



# **INNOVACIÓN EN MATERIALES RESISTENTES AL FUEGO PARA SU APLICACIÓN EN UNIFORMES DE BOMBEROS**

**UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE DISEÑO  
ESCUELA DE DISEÑO  
TEXTIL Y MODA**

**Autora: TAMARA SALOMÉ  
BRIONES ORELLANA**

**Directora: Dra. Cecilia  
PALACIOS OCHOA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE DISEÑADORA DE TEXTIL Y MODAS.

**CUENCA-ECUADOR  
2016**

*“La complacencia es enemiga del estudio. Si realmente queremos aprender algo, debemos comenzar por deshacernos de la complacencia. Nuestra actitud hacia nosotros mismos debe ser aprender sin sentirnos jamás satisfechos, y hacia los demás, no cansarnos de enseñar.”*

**Mao Zedong.**

# Índice

## CONTENIDOS

Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8

## 1 GENERALIDADES

Introducción a los textiles	9
Fibras textiles	10
Tipos de fibras y reconocimiento	12
Propiedades de las fibras textiles	14
Conclusiones	19

## 2 NORMAS

Introducción a las normativas generales	20
Normativas internacionales	22
Normativas nacionales	25
Entrevistas a bomberos voluntarios	26
Conclusiones	27

## 3 METODOLOGÍA

Pruebas de calidad	28
Absorción de humedad	29
Resistencia a los químicos	32
Resistencia al calor	38
Análisis microscópico	43
Características de las fibras ignífugas	47
Conclusiones	47

## 4 MERCADO

Análisis del mercado	48
----------------------	----

## 5 USOS ALTERNATIVOS

Usos alternativos de las fibras	50
Oficios	51
Conclusiones	54
Conclusiones	55
Recomendaciones	57
Glosario	58
Anexos	60
Bibliografía	61

# Dedicatoria

*Deseo dedicar mi proyecto de grado a todas las personas que diariamente exponen su vida y su salud en los diferentes oficios, aquellos seres que han sido víctimas de accidentes laborales por falta de accesorios de seguridad que les garantice su protección de manera íntegra, gracias a esas personas surgió el presente proyecto, inspirado en poder ofrecerles una vida de calidad.*

# Agradecimientos

*Quisiera agradecer a todas aquellas personas involucradas a lo largo de la carrera: a mis padres por ser esenciales en mi vida, por enseñarme a ser fuerte y defender mis ideales, luchar y nunca quebrarme, a mis profesores quienes han estado ahí día a día incentivándome a dar lo mejor de mí y ser un mejor profesional para servir a la gente; a la universidad por regalarme cuatro años*

*de maravillosas experiencias y gratos recuerdos que quedaran grabados en el corazón, por último y no menos importante a todas las manos amigas encontradas a lo largo de la vida universitaria, que no solo han estado ahí para brindarme su apoyo si no también su amistad, a quienes con orgullo hoy puedo llamar COLEGAS.*

# Resumen

*El presente proyecto giró en torno a la resistencia de la indumentaria de bomberos, la problemática se desarrolló estudiando algunas fibras alternativas que se podrían utilizar para mejorar la resistencia de la ropa de bomberos y de esta manera poder aplicar lana de cerámica, lana de vidrio y fibra de carbono en otras áreas y profesiones con el propósito de proporcionar seguridad. Una vez que se realizaron todas las pruebas y se obtuvieron los resultados se probó colocando las diferentes fibras en algunos artículos textiles para proteger las manos del calor e incluso conservar la temperatura con el objetivo que más gente y en diferentes áreas tengan acceso a indumentaria de seguridad.*

## **PALABRAS CLAVE**

**Experimentación, ignifugas,**

**seguridad, profesiones,**

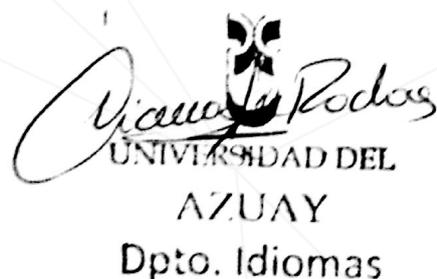
**alternativas, térmicas.**

# Abstract

## Resistance of materials used for firefighter attire

The following project focused on the resistance of firefighters' attire. The problem was approached through the study of alternative fibers that could be used to improve the resistance of firefighters' clothing, thus applying ceramic wool, glass wool and carbon fiber in other areas and professions for added safety. Once all the tests were completed and results obtained, the different fibers were applied in some textile garments to protect hands from heat and conserve temperature with the goal of ensuring more people in different fields have access to safety attire.

Keywords: experimentation, fire-resistant, safety, professions, alternatives, thermal



Translated by:

Melita Vega

June 10, 2016

# Introducción

El presente proyecto de investigación gira en torno a materiales alternativos resistentes al fuego para su aplicación en indumentaria para bomberos. El interés surge a partir de observar los incendios que suceden en el país y la respuesta de la indumentaria en estos escenarios. Varios bomberos sufren quemaduras en los incendios al cumplir su deber con la comunidad por diferentes factores como: no poder huir por el peso del traje, la asfixia cuando ingresa el humo por los agujeros que genera el fuego en la indumentaria y por sobre todo cuando el tra-

je prende en llamas, es por esto que se ha visto la necesidad de contribuir con una experimentación con fundamentos de resistencia de los materiales desde el ámbito textil.

Los trajes están diseñados para mantenerse en contacto con el fuego 15 minutos máximo, sin embargo los incendios duran más tiempo (si es controlado a tiempo 1 hora, caso contrario más de 1 hora). Además durante este lapso de tiempo el uniforme sufre quemaduras en el tiempo mencionado, por lo cual la institución

les suministra trajes nuevos cada año o cada dos años, sin embargo los trajes se siguen haciendo con el mismo material por lo cual se ve un déficit de innovación en cuanto a materiales alternativos. Entre las principales causas que afectan a la funcionalidad de la indumentaria para bomberos está: la falta de búsqueda y experimentación con nuevos materiales, falta de estudios sobre la resistencia de materiales ignífugos, escasez de experimentación con materiales alternativos y bajo presupuesto.

**Es así que, se debe considerar que se puede estar pasando por alto una posible mejora en el uniforme que ayude a aumentar la resistencia al fuego, su calidad de vida y lograr así un desenvolvimiento más efectivo a la hora de estar expuesto a un incendio.**

# 1

## Generalidades.



**ILUSTRACIÓN 1:** *Hombre primitivo del Perú*  
**FUENTE:** [Http://es.Sott.Net/article/3540-hallazgo-de-arqueologos-rusos-revoluciona-la-idea-que-se-tenia-del-hombre-primitivo](http://es.Sott.Net/article/3540-hallazgo-de-arqueologos-rusos-revoluciona-la-idea-que-se-tenia-del-hombre-primitivo).

1.1

## Introducción a los textiles

Varios historiadores hablan del hombre primitivo como un ser audaz e inteligente. Se conoce que en el periodo Neolítico el hombre de las cuevas ya estaba en contacto con los textiles puesto que, en sus instintos de protección y supervivencia contemplaban el de la vestimenta. Antiguamente al cazar para alimentarse se dieron cuenta de que la piel del animal quedaba sin uso alguno, desde ese momento el hombre se percató que

podían usar las pieles para proteger sus cuerpo de las condiciones climáticas, no solo aprovechaban la carne si no también empezaron a usar todo lo proveniente del

animal como la piel, huesos y dientes. Por otro lado, se conoce que también usaban varias fibras naturales como hilos para unir las prendas e incluso para crear herramientas que necesitaban. (Dorantes de Silva, 1997).

Antiguamente el hombre se las arreglaba para generar su indumentaria, las piel es eran usadas en su totalidad junto con algunos accesorios que ayudaban a ajustarse al cuerpo, muchas veces eran cinturones de piel, semillas, dientes o huesos, más tarde el hombre empezó a interactuar con las fibras y a darles forma mediante la torsión, primero se usaba para amarrar sus

herramientas y fue en ese momento cuando se dio cuenta que también se podía usar para unir y las pieles y dar forma a su ropa.

Años más tarde, junto con los descubrimientos del hombre se fueron utilizando las fibras para hacer telas con la ayuda de un telar de una manera artesanal, después con la revolución industrial se usaban grandes máquinas para generar telas, es decir paso de ser un trabajo artesanal a ser un trabajo más industrializado. No se puede negar en la historia que la industria textil ha contribuido con parte de la economía mundial. (Nieto Galán, 1996).

