermeabilidad								Ensayo de flamabilidad							
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
Capas	GR 1 g	GR 1.1 g	GR2 g	GR2.1 g	GR3 g	GR3.1 g	GR4 g SN	GR4.1 g SN	GF1 g	GF1.1 g	GF2 g	GF2.1 g	GF3 g	GF3.1 g	GF4 g	GF4.1 g
1	6,862	6,851	7,083	7,064	7,031	7,370	7,204	7,100	6,742	6,826	6,932	7,316	6,718	7,322	7,306	7,101
2	14,384	14,812	14,518	14,046	14,177	14,228	14,039	14,057	13,737	13,752	13,500	14,208	13,600	14,109	14,281	14,018
3	20,841	21,671	21,340	21,297	21,827	20,848	21,179	21,302	20,347	21,040	20,714	21,312	20,714	21,321	21,322	21,302
Porcentaje total de resina y acelerador para cada probeta																
	Ensayo de impermeabilidad								Ensayo de flamabilidad							
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
Capas	GR 1ra g	GR 1.1ra g	GR2ra g	GR2.1ra g	GR3ra g	GR3.1ra g	GR4ra g	GR4.1ra g	GF1ra g	GF1.1ra g	GF2ra g	GF2.1ra g	GF3ra g	GF3.1ra g	GF4ra g	GF4.1ra g
1	32,938	32,885	33,998	33,907	33,749	35,376	7,204	7,100	32,362	32,765	33,274	35,117	32,246	35,146	7,306	7,101
2	69,043	71,098	69,686	67,421	68,050	68,294	14,039	14,057	65,938	66,010	64,800	68,198	65,280	67,723	14,281	14,018
3	100,037	104,021	102,432	102,226	104,770	100,070	21,179	21,302	97,666	100,992	99,427	102,298	99,427	102,346	21,322	21,302
Peso del textil técnico																
	Ensayo de impermeabilidad								Ensayo de flamabilidad							
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
Capas	GR1tx g	GR1.1tx g	GR2tx g	GR2.1tx g	GR3tx g	GR3.1tx g	GR4tx g	GR4.1tx g	GF1tx g	GF1.1tx g	GF2tx g	GF2.1tx g	GF3tx g	GF3.1tx g	GF4 tx g	GF4.1 tx g
1	30,833	30,099	24,490	24,399	32,098	31,166	7,204	7,100	28,695	28,602	33,602	33,009	29,440	28,945	7,306	7,101
2	68,127	68,301	70,155	70,001	72,921	73,249	14,039	14,057	35,965	34,997	59,004	57,960	65,262	66,169	14,281	14,018
3	99,368	99,194	105,755	104,934	98,241	98,144	21,179	21,302	82,768	83,199	88,326	88,920	92,364	93,971	21,322	21,302
Gramos por metro cuadrado del textil técnico																
	Ensayo de impermeabilidad								Ensayo de flamabilidad							
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
Capas	GR1pi g/m2	GR1.1pi g/m2	GR2pi g/m2	GR2.1pi g/m2	GR3pi g/m2	GR3.1pi g/m2	GR4pi g/m2	GR4pi g/m2	GF1pf g/m2	GF1.1pf g/m2	GF2pf g/m2	GF2.1pf g/m2	GF3pf g/m2	GF3.1pf g/m2	GF4pf g/m2	GF4.1pf g/m2

1	822,6	854,0	678,3	675,8	889,1	863,3	182,6	182,5	803,7	801,1	941,2	924,6	824,6	810,7	180,6	183,2
2	1848,8	1891,9	1943,4	1939,0	2019,9	2029,0	183,1	183,3	1007,4	980,3	1652,7	1623,5	1828,0	512,0	183,4	185,7
3	2632,8	2747,7	2929,5	2906,7	2721,4	2718,6	185,0	184,1	2318,4	2330,5	2474,1	2490,7	2587,2	2632,2	184,1	183,3
	Grado de repelencia a la humectación								Tiempo de ignición del textil técnico							
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
Capas	GR1 I	GR1.1 I	GR2 I	GR2.1 I	GR3 I	GR3.1 I	GR4 I	GR4.1 I	GF1 F s	GF1.1 F s	GF2 F s	GF2.1 F s	GF3 F s	GF3.1 F s	GF4 F s	GF4.1 F s
1	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	104	105
2	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	213	215
3	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	219	220

Fuente: Autora

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Análisis de la varianza

El análisis estadístico de la varianza se realizó luego de recopilar los resultados obtenidos en cada prueba, la cual constó en un total de 48 muestras y mediciones de cada una de ellas para realizar la comparación entre los datos recopilados de las concentraciones de resina en 55/45, 60/40 y 55/50 estudiados en cada uno de los procesos y ensayos desarrollados, obteniéndose una tabla de resultados mediante el programa Past 4, indicando en la **tabla 16** los resultados conseguidos del análisis.

Tabla 16: Análisis de la varianza

Univariate statistics																
Peso de probetas de acuerdo con el número de capas y grupos de ensayo																
Ensayo de impermeabilidad									Ensayo de flamabilidad							
Grupos de textil técnico						Grupos sin resina			Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
GR 1	GR1.1	GR2	GR2.1	GR3	GR3.1	GR4	GR4.1	GF1	GF1.1	GF2	GF2.1	GF3	GF3.1	GF4	GF4.1	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	

N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	6,862	6,851	7,083	7,064	7,031	7,37	7,204	7,1	6,742	6,826	6,932	7,316	6,718	7,322	7,306	7,101
Max	20,841	21,671	21,34	21,297	21,827	20,848	21,179	21,302	20,347	21,04	20,714	21,312	20,714	21,321	21,322	21,302
Sum	42,087	43,334	42,941	42,407	43,035	42,446	42,422	42,459	40,826	41,618	41,146	42,836	41,032	42,752	42,909	42,421
Mean	14,029	14,445	14,314	14,136	14,345	14,149	14,147	14,153	13,609	13,873	13,715	14,279	13,677	14,2507	14,303	14,143
Std. Error	4,0394	4,2821	4,1169	4,1089	4,2721	3,8909	4,0346	4,1005	3,9280	4,1037	3,9800	4,0405	4,0405	4,04178	4,0461	4,0999
Variance	48,948	55,009	50,847	50,650	54,752	45,419	48,833	50,431	46,2864	50,5204	47,5201	48,976	48,977	49,0081	49,112	50,428
Stand. Dev	6,996	7,4168	7,1307	7,1169	7,3994	6,7393	6,9881	7,1015	6,8034	7,1078	6,8935	6,9983	6,9983	7,00056	7,0080	7,1013
Median	14,384	14,812	14,518	14,046	14,177	14,228	14,039	14,057	13,737	13,752	13,5	14,208	13,6	14,109	14,281	14,018
25 prcntil	6,862	6,851	7,083	7,064	7,031	7,37	7,204	7,1	6,742	6,826	6,932	7,316	6,718	7,322	7,306	7,101
75 prcntil	20,841	21,671	21,34	21,297	21,827	20,848	21,179	21,302	20,347	21,04	20,714	21,312	20,714	21,321	21,322	21,302
Skewness	-0,228	-0,222	-0,129	0,0567	0,1021	-0,0530	0,0654	0,0601	-0,0849	0,0764	0,1404	0,0455	0,0497	0,0910	0,0141	0,0775
Kurtosis	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333	-2,333
Geom. Mean	12,718	13,004	12,995	12,832	12,958	12,979	12,8906	12,859	12,352	12,547	12,469	13,0359	12,3694	13,0110	13,054	12,847
Coeff. var	49,869	51,347	49,817	50,347	51,582	47,632	49,4181	50,177	49,993	51,236	50,261	49,0121	51,1673	49,1245	48,997	50,2201

Porcentaje total de resina y acelerador para cada probeta

	Ensayo de impermeabilidad								Ensayo de flamabilidad							
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
	GR1ra g	GR1.1ra g	GR2ra g	GR2.1ra g	GR3ra g	GR3.1ra g	GR4ra g	GR4.1ra g	GF1ra g	GF1.1ra g	GF2ra g	GF2.1ra g	GF3ra g	GF3.1ra g	GF4ra g	GF4.1ra g
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	32,938	32,885	33,998	33,907	33,749	35,376	7,204	7,1	32,362	32,765	33,274	35,117	32,246	35,146	7,306	7,101
Max	100,037	104,021	102,432	102,226	104,77	100,07	21,179	21,302	97,666	100,992	99,427	102,298	99,427	102,346	21,322	21,302
Sum	202,018	208,004	206,116	203,554	206,569	203,74	42,422	42,459	195,966	199,767	197,501	205,613	196,953	205,215	42,909	42,421
Mean	67,3393	69,3347	68,7053	67,8513	68,8563	67,9133	14,1407	14,153	65,322	66,589	65,8337	68,5377	65,651	68,405	14,303	14,1403
Std. Error	19,3885	20,5541	19,7612	19,7232	20,5059	18,6766	4,0346	4,1005	18,8542	19,6976	19,1037	19,3942	19,3944	19,4020	4,04609	4,09992
Variance	1127,75	1267,42	1171,52	1167,01	1261,48	1046,44	48,8329	50,4311	1066,44	1163,98	1094,86	1128,41	1128,43	1129,31	49,1124	50,4283
Stand. Dev	33,5819	35,6008	34,2275	34,1615	35,5174	32,3487	6,9881	7,10149	32,6564	34,117	33,0886	33,5918	33,5920	33,6052	7,0080	7,1013
Median	69,043	71,098	69,686	67,421	68,05	68,294	14,039	14,057	65,938	66,01	64,8	68,198	65,28	67,723	14,281	14,018
25 prcntil	32,938	32,885	33,998	33,907	33,749	35,376	7,204	7,1	32,362	32,765	33,274	35,117	32,246	35,146	7,306	7,101
75 prcntil	100,037	104,021	102,432	102,226	104,77	100,07	21,179	21,302	97,666	100,992	99,427	102,298	99,427	102,346	21,322	21,302
Skewness	-0,2277	-0,2223	-0,1288	0,0567	0,1021	-0,0529	0,0655	0,0608	-0,0849	0,0763	0,1404	0,0455	0,0497	0,0913	0,0141	0,0775
Kurtosis	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333