## 1.1.1

## Fibras textiles

Se conoce como fibra textil al conjunto de filamentos de diferentes longitudes que sirven para generar textiles mediante la unión de varios filamentos, esto puede lograrse mediante procesos químicos o físicos.

**Existen dos tipos de fibras:**

- Fibras cortas: son aquellas que deben ser unidas mediante torsión.

- Filamentos: son aquellas fibras continuas y son consideradas de mejor calidad por ser suaves y tener buena caída.

Por otro lado no todas las fibras pueden ser utilizadas para los textiles, sin embargo las fibras que sean destinadas para la elaboración de textiles deben cumplir con ciertas propiedades como:

### PROPIEDADES GENERALES DE LOS TEXTILES

APARIENCIA	CONFORT	ESTABILIDAD
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída</li> <li>• Tacto</li> <li>• Brillo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades térmicas</li> <li>• Absorción de agua</li> <li>• Retención de la humedad</li> <li>• Arrollamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma</li> <li>• Contracción</li> <li>• Enfriamiento</li> <li>• Abolamiento</li> <li>• Resistencia a las arrugas</li> <li>• Retención de los pliegues</li> </ul>

**FUENTE:** Billmeyer, Fred. Ciencia de los polímeros (2004). Editorial Reverté. Barcelona, España. (P: 516).

**C**abe recalcar que las pruebas antes mencionadas engloban de manera general las características “básicas” de una fibra, no obstante existen muchas otras condicionantes que se deben tomar en cuenta si la fibra tiene como fin ser usada en la industria de seguridad, es decir su uso compromete la integridad de las personas. Billmeyer en su libro “Ciencia de los polímeros”, habla sobre dividir las fibras en cuatro condicionantes fundamentales para su uso industrial.

Cabe recalcar que las pruebas antes mencionadas engloban de manera general las características “básicas” de una fibra, no obstante existen muchas otras condicionantes que se deben tomar en cuenta si la fibra tiene como fin ser usada en la industria de seguridad, es decir su uso compromete la integridad de las personas. Billmeyer en su libro “Ciencia de los polímeros”, habla sobre dividir las fibras en cuatro condicionantes fundamentales para su uso industrial:

### PROPIEDADES DE LAS FIBRAS EN UTILIZACIÓN TEXTIL.

QUÍMICAS	FÍSICAS	BIOLÓGICAS
<b>Estabilidad frente a:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácidos.</li> <li>• Bases.</li> <li>• Blanqueantes.</li> <li>• Disolventes.</li> <li>• Color.</li> <li>• Luz solar.</li> <li>• Envejecimiento.</li> </ul>	<b>Mecánicas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenacidad.</li> <li>• Alargamiento.</li> <li>• Rigidez.</li> <li>• Poder de recuperación.</li> <li>• Resistencia a la abrasión.</li> <li>• Resistencia a la flexión.</li> <li>• Recuperación a la tracción.</li> </ul>	<b>Resistencia a:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias.</li> <li>• Hongos.</li> <li>• Insectos.</li> </ul>
<b>Inflamabilidad:</b>	<b>Térmicas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de fusión.</li> <li>• Punto de reblandecimiento.</li> <li>• Temperatura de transición vítrea.</li> <li>• Temperatura de descomposición.</li> </ul>	<b>Toxicológicas:</b>
<b>Afinidad tintórea:</b>	<b>Eléctricas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistividad superficial.</li> </ul>	<b>Dermatológicas.</b>

**L**as características antes mencionadas, consisten en pruebas de laboratorio que ayudan a determinar que fibra es más apta para cada uso, e incluso sirven para determinar características de lavado o cuidado de la prenda para garantizar la calidad.

**FUENTE:** Billmeyer, Fred. Ciencia de los polímeros (2004). Editorial Reverté. Barcelona, España. (P: 516).

## 1.1.2 Tipos de fibras y reconocimiento

El libro “La industria textil y su control de calidad” de Fidel Lockuan, habla sobre tres grandes grupos de fibras según su origen:

### CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS SEGÚN SU ORIGEN

<b>NATURALES:</b>  (se encuentran en la naturaleza y son producto de sí misma)		<b>Minerales:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amianto.</li> <li>• Metálicas: oro, plata y cobre.</li> </ul>
		<b>Vegetales:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semilla: algodón.</li> <li>• Tallo: lino, yute y cáñamo.</li> <li>• Hoja: esparto y pita.</li> <li>• Fruto: coco.</li> </ul>
		<b>Animales:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelo: lana, mohair, cachemira y alpaca.</li> <li>• Filamento: seda y tussur.</li> <li>• Piel: cuero.</li> </ul>
<b>QUÍMICAS:</b>  (son creadas por el hombre en laboratorios)	<b>Artificiales:</b>	<b>Celulósicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayón (seda artificial).</li> </ul>
		<b>Proteínicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caseína de la leche: lanitel.</li> <li>• De maíz: vícara.</li> </ul>
		<b>Algínicas (algas marinas):</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayón alginato.</li> </ul>
	<b>Sintéticas:</b>	<b>Minerales:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayón (seda artificial).</li> </ul>
		<b>Poliadición:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polivinílicas.</li> <li>• Polietilénicas.</li> <li>• Polipropilénicas.</li> <li>• Poliuretano.</li> </ul>
		<b>Policondensación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poliamidas (nylon).</li> <li>• Poliésteres.</li> </ul>

**FUENTE 1:** Lockuan, Fidel. La Industria textil y su control de calidad. Tomo II: Fibras textiles (2013). (P: 33). **Fuente 2:** Materiales: Fibras textiles. Tecnología Industrial 1. (p; 1). [https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/02/materiales\\_fibras-textiles](https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/02/materiales_fibras-textiles).

El libro de "Iniciación en los materiales, productos y procesos textiles" habla sobre cómo poder identificar los diferentes tipos de textiles.

**a) Inspección visual:** consiste en observar la fibra para observar todas sus características evidentes a simple

vista por otro lado también requiere una observación microscópica, para esto se necesita colocar la o las fibras en un portaobjetos con una gota de aceite mineral, así se puede determinar si la fibra es natural o esta mezclada con otra.

**b) Ensayos pirognósticos:** son pruebas que se realizan con fuego para poder determinar la composición de la fibra por como huele, como se quema, de qué color es el humo, etc.

### RESULTADOS DE ENSAYOS PIROGNÓSTICOS

AL APLICAR LLAMA	AL SEPARAR DE LA LLAMA	RESIDUO	OLOR	FIBRA
Arde rápidamente.	Queda incandescente.	Algo de ceniza.	Papel quemado.	Celulósica. (algodón, lino)
Se quema.	Se apaga sola.	Residuo negro en forma de ceniza.	Cuero quemado.	Proteínica. (lana, seda)
Arde derritiéndose.	Continúa ardiendo y funde.	Deja una gota negra, dura pero frágil.	Suave a papel quemado.	Rayón.
Arde lentamente y se derrite.	Se apaga sola.	Deja una gota dura de color negro.	Aromático.	Sintética.

**FUENTE** Sánchez, María José y Sánchez Miguel Ángel. Iniciación en materiales, productos y procesos textiles (2012). Editorial INNOVA.

**E**xamen microscópico: es considerado como el mejor examen para verificar el origen de una fibra, de igual manera se colocan sobre un portaobjetos con una gota de agua y se podrá observar el origen de la fibra. Los hermanos Sánchez dicen en su libro que por lo general las fibras de origen químico se ven lisas y sin grumos y que por otro lado las de origen natural tienen pequeñas imperfecciones y grietas.





## 1.2

## Propiedades de las fibras textiles

En el caso de las fibras de origen artificial se pueden conseguir como filamentos continuos y largos, por otro lado las fibras naturales son cortas.

Una propiedad interesante de las fibras de origen químico es que por su naturaleza no almacenan mucho la humedad lo que les ayuda para el secado rápido, mientras tanto las fibras de origen natural almacenan mucho más la humedad lo que las deja en desventaja. Cabe recalcar que en cuanto a teñido las fibras de origen químico son difíciles de tinturar puesto que no absorben el color tan bien como las de origen natural.

**PROPIEDADES DE LAS DIBRAS TEXTILES RESISTENTES AL FUEGO**

<b>AMIANTO</b>	Fibra Natural Mineral Silicato Larga Frágil Dura	Tasa Humedad %	
<b>AM</b>		Densidad gr./cc   2,54	<b>Colorantes:</b>
<b>APLICACIONES</b> Usos especiales basados en su incombustibilidad, revestimientos calorífugos, juntas.		Alargamiento %	<b>Sensible a:</b>
		Alarg. mojado %	<b>Resiste a:</b> Ácidos fuertes, álcalis, disolventes
		Resistencia gr./den	<b>Calor:</b> Incombustible
		Resistencia mojado	
<b>VERRANE</b>	Fibra Natural Mineral Vidrio Continua Imputrescible Inextensible Estable Aislante	Tasa Humedad %	
<b>GL</b>		Densidad gr./cc   2,54	<b>Colorantes:</b> Pigmentarios en masa
<b>APLICACIONES</b> Decoración, aislante térmico y eléctrico y acústico, filtros, tapicería.		Alargamiento %   5,4 a 5,8	<b>Sensible a:</b> Ácido fosfórico en caliente, álcalis en caliente.
		Alarg. mojado %   5,4 a 5,8	<b>Resiste a:</b> Aceites, ácidos, disolventes.
		Resistencia gr./den   4 a 5	<b>Calor:</b> No quema, pierde resistencia a 315oC, reblandece a 815oC
		Resistencia mojado   4 a 5	
<b>NUREL</b>	Fibra Sintética Poliamida de caprolactama Continuo y texturizado	Tasa Humedad %	
<b>PA-6</b>		Densidad gr./cc   7,9	<b>Colorantes:</b>
<b>APLICACIONES</b> Medias, velos, cordeles, pesca, medicina, lencería, neumáticos, forrería, fieltros, impermeables.		Alargamiento %   1,4 a 1,7	<b>Sensible a:</b> Ácidos Sulfúrico.
		Alarg. mojado %   1,4 a 1,7	<b>Resiste a:</b> Ácidos y álcalis.
		Resistencia gr./den   2,5 a 3,2	<b>Calor:</b> Funde a los 1400oC.
		Resistencia mojado   2,5 a 3,2	
<b>NYLON</b>	Fibra Natural Metálica Acero Inoxidable Gris Resistente	Tasa Humedad %	
<b>PA-66</b>		Densidad gr./cc   7,9	<b>Colorantes:</b>
<b>APLICACIONES</b> Vestidos, lencería,		Alargamiento %   1,4 a 1,7	<b>Sensible a:</b> Ácidos Sulfúrico.
		Alarg. mojado %   1,4 a 1,7	<b>Resiste a:</b> Ácidos y álcalis.
		Resistencia gr./den   2,5 a 3,2	<b>Calor:</b> Funde a los 1400oC.
		Resistencia mojado   2,5 a 3,2	



calcetería, industria, hilos de coser, pesca, redes, punto	ácido adípico Resiste roce polillas	Resistencia mojado	4 o 6	Resiste a: Amoníaco, sosa.  Calor: Se inflama con dificultad. Reblandece a 235oC. Funde a 260oC. Forma bolas duras, olor de apio
<b>BRILEN</b>	Fibra Sintética Poliéster de ácido tereftálico y etilenglicol Filamento o fibra	Tasa Humedad % Densidad gr./cc Alargamiento % Alarg. mojado % Resistencia gr./den Resistencia mojado	0,4 1,38 2,3	Colorantes: Dispersos
<b>PE</b>				Sensible a: Álcalis fuertes en caliente, ácido sulfúri- co al 96%, fenoles.
<b>APLICACIONES</b>  Vestidos, cuerdas, cortinas y visillos, hilo de coser, tejidos industriales.				Resiste a: Ácidos mine- rales y orgánicos, álcalis débiles, oxidantes.  Calor: Difícilmente infla- mable. Funde a 260oC. Forma bolas duras. Olor aromático.
<b>TERLENKA</b>	Fibra Sintética Poliéster de ácido tereftáli- co y eti- lenglicol Mate_bri- llo Resiste sol polillas bacterias	Tasa Humedad % Densidad gr./cc Alargamiento % Alarg. mojado % Resistencia gr./den Resistencia mojado	1,5 1,38 20 a 40	Colorantes: Dispersos
<b>PE</b>				Sensible a: Álcalis fuertes en caliente, ácido sulfúri- co al 96%.
<b>APLICACIONES</b>  Vestidos, cuerdas, cortinajes, visillos, hilo de coser, tejidos industriales.				Resiste a: Ácidos mine- rales y orgánicos, álcalis débiles, oxidantes.  Calor: Difícilmente inflamable. Funde a 260oC. Forma bolas duras y olor aromático.
<b>COURTELLE</b>	Fibra Sinté- tica Polia- cilonitrilo Filamen- to_fibra Mate_bri- llo Suave Caliente Nerviosa Resiste sol polillas bacterias	Tasa Humedad % Densidad gr./cc Alargamiento % Alarg. mojado % Resistencia gr./den Resistencia mojado	1,3 1,15 40 a 45 40 3,5 2,9	Colorantes: Dispersos, Básicos
<b>PAC</b>				Sensible a: Álcalis fuertes en caliente.
<b>APLICACIONES</b>  Punto, mercería, vestidos, tejidos indus- triales, man- tas, filtros, tapicería.				Resiste a: Ácidos minera- les y débiles, casi todos los disolventes orgánicos.  Calor: Medianamente inflamable. No funde. Reblandece a 290oC.

<b>DOLAN</b>	Fibra Sintética Poliacrilonitrilo Rizada Cálida Nerviosa Resiste sol polillas bacterias	Tasa Humedad %	1,2	Colorantes: Básicos, Dispersos. En masa.  Sensible a: Ácidos fórmico, fosfórico al 85%, nítrico, sulfúrico, álcalis.  Resiste a: Ácidos minerales y disolventes orgánicos, blanqueadores.  Calor: Medianamente inflamable. Amarillea después de calentamiento prolongado. Funde a 280 °C.
<b>PAC</b>		Densidad gr./cc	1,14	
<b>APLICACIONES</b>		Alargamiento %	25 a 35	
Ropa interior, tejidos industriales, deportes, mantas.		Alarg. mojado %	24 a 40	
		Resistencia gr./den	28 a 33	
		Resistencia mojado	25 a 3,1	
<b>DYLEN</b>	Fibra Sintética Modacrílica Crema Cálida Dulce Resiste polillas bacterias	Tasa Humedad %	0,4	Colorantes: Básicos, Dispersos, Complejo metálico, Ácidos.  Sensible a: Soluble en acetona 100%.  Resiste a: Ácidos inorgánicos, sales bases, disolventes orgánicos, álcalis  Calor: Arde con dificultad. Reblandece y encoge a 140oC. Residuo carbonoso negro.
<b>MOD</b>		Densidad gr./cc	1,30	
<b>APLICACIONES</b>		Alargamiento %	42 a 30	
Vestidos para trabajos químicos, filtros, cuerdas, ejercicio, mantas, sacos.		Alarg. mojado %	42 a 30	
		Resistencia gr./den	2,5 a 3,3	
		Resistencia mojado	2,5 a 3,3	
<b>VEREL</b>	Fibra Sintética Modacrílica Blanca Mate_brillo Resiste polillas bacterias	Tasa Humedad %	3,5	Colorantes: Dispersos, Básicos, complejo metálico.  Sensible a: Soluble con acetona en caliente.  Resiste a: Ácidos, álcalis, agentes de blanqueo.  Calor: No se inflama. Reblandece a 135oC. Funde a 200oC. Forma costra negra.
<b>MOD</b>		Densidad gr./cc	1,37	
<b>APLICACIONES</b>		Alargamiento %	35	
Vestidos, punto, tejidos industriales, lencería.		Alarg. mojado %	35	
		Resistencia gr./den	2,7 a 2,8	
		Resistencia mojado	2,4 a 2,7	
<b>MOVIL</b>	Fibra Sintética Polivinílica Cloruro Resiste sol agua polilla bacterias	Tasa Humedad %	0,06	Colorantes: Dispersos, Naftoles, Pigmentos en masa.  Sensible a: Acetona, cloroformo, nitrobenzeno, fenoles, sulfuro de carbono.  Resiste a: Ácidos y álcalis concentrados, oxidantes.  Calor: No se inflama. Se contrae a 70oC. Se descompone a 180oC.
<b>PPVC</b>		Densidad gr./cc	1,4	
<b>APLICACIONES</b>		Alargamiento %	12 a 20	
Vestidos, punto, tejidos industriales, decoración.		Alarg. mojado %	12 a 20	
		Resistencia gr./den	2,7 a 3,2	
		Resistencia mojado	2,7 a 3,2	