Geom. Mean	61,0463	62,4202	62,3751	61,5955	62,1978	62,2967	12,89056	12,8585	59,2886	60,2239	59,8496	62,5728	59,3727	62,4541	13,05435	12,8472
Coeff. var	49,8697	51,3463	49,8179	50,3476	51,5818	47,6323	49,41814	50,17655	49,9929	51,2355	50,2609	49,0122	51,1676	49,1268	48,9969	50,22011

Peso del textil técnico

	Ensayo de impermeabilidad							Ensayo de flamabilidad								
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
	GR1tx g	GR1.1tx g	GR2tx g	GR2.1tx g	GR3tx g	GR3.1tx g	GR4tx g	GR4.1tx g	GF1tx g	GF1.1tx g	GF2tx g	GF2.1tx g	GF3tx g	GF3.1tx g	GF4 tx g	GF4.1 tx g
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	30,833	30,099	24,49	24,399	32,098	31,166	7,204	7,1	28,695	28,602	33,602	33,009	29,44	28,945	7,306	7,101
Max	99,368	99,194	105,755	104,934	98,241	98,144	21,179	21,302	82,768	83,199	88,326	88,92	92,364	93,971	21,322	21,302
Sum	198,328	197,594	200,4	199,334	203,26	202,559	42,422	42,459	147,428	146,798	180,932	179,889	187,066	189,085	42,909	42,421
Mean	66,109	65,865	66,8	66,445	67,753	67,520	14,141	14,153	49,143	48,933	60,311	59,963	62,355	63,028	14,303	14,140
Std. Error	19,810	19,983	23,519	23,316	19,268	19,546	4,0346	4,1000	16,943	17,232	15,811	16,171	18,222	18,837	4,0460	4,0999
Variance	1177,3	1197,9	1659,4	1630,9	1113,75	1146,13	48,833	50,431	861,21	890,86	749,960	784,52	996,19	1064,5	49,112	50,428
Stand. Dev	34,312	34,612	40,736	40,385	33,373	33,855	6,9881	7,1015	29,346	29,847	27,385	28,0093	31,5625	32,627	7,0080	7,1013
Median	68,127	68,301	70,155	70,001	72,921	73,249	14,039	14,057	35,965	34,997	59,004	57,96	65,262	66,169	14,281	14,018
25 prcntil	30,833	30,099	24,49	24,399	32,098	31,166	7,204	7,1	28,695	28,602	33,602	33,009	29,44	28,945	7,306	7,101
75 prcntil	99,368	99,194	105,755	104,934	98,241	98,144	21,179	21,302	82,768	83,199	88,326	88,92	92,364	93,971	21,322	21,302
Skewness	-0,2637	-0,3152	-0,3681	-0,3932	-0,6800	-0,7397	0,0655	0,0608	1,6132	1,6430	0,2142	0,3202	-0,4109	-0,4292	0,0141	0,07750
Kurtosis	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333
Geom. Mean	59,3190	58,8602	56,6391	56,381	61,264	60,736	12,891	12,859	44,040	43,670	55,947	55,410	56,195	56,460	13,054	12,847
Coeff. var	51,902	52,550	60,982	60,780	49,257	50,140	49,418	50,177	59,717	60,997	45,407	46,711	50,618	51,765	48,997	50,220

Gramos por metro cuadrado del textil técnico

	Ensayo de impermeabilidad							Ensayo de flamabilidad								
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
	GR1pi g/m2	GR1.1pi g/m2	GR2pi g/m2	GR2.1pi g/m2	GR3pi g/m2	GR3.1pi g/m2	GR4pi g/m2	GR4pi g/m2	GF1pf g/m2	GF1.1pf g/m2	GF2pf g/m2	GF2.1pf g/m2	GF3pf g/m2	GF3.1pf g/m2	GF4pf g/m2	GF4.1pf g/m2
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	8,226	8,54	6,783	6,758	8,891	8,633	1,826	1,825	8,037	8,011	9,412	9,246	8,246	5,12	1,806	1,832
Max	26,328	27,477	29,295	29,067	27,214	27,186	1,85	1,841	23,184	23,305	24,741	24,907	25,872	26,322	1,841	1,857
Sum	53,042	54,936	55,512	55,215	56,304	56,109	5,507	5,499	41,295	41,119	50,68	50,388	52,398	39,549	5,481	5,522
Mean	17,681	18,312	18,504	18,405	18,768	18,703	1,8357	1,833	13,765	13,706	16,893	16,796	17,466	13,183	1,827	1,8407
Std. Error	5,2412	5,4750	6,5152	6,4589	5,3376	5,4143	0,0073	0,0046	4,7461	4,8271	4,4289	4,5296	5,1044	6,6258	0,0107	0,0082
Variance	82,409	89,929	127,345	125,15	85,469	87,942	0,0002	6,400	67,576	69,904	58,845	61,553	78,166	131,71	0,0003	0,0002

Stand. Dev	9,0780	9,4830	11,285	11,187	9,2450	9,3778	0,0127	0,008	8,2204	8,3608	7,6711	7,8456	8,8411	11,476	0,0185	0,01412
Median	18,488	18,919	19,434	19,39	20,199	20,29	1,831	1,833	10,074	9,803	16,527	16,235	18,28	8,107	1,834	1,833
25 prcntil	8,226	8,54	6,783	6,758	8,891	8,633	1,826	1,825	8,037	8,011	9,412	9,246	8,246	5,12	1,806	1,832
75 prcntil	26,328	27,477	29,295	29,067	27,214	27,186	1,85	1,841	23,184	23,305	24,741	24,907	25,872	26,322	1,841	1,857
Skewness	-0,3971	-0,2869	-0,3683	-0,3931	-0,6798	-0,7397	1,4332	0	1,6132	1,6430	0,2144	0,3201	-0,4108	1,6009	-1,4578	1,7223
Kurtosis	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,33333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333	-2,3333
Geom. Mean	15,879	16,4352	15,689	15,617	16,970	16,824	1,8356	1,8330	12,336	12,232	15,671	15,521	15,740	10,300	1,8269	1,8406
Coeff. var	51,3440	51,7861	60,986	60,783	49,259	50,140	0,6898	0,43644	59,720	60,999	45,409	46,711	50,619	87,054	1,0137	0,7690
	Grado de repelencia a la humectación								Tiempo de ignición del textil técnico							
	Ensayo de impermeabilidad								Ensayo de flamabilidad							
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
	GR1 I	GR1.1 I	GR2 I	GR2.1 I	GR3 I	GR3.1 I	GR4 I	GR4.1 I	GF1 F _s	GF1.1 F _s	GF2 F _s	GF2.1 F _s	GF3F _s	GF3.1F _s	GF4 F _s	GF4.1 F _s
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Min	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	104	105
Max	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	219	220
Sum	15	15	15	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	536	540
Mean	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	178,667	180
Std. Error	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,3735	37,5277
Variance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4190,33	4225
Stand. Dev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64,7328	65
Median	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	213	215
25 prcntil	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	104	105
75 prcntil	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	219	220
Skewness	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,71535	-1,7205
Kurtosis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2,3333	-2,3333
Geom. Mean	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	169,285	170,615
Coeff. var	0	0	0	0	0	0	NAN	NAN	NAN	NAN	NAN	NAN	NAN	NAN	36,2310	36,1111

Fuente: Autora

Se observa en la **tabla 16**, que mediante el uso del programa estadístico Past 4 se realizó el análisis de la varianza de los datos de cada proceso y ensayo, interpretando de manera general todos los resultados de los ensayos de flamabilidad e impermeabilidad, donde el número de capas analizadas por cada grupo fueron de 3, Min de 0 y 5 , Max de 0 y 5, Sum de 0 y 15 , Mean de 0 y 5, Std. Error de 0, Variance de 0, Stand Dev de 0, Median de 0 y 5, 25 prcntil de 0 y 5, 75 prcntil de 0 y 5, Skewness de 0, Kurtosis de 0, Geom Mean de 0 y 5, Coeff. Var de 0, en las probetas del textil técnico, ya que existe una variación de datos en las muestras de bambú sin resinas que también se sometieron a los ensayos para comprobar que al adicionar la resina epóxica en el tejido sus propiedades físicas mejoran.