<b>VYNYON HH</b>	Fibra Sintética Polietilénica Mono y multifilamento Resiste polillas y bacterias.	Tasa Humedad %	0,1	Colorantes: Masa, Dispersos, Pigmentos.  Sensible a: Éter, aminas, Ester, hidrocarburo clorado.  Resiste a: Ácidos minerales concentrados, álcalis, sosa cáustica al 30%, alcoholes, glicoles, acético, oxidantes.  Calor: Reblandece a 80oC. Funde a 145oC.
<b>PMW</b>		Densidad gr./cc	1,35	
<b>APLICACIONES</b>		Alargamiento %	100 - 120	
Monos de trabajo químicos, filtros, sacos, tapices.		Alarg. mojado %	100 - 120	
		Resistencia gr./den	0,7 a 1	
		Resistencia mojado	0,7 a 1	
<b>COURLENE</b>	Fibra Sintética Polietilénica Mono y multifilamento Resiste polillas y bacterias.	Tasa Humedad %	0	Colorantes: Solo en masa.  Sensible a: Hidrocarburos aromáticos o clorados en caliente.  Resiste a: Ácidos y álcalis.  Calor: Se inflama difícilmente. Reblandece a 90oC. Funde a 110oC. Forma costra.
<b>PET</b>		Densidad gr./cc	0,95	
<b>APLICACIONES</b>		Alargamiento %	25 a 35	
Usos industriales, sogas, filtros, muebles.		Alarg. mojado %	25 a 35	
		Resistencia gr./den	1,1 a 6	
		Resistencia mojado	1,1 a 6	

**FUENTE:** Di <http://web.archive.org/web/20140227183641/http://www.ctv.es/USERS/telart/WebTelasDeCasa/TextilTeka/CaracteristicasFibrasCuerpo.html>.

## 1.3

# Conclusiones

Se puede observar que existen gran cantidad de fibras con cualidades ignífugas, sin embargo no todas se pueden utilizar puesto que algunas de ellas pueden llegar a provocar enfermedades mortales para el ser humano. Por otro lado la mayoría de las

fibras con propiedades térmicas son de origen mineral, sintético o artificial, aunque existen algunas fibras de origen animal/ vegetal que se pueden utilizar pero no son tan resistentes como las mencionadas antes.

**Otro factor importante a considerar es que, no todas las fibras citadas anteriormente se pueden conseguir en el medio, por ejemplo algunas tienen restricciones por parte de los gobiernos, otras no existen en el país y algunas tienen costos extremadamente excesivos.**

# 2

## Normas

## 2.1

### Introducción a las normativas generales

Existen varios parámetros los cuales deben ser considerados de manera previa a la elaboración de trajes de seguridad, estos son determinados por diferentes organizaciones internacionales que generan normativas con el propósito de que todas las industrias del medio se encuentren en iguales condiciones de competitividad.

Dichas organizaciones se encargan de realizar auditorías a las empresas con

el objetivo de garantizar a los usuarios que el producto cumpla todas las normas especificadas y así evitar que atente contra su integridad de ser humano. Las organizaciones también se encargan de ir actualizando sus normas cada lapso de tiempo para estar a la vanguardia.

En la industria textil, específicamente en la elaboración de trajes de seguridad para bomberos, existen unas normativas generales que deben

ser consideradas para la elaboración de indumentaria que será expuesta a fuego o llama como se muestran en la Tabla 6, por otro lado, los trajes de bomberos se dividen en dos categorías:

***Prendas de Categoría II:***

Se refiere a una temperatura ambiente inferior a los 100°C.

***Prendas de Categoría III:***

Se refiere a una temperatura ambiente con o sin radiaciones, fuego o materiales fundidos mayor o igual a 100° C.

**NORMA 340. NORMATIVAS GENERALES:**

<b>INOCUIDAD.</b>	Se debe utilizar materiales que no atenten con la salud de los usuarios, es decir no deben ser dañinos o provocar enfermedades.
<b>ERGONOMÍA.</b>	Debe facilitar la colocación del equipo de protección sobre el usuario y ser cómodo a la vez.
<b>ENVEJECIMIENTO.</b>	No se debe generar un cambio dimensional, de ser así este no debe superar el 3%.
<b>TALLAS.</b>	La principal medida a considerar es la altura. También se puede incluir contorno de pecho y cintura.
<b>MARCADO GENERAL.</b>	Las etiquetas individuales deberán ser claras para que el usuario este informado del cuidado de sus prendas.
<b>MARCADO ESPECÍFICO.</b>	Deberá llevar los datos específicos como nombre, marca, código, norma, talla, método de lavado y ciclos del mismo.
<b>INFORMACIÓN DEL FABRICANTE.</b>	Folleto o manual con las especificaciones de uso, forma de colocar y todo lo relacionado con la empresa.

**FUENTE:** <http://www.ropatrabajolaboral.net/2011/04/norma-en-340-requisitos-generales-para.html>. (Febrero 10).

Se debe considerar que, todas las prendas realizadas bajo ISO 11612 son clasificadas en la categoría 2, por lo cual se debe tener un mayor cuidado ya que esto implica prendas que van a estar en contacto con llama (más de 100°C), por lo mismo se recomienda prestar atención al encogimiento del textil puesto que estará en contacto con fuego y si este se encoge con facilidad podría generar quemaduras.

Por otro lado en normas generales según la norma ISO

180°C, el objetivo es que el textil no se inflame ni se derrita,

también se considera el encogimiento de la prenda este no debe superar el 5%. Por otro lado si se desea que el textil sea una capa delgada o solo una y si va a estar en contacto con la piel, esta será expuesta a 260°C este no debe inflamarse, fundirse o encogerse más de un 10%. La variación de la dimensión de textiles laminados no debe superar el 3% y de los textiles

17493, esta permite ensayos a de punto el 5%.

Existen dos pruebas que deben realizarse bajo la norma

ISO 15025:2000, dichas pruebas bajo esta normativa deben realizarse de manera previa al ciclo de lavado y después para poder comprobar que el textil y los insumos continúen funcionando de manera eficaz. Como se indica en la Tabla 7 existen dos procedimientos, los mismos deben realizarse dependiendo el grado de riesgo del textil, si es necesario se pueden realizar las dos pruebas. No obstante se debe recordar que el cierre, velcro e hilo también deben pasar las normativas puesto que forman parte fundamental del traje.

### PROCEDIMIENTOS ISO 15025:2000:

Procedimiento A (código A1).	Procedimiento B (Código A2)
No arde hasta los bordes,	No arde hasta los bordes, tanto superior y lateral.
No se forma agujero,	
No se desprenden restos inflamados o fundidos,	No se desprenden restos inflamados o fundidos,
Tiempo de postcombustión menor o igual a 2 segundos,	Tiempo de postcombustión es menor o igual a 2 segundos,
Tiempo medio de incandescencia menor o igual a 2 segundos,	Tiempo medio de incandescencia menor o igual a 2 segundos,

FUENTE: <http://prevencionar.com/2010/01/13/une-en-iso-116122010-ropa-de-proteccion-contra-el-calor-y-la-llama/> (Febrero 10)

#### 2.1.1

## Normativas internacionales

Una de las organizaciones encargada de regularizar los estándares de calidad y servicio es la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Es una organización no gubernamental que surge en el año de 1946 con 25 países aproximadamente, esta organización nace con el objetivo de estandarizar las normativas de las industrias a nivel mundial y así generar productos que puedan competir entre sí con previos requisitos que les

permita asegurar su seguridad y eficacia. El día de hoy tiene más de 19000 normativas de estandarización en los diferentes campos y está presente en 162 países del mundo.

La Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA), es una organización fundada en Estados Unidos en el año de 1896 con la idea de controlar y regular las normas

Norma EN-340: Normas generales para prendas de protección.