4.2.2 Normalidad y confiabilidad de datos

Se indica en la **tabla 17**, los datos obtenidos de la interpretación del análisis de Normalidad y confiabilidad de datos.

Tabla 17: Normalidad y confiabilidad de datos

Tests for normal distribution																
Peso de probetas de acuerdo con el número de capas y grupos de ensayo																
	Ensayo de impermeabilidad								Ensayo de flamabilidad							
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
	GR1 g	GR1.1 g	GR2 g	GR2.1 g	GR3 g	GR3.1 g	GR4 g	GR4.1 g	GF1 g	GF1.1 g	GF2 g	GF2.1 g	GF3 g	GF3.1 g	GF4 g	GF4.1 g
N	3	3	3	3	3	3	3	3								
Shapiro-Wilk W	0,9981	0,9982	0,9994	0,9999	0,9996	0,9999	0,9998	0,9999	0,9997	0,9998	0,9993	0,9999	0,9999	0,9997	1	0,9998
p(normal)	0,916	0,9181	0,9526	0,9792	0,9624	0,9805	0,9759	0,9776	0,9688	0,9719	0,9483	0,9833	0,9817	0,9665	0,9948	0,9715
Anderson-Darling A	0,1916	0,1915	0,1902	0,1896	0,1899	0,1896	0,1897	0,1896	0,1898	0,1897	0,1903	0,1896	0,1896	0,1898	0,1895	0,1897
p(normal)	0,6204	0,6209	0,6274	0,6301	0,6287	0,6302	0,6299	0,63	0,6293	0,6296	0,6268	0,6303	0,6303	0,6291	0,6307	0,6295
P(Monte Carlo)	0,9197	0,9185	0,9531	0,9789	0,9636	0,9798	0,9727	0,976	0,971	0,9712	0,9471	0,9844	0,9805	0,9642	0,9942	0,9723
Lilliefors L	0,1869	0,1864	0,1781	0,1762	0,1774	0,1761	0,1764	0,1763	0,1769	0,1767	0,1791	0,1759	0,176	0,1771	0,1751	0,1767
p(normal)	1,095	1,115	2,191	2,844	2,411	2,885	2,751	2,8	2,562	2,642	1,934	2,971	2,921	2,506	3,369	2,632
p(Monte Carlo)	0,917	0,9154	0,9526	0,9773	0,9643	0,9809	0,9765	0,9782	0,9681	0,9682	0,9472	0,9817	0,9802	0,9659	0,9942	0,9717
Jarque-Bera JB	0,2856	0,2854	0,2826	0,2815	0,2821	0,2815	0,2816	0,2816	0,2819	0,2817	0,2829	0,2814	0,2815	0,2819	0,2813	0,2818
p(normal)	0,8669	0,867	0,8682	0,8687	0,8684	0,8687	0,8687	0,8687	0,8686	0,8686	0,8681	0,8687	0,8687	0,8685	0,8688	0,8686
P(Monte Carlo)	0,9185	0,915	0,9522	0,9773	0,9633	0,9806	0,9775	0,9787	0,9695	0,9728	0,9493	0,9836	0,9835	0,9666	0,9952	0,9702

Porcentaje total de resina y acelerador para cada probeta																
	Ensayo de impermeabilidad							Ensayo de flamabilidad								
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
	GR1ra	GR1.1	GR2ra	GR2.1	GR3ra	GR3.1ra	GR4ra	GR4.1ra	GF1ra	GF1.1	GF2ra	GF2.1	GF3ra	GF3.1	GF4ra	GF4.1ra
	g	ra g	g	ra g	g	g	g	g	g	ra g	g	ra g	g	ra g	g	g
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9981	0,9982	0,9994	0,9999	0,9996	0,9999	0,9998	0,9999	0,9997	0,9998	0,9993	0,9999	0,9999	0,9997	1	0,9998
p(normal)	0,9161	0,9181	0,9526	0,9792	0,9624	0,9805	0,9759	0,9776	0,9688	0,9719	0,9483	0,9833	0,9817	0,9664	0,9948	0,9715
Anderson-Darling A	0,1916	0,1915	0,1902	0,1896	0,1899	0,1896	0,1897	0,1896	0,1898	0,1897	0,1903	0,1896	0,1896	0,1898	0,1895	0,1897
p(normal)	0,6204	0,6209	0,6274	0,6301	0,6287	0,6302	0,6299	0,63	0,6293	0,6296	0,6268	0,6303	0,6303	0,6291	0,6307	0,6295
P(Monte Carlo)	0,915	0,9237	0,9547	0,9802	0,9641	0,9816	0,9728	0,9782	0,9715	0,9731	0,9512	0,9835	0,9819	0,9649	0,9941	0,9715
Lillefors L	0,1869	0,1864	0,1781	0,1762	0,1774	0,1761	0,1764	0,1763	0,1769	0,1767	0,1791	0,1759	0,176	0,1771	0,1751	0,1767
p(normal)	1,095	1,115	2,191	2,844	2,411	2,885	2,751	2,8	2,562	2,643	1,933	2,97	2,922	2,504	3,369	2,632
p(Monte Carlo)	0,9148	0,9246	0,9513	0,9769	0,9609	0,9774	0,9747	0,9799	0,9651	0,9728	0,9467	0,9847	0,9812	0,9655	0,9942	0,9672
Jarque-Bera JB	0,2856	0,2854	0,2826	0,2815	0,2821	0,2815	0,2816	0,2816	0,2819	0,2817	0,2829	0,2814	0,2815	0,2819	0,2813	0,2818
p(normal)	0,8669	0,867	0,8682	0,8687	0,8684	0,8687	0,8687	0,8687	0,8686	0,8686	0,8681	0,8687	0,8687	0,8685	0,8688	0,8686
P(Monte Carlo)	0,9209	0,9191	0,952	0,9795	0,9603	0,9806	0,9777	0,9791	0,9701	0,9752	0,9461	0,9836	0,9828	0,9676	0,9949	0,9738
Peso del textil técnico																
	Ensayo de impermeabilidad							Ensayo de flamabilidad								
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
	GR1tx	GR1.1	GR2tx	GR2.1	GR3tx	GR3.1tx	GR4tx	GR4.1tx	GF1tx	GF1.1t	GF2tx	GF2.1t	GF3tx	GF3.1t	GF4tx	GF4.1tx
	g	tx g	g	tx g	g	g	g	g	g	x g	g	x g	g	x g	g	g
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9974	0,9963	0,9949	0,9942	0,982	0,9785	0,9998	0,9999	0,8488	0,8365	0,9983	0,9962	0,9936	0,9931	1	0,9998
p(normal)	0,9027	0,8835	0,8637	0,8542	0,7431	0,7191	0,9759	0,9776	0,2372	0,205	0,9211	0,8816	0,8475	0,8406	0,9948	0,9715
Anderson-Darling A	0,1924	0,1936	0,1952	0,196	0,2096	0,2136	0,1897	0,1896	0,3648	0,3797	0,1914	0,1938	0,1966	0,1972	0,1895	0,1897
p(normal)	0,6169	0,6111	0,604	0,6003	0,545	0,5321	0,6299	0,63	0,1593	0,1399	0,6216	0,6104	0,5975	0,5946	0,6307	0,6295
P(Monte Carlo)	0,9059	0,8832	0,8671	0,8564	0,7449	0,7162	0,9751	0,9764	0,234	0,1993	0,923	0,8753	0,847	0,8357	0,9945	0,9714
Lillefors L	0,1901	0,1947	0,1995	0,2018	0,2282	0,2339	0,1764	0,1763	0,34	0,3464	0,1857	0,1952	0,2034	0,205	0,1751	0,1767
p(normal)	1,002	0,945	0,9187	0,9096	0,7927	0,7624	2,751	2,8	0,2068	0,185	1,15	0,9418	0,9036	0,8974	3,369	2,632
p(Monte Carlo)	0,9008	0,8771	0,8674	0,8534	0,7431	0,7131	0,9763	0,9761	0,2351	0,198	0,9228	0,8833	0,8512	0,8453	0,9946	0,9729
Jarque-Bera JB	0,287	0,2895	0,2925	0,2941	0,3198	0,3269	0,2816	0,2816	0,4981	0,5062	0,2851	0,2898	0,2953	0,2966	0,2813	0,2818
p(normal)	0,8663	0,8652	0,8639	0,8632	0,8522	0,8492	0,8687	0,8687	0,7795	0,7764	0,8672	0,8651	0,8627	0,8622	0,8688	0,8686
P(Monte Carlo)	0,9031	0,8841	0,8611	0,8442	0,7375	0,716	0,977	0,9789	0,2361	0,2097	0,921	0,8811	0,8513	0,837	0,995	0,9727
Gramos por metro cuadrado del textil técnico																