**REQUISITOS PARA LA PROPAGACIÓN DE LA LLAMA:**

UNE-EN 15614:2007	ISO 15834:2003	UNE-EN 469:2006	UNE-EN 531:1996
<b>Ensayo por ignición superficial y/o ignición del borde (EN ISO 15025)</b>	<b>Ensayo por ignición superficial y/o ignición del borde (EN ISO 15025)</b>	<b>Ensayo de ignición superficial (EN ISO 15025)</b>	<b>Método ensayo EN 532</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se producirá inflamación hasta borde superior o lateral.</li> <li>No se desprenderán restos inflamados o fundidos.</li> <li>Tiempo de post-combustión <math>\leq 2s</math>.</li> <li>Tiempo de post-incandescencia <math>\leq 2s</math>.</li> <li>No se formará agujero (Método A)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se producirá inflamación hasta borde superior o lateral.</li> <li>No se desprenderán restos inflamados o fundidos.</li> <li>Tiempo de post-combustión <math>\leq 2s</math>.</li> <li>Tiempo de post-incandescencia <math>\leq 2s</math>.</li> <li>No se formará agujero (Método A)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se producirá inflamación hasta borde superior o lateral.</li> <li>No se desprenderán restos inflamados o fundidos.</li> <li>Tiempo de post-combustión <math>\leq 2s</math>.</li> <li>Tiempo de post-incandescencia <math>\leq 2s</math>.</li> <li>No se formará agujero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se producirá inflamación hasta borde superior o lateral.</li> <li>No se desprenderán restos inflamados o fundidos.</li> <li>Tiempo de post-combustión <math>\leq 2s</math>.</li> <li>Tiempo de post-incandescencia <math>\leq 2s</math>.</li> <li>No se formará agujero</li> </ul>

**FUENTE:** Fuente: Asociación de Empresas de Equipos de Protección Personal (ASEPAL). (Febrero 10). [http://www.asepal.es/frontend/asepal/seccion.php?id\\_seccion=200&tree\\_pos=sub\\_I\\_0\\_4.sub\\_I\\_1\\_5](http://www.asepal.es/frontend/asepal/seccion.php?id_seccion=200&tree_pos=sub_I_0_4.sub_I_1_5).

**REQUISITOS DE RESISTENCIA AL CALOR:**

UNE-EN 15614:2007	UNE-EN 469:2006	ISO 15384:2003
<b>180 °C durante 5 min</b>	<b>180 °C durante 5 min</b>	<b>260 °C</b>
<b>No fundir, gotear, inflamarse o encoger más de un 5%.</b>	<b>No fundir, gotear, inflamarse o encoger más de un 5%.</b>	<b>No fundir, gotear, inflamarse o encoger más de un 10%</b>

**FUENTE:** Asociación de Empresas de Equipos de Protección Personal (ASEPAL). (Febrero 10). [http://www.asepal.es/frontend/asepal/seccion.php?id\\_seccion=200&tree\\_pos=sub\\_I\\_0\\_4.sub\\_I\\_1\\_5](http://www.asepal.es/frontend/asepal/seccion.php?id_seccion=200&tree_pos=sub_I_0_4.sub_I_1_5).

### REQUISITOS BÁSICOS:

REQUISITO	DESCRIPCIÓN	NIVELES DE PRESTACIÓN
<b>Resistencia a la propagación de la llama</b>	Todos los materiales y costuras de la prenda deben superar ensayos de resistencia a la llama.	_____
<b>Transferencia del calor (a la llama)</b>	Hay dos niveles de prestación en cuanto a la resistencia a la transferencia del calor, siendo el nivel 2 más exigente que el nivel 1.	<b>Nivel 1</b> _____ <b>Nivel 2</b>
<b>Transferencia de calor radiante</b>	Una vez más hay dos niveles, donde el nivel 2 ofrece mayor protección frente a la transmisión del calor radiante que el nivel 1.	<b>Nivel 1</b> _____ <b>Nivel 2</b>
<b>Resistencia residual a la tracción tras exposición a calor radiante</b>	El material externo de las prendas debe tener una resistencia a la tracción de, al menos, 450 N tras haber sido sometida al ensayo de calor radiante.	_____
<b>Resistencia al rasgado</b>	El material externo debe presentar una resistencia al rasgado mínima de 25 N.	_____
<b>Resistencia a la penetración de productos químicos</b>	Este tipo de ropa es capaz de resistir una salpicadura accidental de productos químicos líquidos o líquidos inflamables, pero no está pensada para situaciones de alto riesgo.	_____
<b>Resistencia a la penetración de agua</b>	Se definen de nuevo dos niveles de prestación. El nivel 1 es para prendas sin barrera de impermeabilidad y el nivel 2 para prendas que incorporan esta característica	<b>Nivel 1</b> _____ <b>Nivel 2</b>
<b>Resistencia al vapor de agua</b>	Esta propiedad está relacionada con la transpirabilidad, cuanto mayor sea la resistencia al vapor de agua, más difícil se hará la transpiración de la prenda, aumentando en este caso el riesgo de quemaduras por vapor. Se definen dos niveles, de nuevo el nivel 2 es más exigente, ofreciendo menor resistencia al vapor de agua.	<b>Nivel 1</b> _____ <b>Nivel 2</b>
<b>Resistencia a la penetración de agua</b>	Se definen de nuevo dos niveles de prestación. El nivel 1 es para prendas sin barrera de impermeabilidad y el nivel 2 para prendas que incorporan esta característica	<b>Nivel 1</b> _____ <b>Nivel 2</b>

**FUENTE:** Asociación de Empresas de Equipos de Protección Personal (ASEPAL). (Febrero15). [http://www.asepal.es/frontend/asepal/seccion.php?id\\_seccion=200&tree\\_pos=sub\\_1\\_0\\_4.sub\\_1\\_1\\_5](http://www.asepal.es/frontend/asepal/seccion.php?id_seccion=200&tree_pos=sub_1_0_4.sub_1_1_5).

## 1.2

# Normativas nacionales para indumentaria de bomberos

La Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) se rige bajo normativas internacionales como el ISO de esta manera tiene un estándar de calidad internacional. La normativa INEN-ISO 11612, habla específicamente sobre la ropa de protección contra la llama.

En las siguientes tablas se muestran cuáles son los parámetros a considerar para la elaboración de trajes de

bomberos

Los trajes de bomberos deben estar hechos de un material que no propague la llama en caso de que este llegara a incendiarse, a continuación en la Tabla 6 se muestran algunas de las pruebas más importantes que deben realizarse a las prendas con el propósito de probar su eficacia.

Se debe tomar en cuenta

que los trajes deben pasar dos pruebas fundamentales, la primera es de propagación de la llama limitada y la otra de resistencia eléctrica, las dos pruebas se separan por grupos: Clase 1 y Clase 2, la primera es para un grado leve de exposición a la llama y la segunda para un grado superior a 100°. Las pruebas a realizarse y la cantidad se encuentran en la Tabla 11.

## REQUISITOS DE RESISTENCIA AL CALOR:

Propagación limitada de la llama. Se debe superar al menos uno de los ensayos (A1 y/o A2)	A1 / A2	—
Calor convectivo. Se debe alcanzar, como mínimo el nivel B1	B	B1 B2 B3
Calor radiante. Se debe alcanzar, como mínimo el nivel C1	C	C1 C2 C3 C4
Salpicaduras de aluminio fundido. Se debe alcanzar, como mínimo el nivel D1	D	D1 D2 D3
Salpicaduras de hierro fundido. Se debe alcanzar, como mínimo el nivel E1	E	E1 E2 E3
Calor por contacto. Se debe alcanzar, como mínimo el nivel F1	F	F1 F2 F3

**FUENTE:** Asociación de Empresas de Equipos de Protección Personal (ASEPAL). (Febrero20). [http://www.asepal.es/frontend/asepal/noticia.php?id\\_noticia=2632&id\\_seccion=189](http://www.asepal.es/frontend/asepal/noticia.php?id_noticia=2632&id_seccion=189)

Requisito	CLASE 1	CLASE 2
Propagación limitada de la llama. Se debe superar al menos uno de los ensayos (A1 y/o A2)	A1 / A2	
Resistencia eléctrica	Ensayo según EN 1149-2. Resistencia medida será superior a 105 ohms	
Calor radiante	RHTI24 > 7s	RHTI24 > 16s
Salpicaduras de metal fundido	Al menos 15 gotas de metal fundido	Al menos 25 gotas de metal fundido

**FUENTE:** Asociación de Empresas de Equipos de Protección Personal (ASEPAL). (Febrero20). [http://www.asepal.es/frontend/asepal/noticia.php?id\\_noticia=2632&id\\_seccion=189](http://www.asepal.es/frontend/asepal/noticia.php?id_noticia=2632&id_seccion=189)

## 2.1.1

## Entrevistas a voluntarios del cuerpo de bomberos.

Considerando todas las normativas antes mencionadas se procedió a realizar entrevistas a algunos voluntarios del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Cuenca y al jefe del cuerpo de bomberos de Cuenca, Oswaldo Ramírez, nos comenta que en todos sus años de experiencia le llena de placer saber que cada vez son más los facultativos que se postulan para ser voluntarios y más aún se siente satisfecho de saber que lo hacen con completa entrega y responsabilidad. También comenta que los trajes que usamos hechos a medida por la empresa encargada de su distribución toma las medidas a cada uno de los bomberos con el objetivo de poder realizar un traje ergonómico y cómodo.

Por otro lado deben mantener un buen físico por lo cual se mantienen entrenando, a veces hacen simulacros de incendios para disciplinarlos y que se encuentren listos para cualquier tipo de situación que se pueda dar.

Se entrevistó también a algunos miembros presentes:

1) Sujeto 1: Nos comenta el gusto que tiene por su profesión puesto que lo llena de adrenalina y lo más gratificante al final de la jornada son los agradecimientos de las personas. Por otro lado habla del traje, el mismo que pesa alrededor de 50 libras a eso se le suma el peso del taque de oxígeno y otros materiales, el equipo puede llegar a pesar 80 libras.

2) Sujeto 2: Habla sobre la gran

responsabilidad que implica estar en un incendio, puesto que no solo es responsable de su vida si no también de la de sus compañeros, por lo cual debe existir una buena comunicación. Nos comenta que muchas veces cuando explotan los vidrios por la velocidad a la que salen algunos se quedan incrustados en la ropa y otras veces llegan a su rostro, no menos importante habla sobre la dificultad de maniobrar objetos con los guantes por el tamaño.

3) Sujeto 3: Nos enseña su uniforme y el deterioro del mismo, no sabe qué tiempo determinado dura el traje puesto que puede asistir a muchos incendios en un año o a ninguno. Coincide en que el traje es pesado pero cuando llega a un

incendio la adrenalina es un aliado.

4) Sujeto 4: En su traje se pueden observar algunos pequeños orificios generados por las llamas, nos comenta que se les permite ingresar al incendio solo por un tiempo de 15 minutos, en este tiempo deben actuar con gran rapidez para ver si hay heridos o si el lugar está abandonado.

5) Sujeto 5: Nos comenta que lo más difícil de manejar son los guantes puesto que por el material y el espesor de los textiles utilizados no les permite maniobrar con libertad las herramientas lo cual a veces dificulta su desenvolvimiento, sin embargo le gustaría que estos sean un poco más delgados.

6) Sujeto 6: Coincide con su compañero y habla sobre la incomodi-

dad de que le generan los guantes pero es consciente que gracias a estos sus manos se encuentran protegidas del fuego y de cualquier tipo de objeto corto punzante.

7) Sujeto 7: Comenta que el traje es pesado y más aún cuando se moja a pesar de que es permeable. Al igual que sus compañeros habla sobre la dificultad de sujetar y maniobrar objetos por el tamaño de los guantes.

8) Sujeto 8: nos habla un poco con respecto a su experiencia en incendios forestales, para los incendios forestales el traje no responde de igual manera puesto que genera mayor asfixia por el humo de la naturaleza, también como se encuentran más expuestos a quedar atrapados el traje puede incendiarse.

## 2.2.1

## Conclusiones

El factor común en las entrevistas realizadas a algunos de los facultativos es la incomodidad que sienten al maniobrar objetos con los guantes por el tamaño de los mismos; otros hablaban sobre el peso de los trajes.

***La incomodidad o rigidez que llegan a sentir los voluntarios es por la cantidad de capas que posee el traje, el mismo que varía entre 3 y 5 capas que ayudan al traje para mantener el cuerpo a salvo de quemaduras o químicos del exterior que puedan dañar su organismo.***

## 3

## Metodología

3 Pruebas  
de calidad

Para comprobar las propiedades de los textiles ignífugos (lana de vidrio, fibra de cerámica y lana de cerámica) se deben hacer algunas pruebas de laboratorio de los mismos, es indispensable tomar en cuenta.

1. Absorción de humedad.
2. Resistencia a los químicos.
3. Resistencia al fuego.
4. Análisis microscópico.



**ILUSTRACIÓN 2:** Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016.  
Pruebas de calidad. Laboratorio de ciencia y tecnología.

### 3.1.1

# Absorción de humedad

Para hacer esta prueba se debe cortar en pedazos de 5x5cm las tres fibras (cerámica, vidrio y carbono), hay que colocar las tres muestras en crisoles independientes, previo a esto se debe colocar en la balanza digital cada muestra para obtener su peso inicial.

Se coloca en vasos de precipitación individuales, una

vez puestas las fibras se coloca agua hasta que las fibras estén cubiertas en su totalidad durante 15 minutos. Una vez transcurrido este tiempo con ayuda de unas pinzas se saca cada una de las fibras y se colocan en los crisoles respectivos sin exprimir las muestras para que las mismas no sufran ninguna alteración; luego se pesan las muestras

para obtener el peso y establecer que cantidad de líquido han absorbido.

Después, se coloca nuevamente las muestras en los vasos de precipitación por un lapso de 15 minutos más para completar los 30 minutos, luego, se deben pesar las fibras y ver cuanto más han absorbido y a su vez ver la diferencia de líquido en los intervalos de tiempo.



**ILUSTRACIÓN 3:** fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: absorción de la humedad. Laboratorio de ciencia y tecnología.

## RESULTADOS RESISTENCIA HUMEDAD

RESISTENCIA A LA HUMEDAD.								
Ficha de evaluación N°1			Nombre del responsable: Tamara Briones Orellana.				Fecha: 31/ Marzo/ 2016	
			Profesor guía: Cecilia Palacios				Lugar: Lab. de Ciencia y Tecnología.	
Fibra.	Número de muestra.	Tiempo	Peso inicial (gramos).	Forma.	Peso final (gramos).	Peso ganado/perdido.	Peso ganado en intervalos.	Observaciones.
L E R Á M I C A	1	15	7,46	Conserva su forma original.	66,89	59,43	2,26	Se observa como la fibra empieza a absorber el líquido y a su vez se vuelve un poco más esponjosa sin perder su apariencia inicial, también se mantiene sumergida totalmente en el vaso de precipitación.
		30		Gana un poco de volumen.	69,15	61,69		Se puede apreciar como la fibra aumenta de manera paulatina su espesor, es decir se hincha gradualmente manteniendo su forma original con mayor volumen pero esta no flota, se mantiene sumergida.
L V A I N D A R I D O	2	15	1,85	Conserva su forma original.	46,75	44,9	2,96	Se puede ver como la lana mantiene su forma y volumen inicial, sin embargo se encuentra un poco elevada con respecto al fondo del vaso, la misma se vuelve de color más fuerte.
		30		Conserva su forma original.	49,71	47,86		Se observa que ha ganado un poco de volumen y se ve más abierta la lana pero no pierde su forma inicial, se puede ver como se mantiene flotando ligeramente en el vaso.
F C I B R A O N D O	3	15	1,71	Conserva su forma original.	4,24	2,53	0,44	Se aprecia como la fibra se encuentra flotando en el agua, también se puede ver como se desprenden de la misma pequeños filamentos y flotan en el agua. Aparentemente no cambia su volumen.
		30		Conserva su forma original.	4,68	2,97		Se ve como la fibra mantiene su espesor y algunos filamentos se desprendieron de la muestra y se quedan pegados en el vaso o flotando.

### RESISTENCIA A LA HUMEDAD (15 minutos).



**FUENTE:** Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: absorción de la humedad.

La lana de cerámica es la que más peso ha ganado en los intervalos de tiempo, seguida de la lana de vidrio y por último la fibra de carbono es la que menos absorbe, se puede ver los gráficos que su peso es liviano a comparación de las lanas, lo cual indica que es la que menos capacidad de absorción posee.