	Ensayo de impermeabilidad															
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
	GR1pi g/m2	GR1.1 pi g/m2	GR2pi g/m2	GR2.1 pi g/m2	GR3pi g/m2	GR3.1pi g/m2	GR4pi g/m2	GR4pi g/m2	GF1pf g/m2	GF1.1 pf g/m2	GF2pf g/m2	GF2.1 pf g/m2	GF3pf g/m2	GF3.1 pf g/m2	GF4pf g/m2	GF4.1pf g/m2
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9941	0,9969	0,9949	0,9942	0,982	0,9785	0,8981	1	0,8488	0,8365	0,9983	0,9962	0,9936	0,8533	0,8929	0,78
p(normal)	0,8528	0,8941	0,8636	0,8542	0,7432	0,7191	0,3796	1	0,2372	0,2051	0,921	0,8817	0,8476	0,2493	0,3631	0,0675
Anderson-Darling A	0,1961	0,1929	0,1952	0,196	0,2096	0,2136	0,306	0,1895	0,3648	0,3796	0,1914	0,1938	0,1966	0,3594	0,3122	0,4497
p(normal)	0,5997	0,6144	0,604	0,6003	0,5451	0,5321	0,2626	0,6307	0,1593	0,1399	0,6216	0,6104	0,5976	0,167	0,2494	0,0782
P(Monte Carlo)	0,851	0,8972	0,8627	0,8537	0,7369	0,7223	0,3799	1	0,2376	0,2056	0,9204	0,8763	0,8474	0,2486	0,3652	0,0673
Lillefors L	0,2021	0,1922	0,1995	0,2017	0,2282	0,2339	0,3104	0,1747	0,34	0,3464	0,1857	0,1952	0,2033	0,3375	0,3139	0,3726
p(normal)	0,9083	0,9699	0,9186	0,9097	0,7928	0,7624	0,3298	3,574	0,2069	0,1851	1,15	0,9418	0,9036	0,2155	0,3132	0,1134
p(Monte Carlo)	0,853	0,8953	0,8622	0,8514	0,746	0,7117	0,3805	1	0,2417	0,1955	0,9229	0,8843	0,8526	0,2468	0,3609	0,0708
Jarque-Bera JB	0,2944	0,2881	0,2926	0,2941	0,3198	0,3268	0,4524	0,2812	0,4981	0,5062	0,2851	0,2898	0,2953	0,4948	0,4584	0,5285
p(normal)	0,8631	0,8658	0,8639	0,8632	0,8522	0,8492	0,7975	0,8688	0,7795	0,7764	0,8672	0,8651	0,8627	0,7808	0,7952	0,7678
P(Monte Carlo)	0,8574	0,8976	0,8671	0,8517	0,7399	0,7262	0,3699	1	0,2427	0,2026	0,9164	0,8816	0,8533	0,2519	0,3604	0,0623
	Grado de repelencia a la humectación								Tiempo de ignición del textil técnico							
	Ensayo de impermeabilidad								Ensayo de flamabilidad							
	Grupos de textil técnico						Grupos sin resina		Grupos de textil técnico						Grupos sin resina	
	GR1 I	GR1.1 I	GR2 I	GR2.1 I	GR3 I	GR3.1 I	GR4 I	GR4.1 I	GF1 F s	GF1.1 F s	GF2 F s	GF2.1 F s	GF3 F s	GF3.1 F s	GF4.1 F s	GF4.1 F s
N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W							0,9998	0,9999							0,7825	0,7825
p(normal)							0,9759	0,9776							0,0735	0,0735
Anderson-Darling A							0,1897	0,1896							0,4464	0,4464
p(normal)							0,6299	0,63							0,0804	0,0804
P(Monte Carlo)							0,9728	0,9764							0,0777	0,0749
Lillefors L							0,1764	0,1763							0,3715	0,3715
p(normal)							2,751	2,8							0,1159	0,1159
p(Monte Carlo)							0,9747	0,9761							0,0759	0,0763
Jarque-Bera JB							0,2816	0,2816							0,5279	0,5279
p(normal)							0,8687	0,8687							0,768	0,768
P(Monte Carlo)							0,9777	0,9789							0,0741	0,0731

Fuente: Autora

En la **tabla 17**, se muestra que todos los datos obtenidos y analizados al ser pasados por el Test de Normalidad para comprobar la confiabilidad de datos, nos indica que en todos los análisis, Shapiro-Wilk W p (normal), Anderson-Darling A , P(Monte Carlo), Lillefors L , Jarque-Bera JB , P(Monte Carlo), tienen un valor mayor al 0,05, en todos los grupos examinados, indicando que todos los datos son normales y confiables en un 95%, de acuerdo a la interpretación de la campana de Gauss.

4.3. Análisis de los resultados

4.3.1. Análisis Plot Graph

En la **ilustración 16**, se puede observar el análisis Plot Graph de la relación de los resultados de cada probeta.

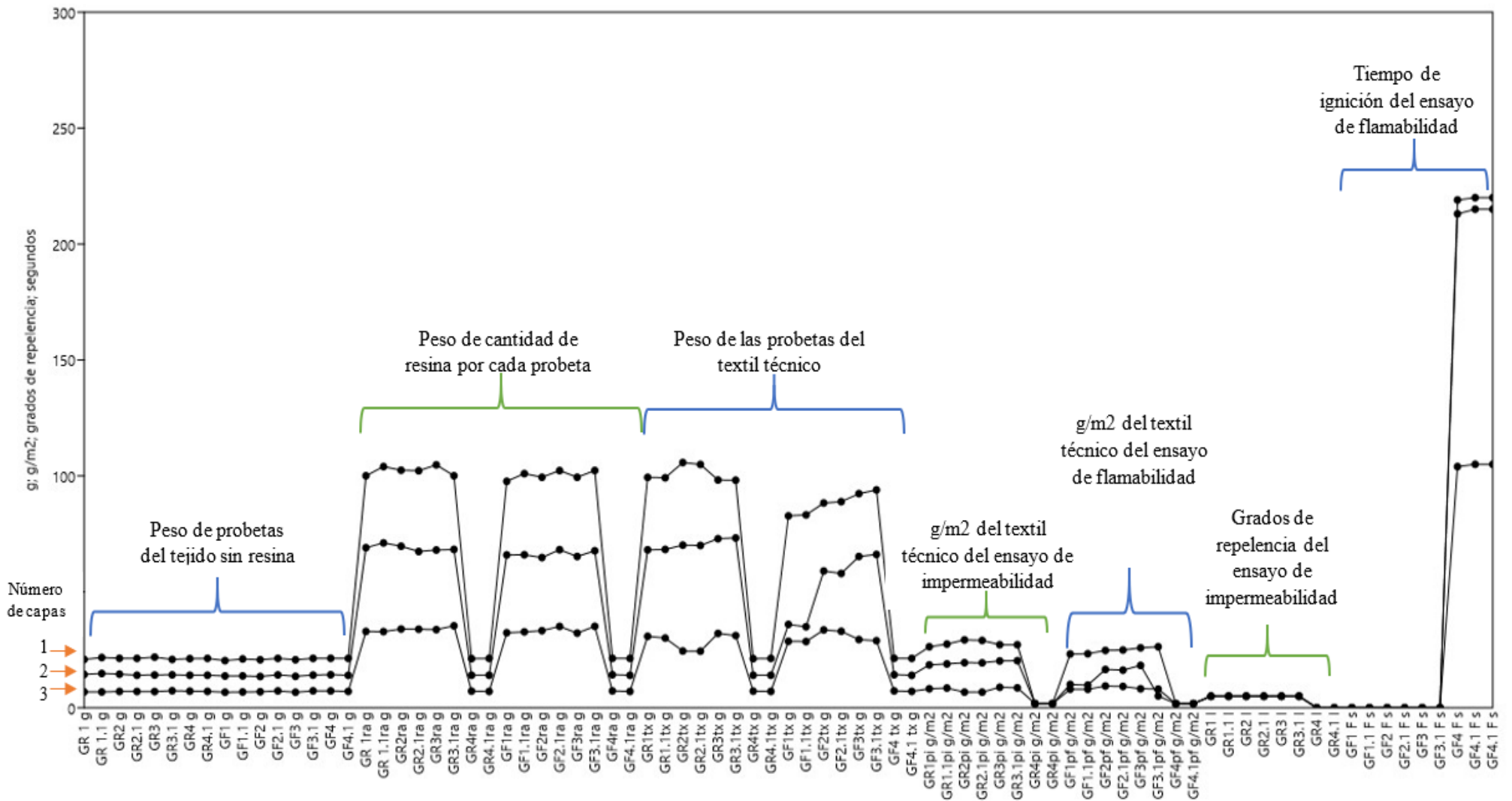


Ilustración 16: Análisis Plot Graph

Fuente: Autora

En el gráfico se puede observar que se utilizó grupos de probetas de 1, 2 y 3 capas con resina en cada muestra, en los 3 tipos de capas se detalla inicialmente el peso del tejido sin resina, la cantidad de resina para cada probeta y el peso final al colocar la resina epóxica en cada una de ellas, notándose el cambio en la relación de los pesos iniciales del tejido al peso final del textil técnico obtenido (grupos).

Al realizar el análisis de los resultados del ensayo de impermeabilidad, en los grupos **GR1 I**, **GR1.1 I**, **GR2 I**, **GR2.1. I**, **GR3 I**, **GR3.1. I**, se observa que, en las probetas de 1,2 y 3 capas con resina epóxica los datos son similares, exponiendo su similitud que son repelentes a la humectación, mientras que los grupos **GR4 I** y **GR4.1 I**, que no tenían resina se observa que no fueron repelentes al agua.