### RESISTENCIA A LA HUMEDAD (30 minutos).



**FUENTE:** Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: absorción de la humedad.



## 3.1.2

## Resistencia a los químicos

Esta prueba es para comprobar la resistencia de las fibras a los químicos en diferentes lapsos de tiempo, cada fibra será expuesta por 15 minutos y 30 minutos a ácido sulfúrico y ácido clorhídrico.

Para realizar esta prueba se corta 12 muestras de 5x5cm, luego se pesa para obtener el peso inicial antes de ser expuestos a químicos para ver si las mismas pierden o ganan peso o si sufren algún tipo de alteración.

Se colocan los vasos de precipitación en la campana de gases para proceder a

preparar los ácidos de manera segura. Se utiliza solución de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) al 1:2; en un vaso de precipitación se coloca 75 mililitros de ácido y la misma cantidad de agua destilada de manera gradual y lenta para evitar accidentes.

Una vez preparados los ácidos se colocan las muestras de 5x5cm en cada vaso de precipitación y después se coloca el ácido sulfúrico lentamente y se observa el cambio de la misma, se repite el mismo proceso con las dos muestras restantes, cuando las tres muestras es-

tén listas se deja actuar al ácido por un lapso de 15 minutos y observar los posibles cambios de las fibras. Se repite el proceso pero esta vez se dejan las muestras por 30 minutos.

En otro vaso de precipitación y bajo la campana de gases se coloca 75 mililitros de ácido clorhídrico (HCl) muy lentamente y también 75 mililitros de agua destilada de manera gradual. Cuando el ácido esté preparado se coloca las muestras en diferentes vasos y se vierte de manera lenta la solución, por último se deja reposar la mis-

ma por 15 minutos para ver cómo actúa la fibra. Se vuelve a repetir el proceso pero esta vez se deja reposar las fibras por un lapso de 30 minutos.

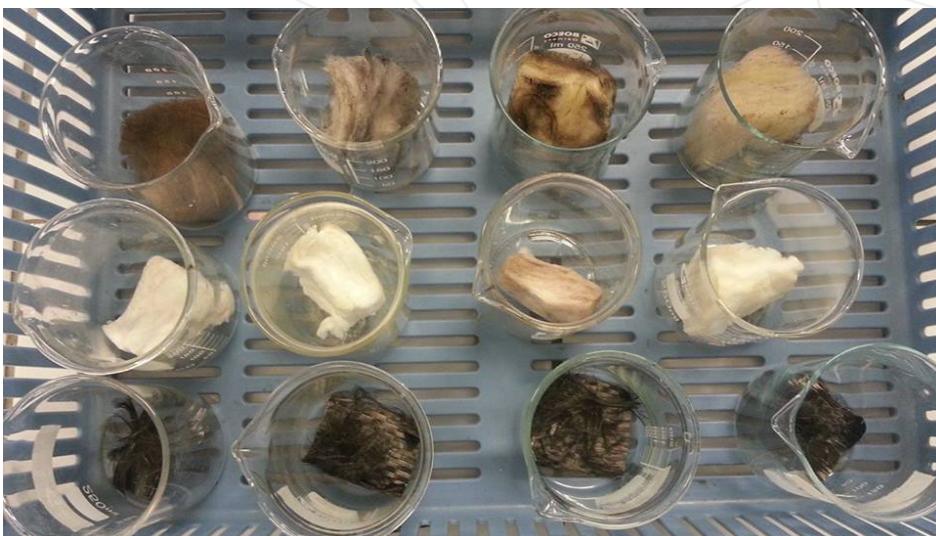
Después de la exposición a los ácidos se lava con agua en el vaso sin ser exprimidas para evitar que las mismas pierdan propiedades o sufran alteraciones, luego

se colocan las 12 muestras en una hornilla para que eliminen todos los líquidos absorbidos, se deja en la estufa alrededor de 12 horas.

Por último, se retiran las muestras de la estufa y se procede a pesar en la balanza digital cada una de las fibras para ver si hubo algún cambio en su peso y se observan los cambios físicos.



**ILUSTRACION 4:** Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: prueba química. Laboratorio de ciencia y tecnología.



**ILUSTRACION 5:** Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: prueba química. Laboratorio de ciencia y tecnología.

## RESULTADOS PRUEBA QUIMICA

PRUEBA QUÍMICA.									
Ficha de evaluación N°2.			Nombre del responsable: Tamara Briones Orellana.				Fecha: 31/ Marzo/ 2016		
			Profesor guía: Cecilia Palacios				Lugar: Laboratorio de Ciencia y Tecnología.		
Fibra.	Número de muestra.	Peso inicial (gramos)	Químico	Tiempo	Forma.	Color.	Peso final (gr)	Peso ganado /perdido	Observaciones.
L A N A  D E  C E R Á M I C A	1	6,66	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15 min.	Mantiene su forma original.	Blanco.	19,18	12,52	Se puede apreciar como la lana empieza a absorber el ácido y algunas burbujas del mismo, como si este fuera a hervir, sin embargo la fibra no se ve afectada por los químicos, mantiene su forma y color original. Luego de ser retirada de la mufla la fibra se ve intacta en su aspecto físico pero ha ganado peso y se puede observar que se mantiene un poco húmeda.
	2	6,66	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30 min.	Su forma se mantiene.	Blanco.	5,76	0,9	Se ve como la lana deja de absorber los ácidos, lo que significa que en un determinado tiempo se satura. Por otro lado se mantiene sumergida sin cambiar su forma o color. Posteriormente al salir de la mufla la fibra ha perdido un poco de espesor y se ve más abierta la muestra.
	3	6,66	HCl	15 minutos.	Red. de espesor	Blanco.	14,53	7,87	Se observa como la lana reduce gran parte de su espesor, haciéndose más delgada y transparente, después retoma el color blanco, sin embargo su volumen es menor. Después de retirar la fibra de la mufla esta parece haber ganado peso y se ve más delgada.
	4	6,66	HCl	30 minutos.	Forma y volumen original	Blanco.	5,02	1,64	Se puede ver como la lana reduce su volumen, después la lana vuelve a recuperar su volumen inicial de tal manera que su apariencia termina siendo la misma, no posee ningún cambio de color. Al retirar la fibra de la mufla se puede observar que ha retenido un poco de químicos en el centro de la misma.

L A N A  D E  V I D R I O	1	1,53	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15 minutos.	Perdida de volumen original.	Marrón con gris.	1,53	0	Se aprecia como la lana reduce su volumen, empieza a cambiar de color y a su vez sale un poco humo que ese genera por el choque de las moléculas. De manera posterior, al ser retirada de la mufla, parece que la lana no ha cambiado en nada su apariencia únicamente existe un cambio de color.
	2	1,53	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30 minutos.	Perdida de volumen original.	Blanco con un poco de marrón.	1,55	0,02	Se ve como la lana empieza a cambiar de color por partes, se hace un poco transparente e inmediatamente su volumen se reduce y queda más delgada de lo normal y queda así hasta que la lana absorbe todos los químicos. Después de salir de la mufla su color ha cambiado de manera ligera y se ve que ha perdido volumen.
	3	1,53	HCl	15 minutos.	Perdida de volumen original.	Marrón quemado.	1,92	0,39	Se observa como la lana mantiene su forma inicial y el color, después empieza a perder un poco su color amarillento y empieza a volverse transparente, sin embargo no se observa que se desintegre. Posteriormente de ser retirada de la mufla, la lana se ve seca y parece haber ganado un poco de peso, también cambia de color.
	4	1,53	HCl	30 minutos.	Mantiene el volumen original.	Blanco amarillento	1,58	0,05	Se ve como la lana empieza a perder espesor y queda mucho más delgada que al inicio e incluso su tono amarillo disminuye y pareciera que la lana perdió grosor. Después de pasar alrededor de 15 horas en la mufla la fibra parece haber retomado su forma y color inicial.
F I B R A  D E  C A R B O N O	1	1,9	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15 minutos.	Mantiene su forma original.	Trama negra, urdimbre marrón.	2,28	0,38	Se puede observar como la fibra flota sobre los químicos y se va hundiendo ligeramente, a simple vista no pierde su forma ni color, al contrario se mantiene estable. Al ser retirada de la mufla conserva levemente su brillo, no obstante la trama se vuelve de color negro y la urdimbre de color marrón, también se ha vuelto un poco rígida.
	2	1,9	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30 minutos.	Forma original.	Urdimbre negra.	1,94	0,04	Se aprecia que la fibra se queda levemente sumergida y que se han formado pequeñas burbujas a su alrededor, sin embargo conserva su forma y color inicial a pesar del tiempo. Después de salir de la mufla se puede ver que, la fibra ha perdido brillo, también se ve un poco seca y su urdimbre se ha vuelto de color negro.
	3	1,9	HCl	15 minutos.	Forma y volumen original.	Trama negra, urdimbre blanca.	1,74	0,16	Se puede observar que la fibra pierde gradualmente su brillo inicial ya su vez genera la ilusión de que se hincha, por otro lado se mantiene flotando sin hundirse. Después de ser retirada de la mufla, se aprecia un ligero cambio de color en la trama, pasa de ser blanca a negra y se ha vuelto un poco más áspera.
	4	1,9	HCl	30 minutos.	Forma original.	Urdimbre blanca con pintas negras.	1,66	0,24	Se ve que la fibra conserva su forma y color inicial, se sumerge un poco en los químicos pero no se ve afectada en ningún sentido. De manera posterior, al ser retirada de la mufla se observaron ciertos cambios como pérdida de brillo y cambio de color en la urdimbre, que paso de ser blanca a presentar una especie de pintas negras.