Mientras en el análisis de los resultados del ensayo de flamabilidad, en los grupos **GF1 Fs**, **GF1.1 Fs**, **GF2 Fs**, **GF2.1. Fs**, **GF3 Fs**, **GF3.1. Fs**, se observa que, en las probetas de 1,2 y 3 capas con resina epóxica los datos son similares, indicando dicha similitud que estos grupos no se queman y su única diferencia se presentó en los grupos **GF4 Fs** y **GF4.1 Fs**, que no tenían resina y se quemaron, en la probeta de una capa se quemó más rápido que la de dos y tres capas, siendo estos grupos no resistentes a la llama.

Por ende, se ha demostrado que el textil técnico ha sido repelente a la impermeabilidad y a la flamabilidad en comparación al tejido que no se aplicó resina epóxica.

4.3.2. Análisis Matrix Plot

En la **ilustración 17**, podemos notar la similitud entre los resultados obtenidos en los procesos y ensayos realizados del textil técnico.

Matrix plot

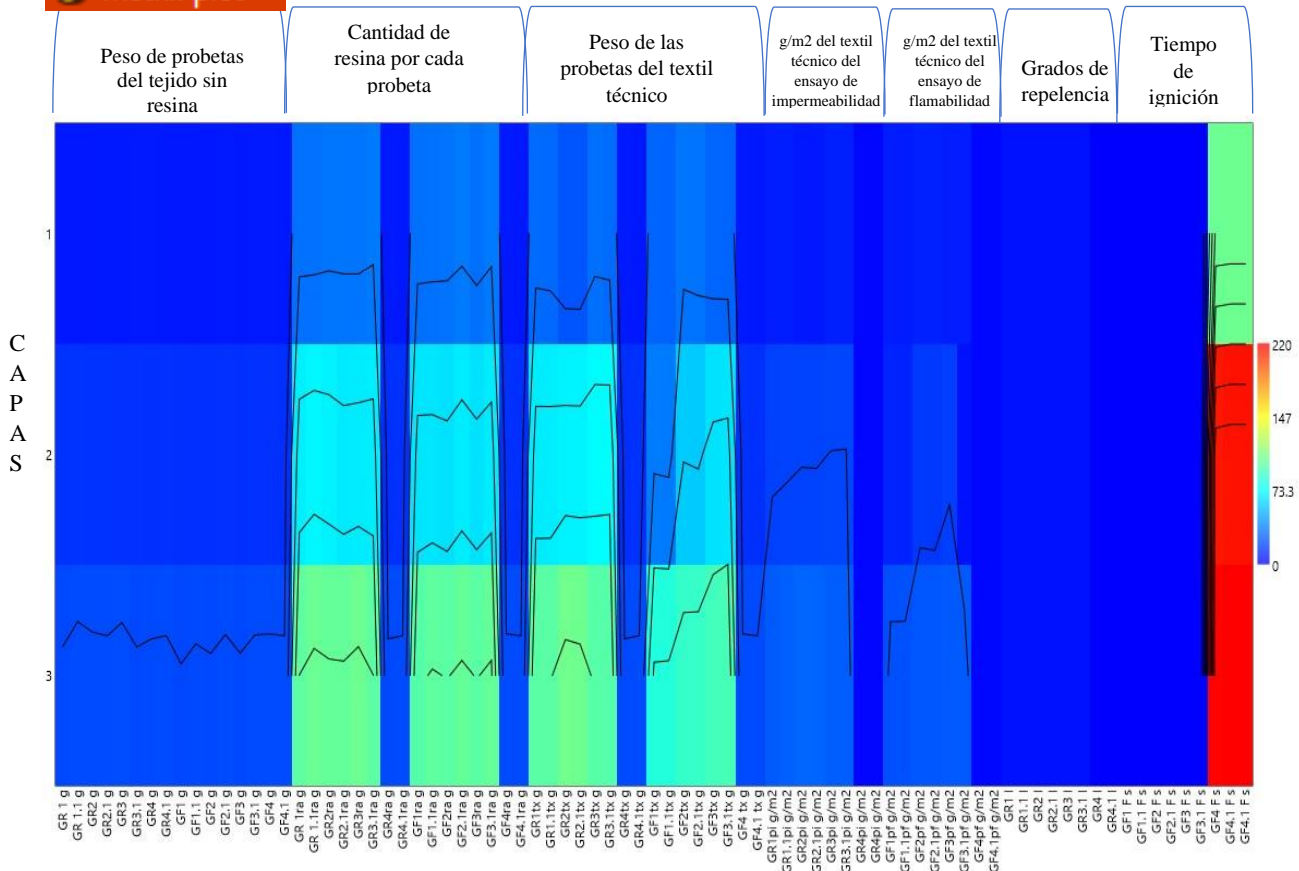


Ilustración 17: Análisis Matrix Plot

Fuente: Autora

En el gráfico Matrix Plot se analiza la similitud y correlación de los resultados obtenidos de los diferentes grupos de probetas, en los que se puede distinguir su similitud de valores de acuerdo con los colores que presenta, siendo el color rojo los valores más altos y el color celeste los valores más bajos.

Al hacer un análisis del peso de las muestras se puede distinguir inicialmente la relación de los pesos del tejido sin resina en 1, 2 y 3 capas con el peso del textil técnico con resina.

De acuerdo con el gráfico es notorio que los datos de los ensayos de impermeabilidad en los grupos, **GR1 I, GR1.1 I, GR2 I, GR2.1. I, GR3 I, GR3.1.** y de flamabilidad en los grupos **GF1 Fs GF1.1 Fs, GF2 Fs, GF2.1. Fs, GF3 Fs, GF3.1. Fs** con resina son uniformes, debido a que fueron repelentes al agua y resistentes a la llama, sin embargo, existe una diferencia de color en los grupos **GF4 Fs y GF4.1 Fs** debido a que estas probetas sin resina se

quemaron totalmente, presentando una diferencia de color verde en la primera capa por tener un tiempo menor de ignición que las muestras de 2 y 3 capas que también se quemaron, pero a un tiempo mayor con una pequeña diferencia.

Indicando que el textil técnico elaborado entregó resultados satisfactorios en los ensayos de impermeabilidad y de resistencia a la llama a los que fue sometido en comparación a las muestras del tejido sin resina, tomando en cuenta que al aumentar el número de capas de las que se evaluó también se obtendrían resultados similares.

4.3.3. Análisis Surface Plot

La **ilustración 18** muestra un gráfico 3D que permite mejorar la visualización de los datos analizados de cada ensayo.

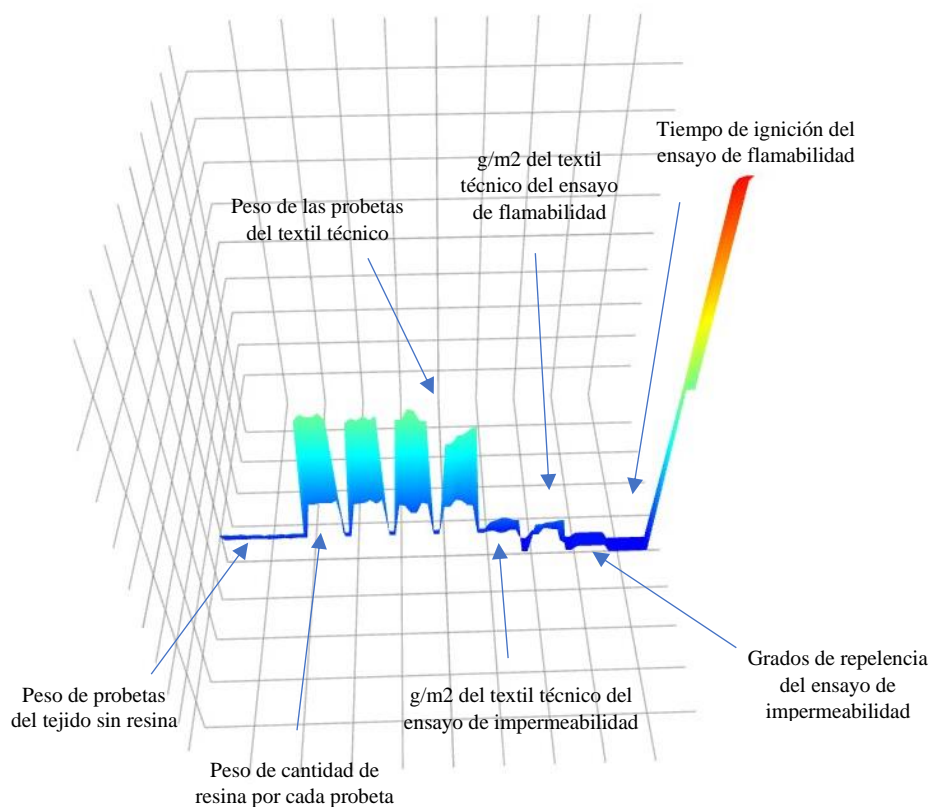


Ilustración 18: *Análisis Surface Plot*

Fuente: Autora

En el grafico Surface 3D nos muestra una mejor visualización de los datos recopilados durante el desarrollo de la investigación, indicando como primer grupo los pesos del tejido sin resina, en el segundo grupo nos muestra la cantidad de resina que se adicionó para cada probeta, obteniéndose en el tercer grupo el peso del tejido con resina, notándose la diferencia en relación del peso sin tejido, en el siguiente grupo se indica los g/m² del textil técnico para los ensayos de impermeabilidad y flamabilidad, notándose en el penúltimo grupo el grado de repelencia del textil técnico, dando como resultado en las primeras 18 probetas de 1, 2 y 3 capas un valor de repelencia alto a la humectación en el textil técnico con resina y las 6 probetas de 1, 2 y 3 capas finales del grupo obtuvieron un grado de repelencia nulo, es decir que al ser probetas de tejido sin resina permitieron el ingreso del agua destilada. En el último grupo se muestra el tiempo de ignición de llama de las probetas, en las primeras 18 muestras del textil técnico con resina se obtiene un valor nulo al ensayo, indicando que al ser expuestas a la llama no se quemaron a diferencia de las ultimas 6 probetas que presentan una elevación alta en el gráfico debido a que al ser muestras de tejido sin resina y al ser expuestas a la llama se quemaron, obteniéndose un tiempo de ignición alto en las muestras. Por lo que se ha encontrado que el textil técnico sometido a los ensayos ha sido repelente a la humectación y resistente a la llama.

CONCLUSIONES

- Para realizar esta investigación fue necesario comprar el hilo de título 4/38 Nm para urdimbre y 2/34 Nm en trama para enviar a tejer en un telar plano de lanzadera, obteniéndose un tejido de 63cm de ancho incluyendo orillos y 20 metros de largo, con una densidad de 28x26 hilos, de ligamento tafetán, permitiendo desarrollar factiblemente todos los procesos posteriores a realizar de acuerdo con la investigación.
- Para el secado de las probetas se optó por un secado vertical, porque, al ingresar la primera muestra al horno, esta al secarse se unía totalmente a la base de vidrio siendo imposible su separación, por lo que se procedió a adaptar una rejilla en las bases que tiene el horno para colocar las muestras y sujetarlas con pinzas de plástico en la parte superior e inferior para que no cambien su forma debido al peso que tenían con la solución, al retirar las muestras del horno se observó que las probetas del textil técnico que se obtuvieron tenían su apariencia rígida, sólida y cristalina, las cuales se colocó en un lugar adecuado para su reposo y posteriormente ser pesadas.
- Para la determinación de la masa por unidad de longitud, el equipo de sacabocados no permitió más que solo una señalización del área a medir en cada probeta, debido a la rigidez del textil técnico, por lo que se procedió a señalar todas las probetas y realizar un corte manual con una tijera hojalatera en el área, siendo el corte lo más exacto y posteriormente se continuo a recopilar los datos necesarios de todas las muestras para el ensayo.
- Al haber obtenido los textiles técnicos de cada grupo, se procedió a realizar inicialmente el ensayo de la determinación de la resistencia a la humectación en tejidos, observando que el tejido sin la solución, permitía el ingreso del líquido en todas las muestras, sin embargo al realizar el ensayo con las probetas del textil técnico, los resultados fueron totalmente satisfactorios ya que en todos los grupos de muestras, sea de 1, 2 o 3 capas en diferentes concentraciones de resina no permitieron el ingreso total del agua destilada.
- En el desarrollo del ensayo de resistencia a la llama o flamabilidad se procedió principalmente a seleccionar el programa con base a la norma ISO 15025, iniciando el ensayo al exponer a los grupos de probetas del textil técnico a la llama, de las cuales se observó su resistencia al fuego, notándose que en el grupo de porcentaje de resina de 50/50 presentó una pequeña mancha por el fuego, pero tampoco se extendió y en los

otros porcentajes de 55/45 y 60/40, solo fue una mancha demasiado superficial, siendo estos dos porcentajes mejores a diferencia de los grupos de tejido sin resina que se consumieron en su totalidad, presentando una diferencia en su tiempo de ignición, de las cuales las probetas de una capa obtuvieron un tiempo de ignición de 105 segundos, en las capas dos y tres obtuvieron un tiempo de 214 y 220 segundos. Indicando que al aplicar resina epóxica sobre el tejido de bambú se obtuvo un textil técnico con resistencia a la flamabilidad.

- Al aplicar la solución de resina epóxica y acelerador de secado en el tejido de bambú se logró mejorar sus propiedades físicas de flamabilidad e impermeabilidad, cuyos datos recopilados fueron analizados por el programa Past 4, del cual se obtuvo un porcentaje de confiabilidad del 95% como se observa en la **tabla 17**, además permitió la visualización de la relación, similitud y correlación de cada uno de los datos obtenidos de los procesos y ensayos aplicados, en las gráficas que se observan en la **ilustración 16, ilustración 17 e ilustración 18.**

RECOMENDACIONES

- El tejido de bambú fue un material complejo y dificultoso para obtener a tiempo corto, por lo que fue necesario adquirir el hilo y contratar el servicio para obtener el tejido de bambú, sin embargo, es necesario que se conozca la cantidad de material, un referente de título de hilo y tipo de ligamento que servirán satisfactoriamente para evitar demoras por dificultades que se pueden presentar y de esta manera que se continúe con la investigación en proceso y tiempo establecidos.
- Al haber determinado el número de probetas, el tamaño y los grupos de cada ensayo para la investigación, es necesario señalar en el tejido cada una de las muestras de acuerdo con el tamaño indicado en cada norma utilizada, para evitar desperdicios de material, además para proceder con el corte se tuvo que tener el mayor cuidado con el tejido para no deshilarlo y también la mayor exactitud posible para que al pesar cada muestra no exista variaciones significativas en los datos, ya que el peso que se obtuvo de cada grupo de probetas por cada ensayo permitió realizar los cálculos de la cantidad de solución de resina y acelerador de secado que se utilizó en cada muestra.
- En la adhesión de solución de resina y acelerador en cada muestra, fue necesario contar previamente con materiales como guantes, brochas y con bases para cada probeta para que el tejido repose sobre la base al colocar y una vez colocada la resina, también fue necesario colocar la resina con homogeneidad y suavidad con una brocha pequeña para que la solución ingrese y se distribuya en todo el tejido, evitando que exista un desperdicio en cantidades mayores de resina, debido a que se adhiere fácilmente en los materiales que tuvieron contacto con la solución.
- Para el secado de las probetas con resina es recomendable que se considere algún producto como parafina, cera o algún aceite que evite que se peguen las probetas a la base si se utiliza el proceso de secado horizontal en el Horno, o se puede optar por realizar un proceso de secado vertical adaptando en el horno alguna rejilla para colgar las muestras y pinzas que las sostengan facilitando el secado de cada muestra, al finalizar el tiempo de secado se debe de llevar a las probetas a un lugar adecuado para su reposo.
- Para la obtención de los gramos metros cuadrados de las probetas, se debe de señalar únicamente sobre las probetas el área que se debe de cortar de manera manual con el equipo y con ayuda de un molde obtenido dibujar en otras probetas del textil técnico,

debido a que las probetas obtenidas del textil técnico son muy rígidas y podría dañar la cuchilla del sacabocados, por lo que se debe de contar con una tijera adecuada para materiales rígidos.

- En la realización del ensayo de impermeabilidad debido a la rigidez del textil técnico se debe colocar las probetas en el lugar del bastidor del Spray de repelencia para evitar forzar el bastidor y dañarlo, luego de verter el agua destilada por el embudo sobre las muestras es necesario para evaluar los resultados de repelencia se realice la evaluación en un lugar con luz adecuada, ya que la calificación es visual y depende principalmente de lo que podamos observar en la muestra e indicar posteriormente el grado de repelencia de acuerdo a la norma.
- El equipo Flexiburn, para su uso debe ser revisado previamente sus instalaciones de gas, se debe de buscar y verificar que el programa a utilizar este acorde a los parámetros de la norma que se está utilizando para empezar la evaluación de las probetas, también es necesario al colocar las muestras bien sujetas en los templadores a la distancia correcta de la llama y la llama tenga la longitud de 45mm que especifica la norma, para la recopilación de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Añazco, M. (2014). *Estudio de vulnerabilidad del bambú (Guadua angustifolia) al cambio climático en la costa del Ecuador y Perú*. Quito - Ecuador: INBAR. Obtenido de https://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/Estudio_de_vulnerabilidad_del_bambu.pdf
- ATTCC Technical Center. (2014). *Materiales de control de calidad*. USA.
- Bamboo Clothing Ltd. (2015). *BAM Bamboo Clothing Ltd*. Obtenido de <https://bambooclothing.co.uk/>
- BambroTex. (2007). *Proud creator of bringing bamboo into textile* . Obtenido de China Bambro Textile Co., Ltd.: <http://www.bambrotex.com/>
- Barebán Benavides, C. E. (2014). *Biblioteca pública la Concordia, para el cantón la Concordía, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas*. Quito . Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura Diseño y Artes. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6734/1.2.000757.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Bolaños Cruz, M. J., Medina Mendoza, J., & Sánchez Estrada, H. M. (2016). *Estudio de propiedades mecánicas a partir de la adición de arcilla natural son modificación, en una resina epóxica*. Chihuahua: Centro de investigación en materiales avanzados, S.C. Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/754/1/Mauro%20Jorge%20Bola%C3%B1os%20Cruz%2C%20Jos%C3%A9%20Antonio%20Medina%20Medoza%2C%20H%C3%A9ctor%20Manuel%20S%C3%A1nchez%20Estrada%20Maestr%C3%ADa%20en%20Nanotecnolog%C3%ADa.pdf>
- Chamba Tituaña, E. A. (2017). *Evolución de los textiles inteligentes de segunda generación o activos*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6827/1/04%20IT%20194%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Cortés Rodríguez, G. (2012). *Fibras naturales y fibras artificiales de bambú*. Bambumex.org.

- Coto, J. (1991). El rizoma es el elemento básico del bambú para su propagación, además de servir como. *I(1)*, 57-72.
- Esparza, W., Rosero, E., Chamorro, L., & Herrera, W. (2019). *Obtención de un textil técnico para rehabilitación utilizando tejido de bambú con resina*. Ibarra.
- Fuentes Guija, I. K., Moreno Figueroa, M. L., Peña, T. C., & Tarazona Valenzuela, L. Y. (2016). *El bambú, innovación en el sector textil peruano*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/618276/TARAZONA_YL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutiérrez Gonzales, M. (2011). *Factor de corrección por contenido de humedad para la resistencia a tensión paralela a la fibra de la guadua Angustifolia Kunth* (Vol. 1). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería Departamento de ingeniería civil y agrícola.
- Hurtado, O., Freire, M., Leiva, M., & García, Y. (2012). Caracterización morfológica y anatomía foliar de *Bambusa vulgaris* en fase de climatización. *Biotecnología vegetal*, *12(3)*, 165-171.
- Jaramillo, I., Morales, C., Bentacur, A., Cruz, J., & Gañan, P. (2004). Estudio del curado de resinas epóxicas empleando espectroscopía infrarroja. *Dyna*, *17(143)*, 67-80. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/496/49614307.pdf>
- Lockuán Lavado, F. (2012). *VI. La industria textil y su control de calidad, Ennoblecimiento textil* (Vol. 1). Creative Commons.
- Lockuán Lavado, F. E. (2013). *La Industria Textil y su Control de Calidad*.
- Loza Guerrico, M. G. (2013). *Argentina Bambú Tex S.A. Proyecto productivo ecológico* (Vol. 1). Buenos Aires, Argentina: Proyecto Profesional, Universidad de Palermo, Facultad de Diseño y Comunicación. Recuperado el 23 de Junio de 2020, de https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyctograduacion/archivos/2405.pdf
- Lucena, M., Suarez, A., & Zamudio, I. (2009). Desarrollo de un material compuesto a base de fibras de bambú para aplicaciones aeronáuticas. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, *1(1)*, 1107-1114.

- Malloy, J. (Abril de 2015). *James Heal*. Obtenido de <https://www.james-heal.co.uk/instrument/flexiburn/>
- Martínez García, S. (2015). *Bambú como material estructural: Generalidades, aplicaciones y modernización de una estructura tipo*. Valencia: Escola Técnica Superior D'Enginyeria Agronómica I del Medi Natural. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55983/MARTINEZ%20-%20Bamb%C3%BA%20como%20material%20estructural%3A%20Generalidades%20C%20aplicaciones%20y%20modelizaci%C3%B3n%20de%20una%20est....pdf?sequence=1>
- Mercedes, J. (2006). *Guía técnica cultivo del bambú*. Santo Domingo, República Dominicana: CEDAF.
- Narváez Fuelpas, A. C. (2019). *Aplicación de un acabado textil repelente al agua a base de látex del árbol de cobrizo (Euphorbia Cotinifolia) en tela de tejido plano 100% Co*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9644/2/04%20IT%20249%20TRA%20BAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Quintero, L., Cruz, J., García, A., Lodoño, A., Negrete, J., & Fajardo, J. (Agosto de 2016). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de la fibra de Guadua Angustifolia Kunth ecuatoriana extraída por diferentes metodos. *ResearchGate*, 9. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/312608865_Analisis_comparativo_de_las_propiedades_mecanicas_de_la_fibra_de_Guadua_Angustifolia_Kunth_ecuatoriana_extraida_por_diferentes_metodos
- Quintero, L., Cruz, J., García, A., Londoño, A., & Negrete, J. (Agosto de 2016). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de la fibra de Guadua Angustifolia Kunth ecuatoriana extraída por diferentes métodos*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Fajardo/publication/312608865_Analisis_comparativo_de_las_propiedades_mecanicas_de_la_fibra_de_Guadua_Angustifolia_Kunth_ecuatoriana_extraida_por_diferentes_metodos/links/58864d98a6fdcc6b791934c3/Analisis-compara
- Tapia Quelal, C. E. (2019). *Determinación de la resistencia a la llama de un acabado textil a base de ácido bórico y bórax, aplicado en tejido 100% algodón*. Ibarra: Universidad

Técnica del Norte. Obtenido de
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9212/1/04%20IT%20239%20TRA
BAJO%20DE%20GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9212/1/04%20IT%20239%20TRA%20BAJO%20DE%20GRADO.pdf)

Valdez, D. (2003). *Manual para el cultivo de bambú experiencias en Guatemala*. Guatemala: Instituto de Ciencia y Tecnología Agraria. Obtenido de
<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Bambu/Manual%20para%20el%20cultivo%20de%20bambu,%202013.pdf>

Vega, H., Ramirez, U., Jiménez, O., & Mendoza, O. (2014). *Desarrollo de materiales laminados de fibra de henequén-resina poliéster*. Querétaro: Universidad Aeronautica en Querétaro. Obtenido de
https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-V/Articulo_8.pdf

Visarrea Tabango, S. P. (2018). *Estudio comparativo del grado de transpirabilidad de la humedad en fibras de bambú y algodón*. Ibarra-Ecuador.

Zurita A, L. M. (2012). *Desarrollo de textiles técnicos en laboratorio con características adecuadas para utilizar en la elaboración de zapatos de lona, en la fábrica textiles industriales S.A (TEIMSA)*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2645/1/04%20IT%20154%20TESIS%20.pdf>

ANEXOS

[Anexo A](#) – Tejido de bambú



[Anexo B](#) – Medición de torsiones



[Anexo C](#) – Peso del hilo



[Anexo D](#) – Medición del hilo



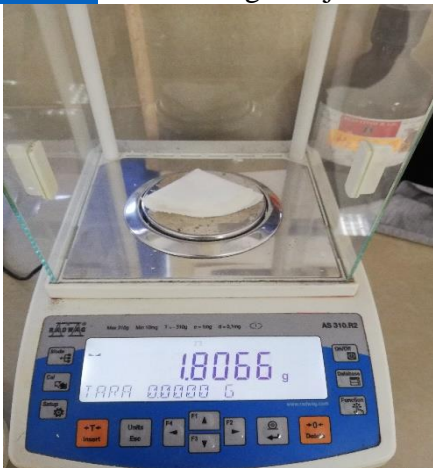
[Anexo E](#) – Densidad del tejido



[Anexo F](#)- Gramaje del tejido de bambú



Anexo G – Peso del gramaje



Anexo H – Peso del hilo



Anexo I - Medición de las probetas



Anexo J – Corte de las probetas



Anexo K – Probetas de acuerdo con número de capas



Anexo L – Peso de las probetas (capas)



Anexo M – Cálculos de la solución Resina y acelerador



Anexo N – Peso de la solución (resina y acelerador)



Anexo O – Colocación de la probeta sobre una superficie



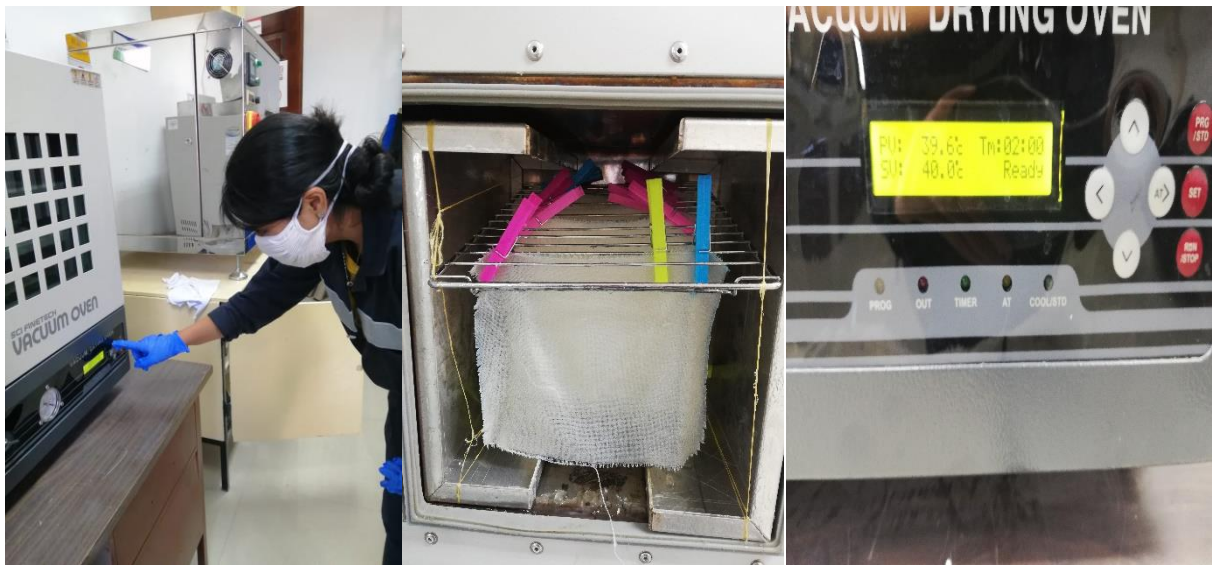
Anexo P- Adición de solución en las probetas



Anexo Q- Colocación de las probetas para un secado vertical en el Horno Vacuum



Anexo R –Calibración del Horno Vacuum e introducción de las probetas



Anexo S – Retiro de las probetas del Horno



Anexo T- Reposo de las probetas



Anexo U – Peso de las probetas del textil técnico luego del reposo

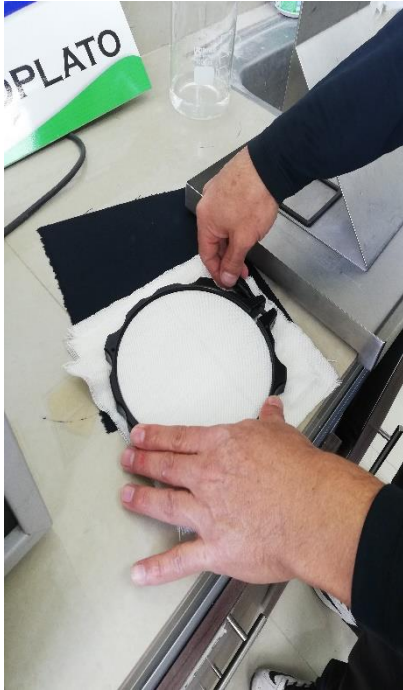


Anexo V. Agrupación de los textiles técnicos obtenidos para cada ensayo



Anexo W – Spray de repelencia

Colocación de la probeta en el bastidor



Colocación del bastidor con la probeta en el equipo

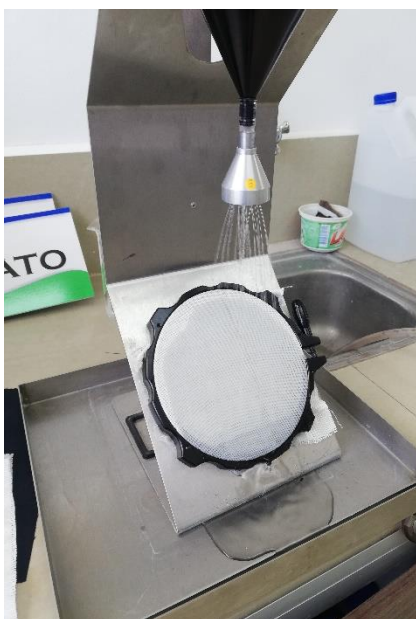


Adición de 250 ml de agua destilada en el embudo



Anexo X – Ensayo de repelencia del tejido y del textil técnico de bambú

Medición del grado de repelencia en el tejido de bambú 1 capa



Medición del grado de repelencia en el tejido de bambú 2 capas



Medición del grado de repelencia en el tejido de bambú 3 capas



Medición del grado de repelencia en el textil técnico de 1 capa (55/45 %)



Medición del grado de repelencia en el textil técnico de 2 capas (55/45 %)



Medición del grado de repelencia en el textil técnico de 3 capas(55/45%)



Medición del grado de repelencia en el textil técnico de 1 capa (60/40 %)



Medición del grado de repelencia en el textil técnico de 2 capas (60/40 %)



Medición del grado de repelencia en el textil técnico de 3 capas(60/40%)



Medición del grado de repelencia en el textil técnico de 1 capa (50/50%)



Medición del grado de repelencia en el textil técnico de 2 capas (50/50%)



Medición del grado de repelencia en el textil técnico de 3 capas(50/50%)



Anexo Y – Flexiburn

Colocación de la probeta en los templadores del equipo Flexiburn



Calibración del programa del equipo

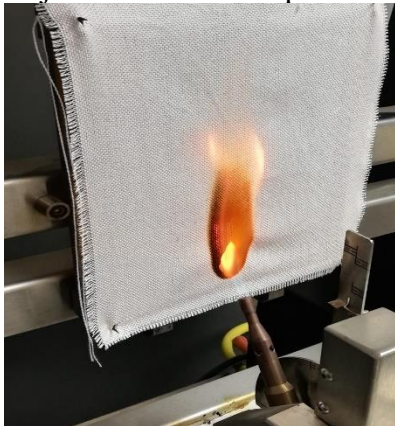


Calibración de la longitud de llama 45mm



Anexo Z – Ensayo de resistencia a la llama

Ensayo de flamabilidad al tejido de bambú 1 capa



Ensayo de flamabilidad al tejido de bambú 2 capas



Ensayo de flamabilidad al tejido de bambú 3 capas



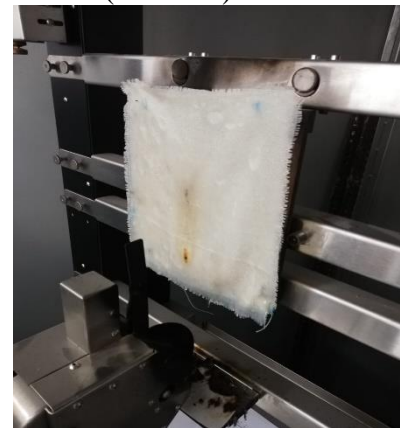
Resistencia a la llama por el textil técnico de 1 capa con resina (55/45 %)



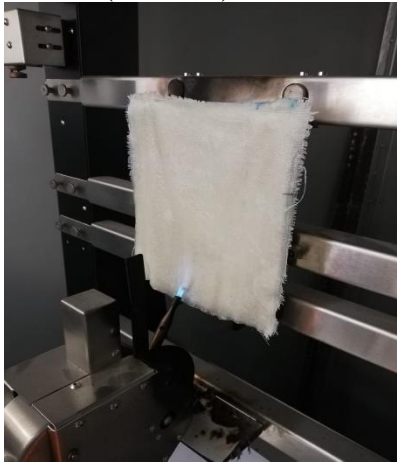
Resistencia a la llama por el textil técnico de 2 capas con resina (55/45 %)



Resistencia a la llama por el textil técnico de 3 capas con resina (55/45 %)



Resistencia a la llama por el textil técnico de 1 capa con resina (60/40 %)



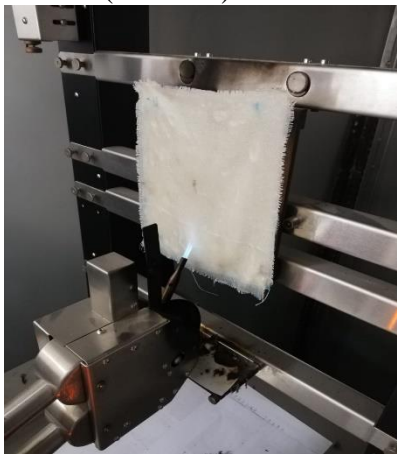
Resistencia a la llama por el textil técnico de 2 capas con resina (60/40 %)



Resistencia a la llama por el textil técnico de 3 capas con resina (60/40 %)



Resistencia a la llama por el textil técnico de 1 capa con resina (60/40 %)



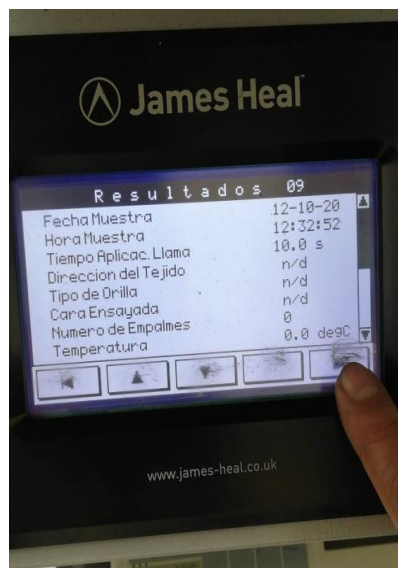
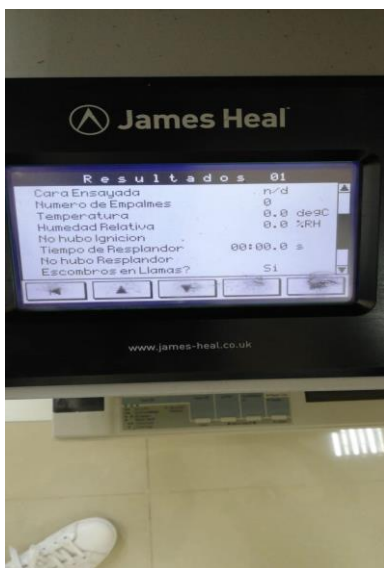
Resistencia a la llama por el textil técnico de 2 capas con resina (60/40 %)



Resistencia a la llama por el textil técnico de 3 capas con resina (60/40 %)



Toma de datos de los resultados del programa de cada probeta



Anexo ZY – Determinación de los gramos metros cuadrados del tejido y del textil técnico

Equipo sacabocados para sacar los g/m² de

Cote y señalización en las probetas para un corte manual

Agrupación de las probetas para poder pesar



Peso de las probetas del tejido y del textil técnico