## PRUEBA QUÍMICA.



	H2SO4	H2SO4	HCl	HCl
■ FIBRA DE CARBONO.	2,28	1,94	1,74	1,66
■ LANA DE VIDIRO.	1,53	1,55	1,92	1,58
■ LANA DE CERÁMICA.	19,18	5,76	14,53	5,02

■ FIBRA DE CARBONO. ■ LANA DE VIDIRO. ■ LANA DE CERÁMICA.

! FUENTE: Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: pruebas químicas.



Se puede observar que la lana de cerámica es la que más absorbe en el lapso de 15 minutos tanto en ácido sulfúrico como en ácido clorhídrico, por otro lado en los próximos 30 minutos la fibra se satura y deja de absorber grandes cantida-

des manteniendo un peso estable.

También se ve que la lana de vidrio al igual que la de carbono absorbió pequeñas cantidades, de tal manera que casi conservan su peso original sin sufrir alteraciones de peso notorias.

## 3.1.3

## Resistencia al calor

Esta prueba sirve para comprobar la resistencia de las fibras, de esta manera se pueden conocer sus propiedades ignífugas.

Para empezar, se coloca muestras de 5x5cm de las tres fibras, las mismas que se pesan en la balanza electrónica para llevar un registro de su peso inicial y ver después de ser expuestas a calor si sufren algún tipo de cambio en su apariencia o peso. Después de pesadas las muestras se coloca cada una de manera individual en un crisol de porcelana para llevarlos a la mufla, cuando las fibras están en posición se prende la mufla y se espera a que esta llegue a la temperatura determinada.

Cada fibra será expuesta a 150°, 300°, 400° y 500°C, el tiempo que las mismas permanecen en estas temperaturas es variable puesto que, una vez prendida la mufla esta va elevando su temperatura de manera gradual, cuando alcance la primera temperatura se abre la mufla y se observan las fi-

bras para ver si han sufrido algún tipo de cambio, este tiempo no es determinado puesto que la mufla se calienta de manera veloz pero por las entradas de aire de la misma que permiten la ventilación esta desciende varios grados y los recupera en un lapso de 7 minutos aproximadamente.

De manera posterior, las muestras se mantienen hasta alcanzar los 500°, es decir, empiezan en 150° (mínimo) hasta llegar a los 500° (máximo), se debe observar de manera constante la mufla por que no se sabe el tiempo determinado en el que alcanzara cada temperatura.

Cuando las muestras alcanzan la temperatura final las mismas deben ser retiradas con mucho cuidado de la mufla con ayuda de una pinza larga, después se deja un tiempo para enfriar y pesar las fibras.

El tiempo aproximado de enfriamiento son 5 minutos, pasado este tiempo se procede a pesar las mismas y comparar el peso inicial con el final.



**ILUSTRACIÓN 6:** Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: resistencia al calor en la mufla. Laboratorio de ciencia y tecnología. químicas.



**ILUSTRACIÓN 7:** Fotografía De Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas De Calidad: Resistencia Al Calor En La Mufla. 150°. Laboratorio De Ciencia Y Tecnología.



**ILUSTRACIÓN 8:** Fotografía De Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas De Calidad: Resistencia Al Calor En La Mufla. 300°. Laboratorio De Ciencia Y Tecnología.



**Ilustración 9:** fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: resistencia al calor en la mufla. 400°. Laboratorio de ciencia y tecnología.



**ILUSTRACIÓN 10:** Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: resistencia al calor en la mufla. 500°. Laboratorio de ciencia y tecnología.

**RESULTADOS RESISTENCIA AL CALOR**

RESISTENCIA AL CALOR.								
Ficha de evaluación N°3.			Responsable: Tamara Briones Orellana.			Fecha: 08/Abril/ 2016		
			Profesor guía: Cecilia Palacios			Lugar: Lab. De Ciencia y Tecn.		
Fibra.	Núm. de muestra	Peso Inicial (gramos)	Temp.	Forma.	Color.	Peso final (gr.)	Peso ganado /perdida	Observaciones.
L A N A D E C E R A M I C A	1	4,78	150°	Conserva su forma original	Blanco.	4,77	0,01	La lana es colocada en la mufla hasta que esta pueda alcanza la temperatura deseada, se puede ver que la fibra se mantiene intacta, so ha cambiado su forma ni color.
			300°	Conserva su forma original.	Blanco.			Después pasar casi 20 minutos en la mufla ha alcanzado la temperatura, sin embargo la fibra no presenta ningún tipo de cambio.
			400°	Conserva su forma original.	Blanco.			Para alcanzar la temperatura deseada pasan aproximadamente 35 minutos, se puede observar que la fibra mantiene su tamaño y color inicial sin ningún cambio aparente.
			500°	Conserva su forma original.	Blanco.			La fibra alcanzo la última temperatura alrededor de 45 minutos después, su color no ha cambiado en nada, sin embargo tiene un olor un poco a tierra. En cuanto a su forma sigue siendo la misma solo que parece estar más suave.
L A N A D E V I D R I O	1	2,33	150°	Conserva su forma original.	Amarillo.	2,23	0,1	Después de ser colocada en la mufla hasta alcanzar la temperatura deseada, se puede observar que la fibra mantiene su color y forma sin algún tipo de cambio.
			300°	Conserva su forma original.	Marrón.			Hasta que la fibra alcance su segunda temperatura, se ve como ha sufrido un ligero cambio de color, pero su forma sigue siendo la misma.
			400°	Conserva su forma original.	Gris.			Para alcanzar la temperatura deseada pasan aproximadamente 35 minutos, se aprecia como la fibra cambia nuevamente de color, esta vez adopta un color gris claro, no muy intenso.
			500°	Conserva su forma original.	Blanco.			Cuando la fibra llega a los 500° ha cambiado nuevamente su color, esta vez es de color blanco con ligeros rasgos de color amarillo, sin embargo se mantiene su forma y sigue siendo suave y esponjosa.
F C I B R A D E C A R B O N O	1	1,74	150°	Conserva su forma original.	Negro.	1,69	0,05	Se puede ver como la fibra mantiene su forma original y un brillo muy vivaz.
			300°	Conserva su forma original.	Negro.			La fibra alanza los 300° y se puede ver como esta sigue manteniendo su color únicamente se ha vuelto un poco opaca, sin embargo conserva su estructura.
			400°	Conserva su forma original.	Negro.			Para llegar a la tercera temperatura la fibra demora casi 35 minutos, se mantiene opaca pero se puede ver que esta esta un poco seca, como deshidratada.
			500°	Conserva su forma original.	Negro.			Al llegar a los 500° la fibra sigue siendo de color negro y su aspecto físico es el mismo, sin embargo, se puede ver que esta esta seca y un poco rígida.

## RESISTENCIA AL CALOR



! FUENTE: Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: resistencia al calor.

En el ejemplo se pueden observar los resultados de la tabla mencionada anteriormente, luego de someter las fibras a las pruebas de calor para saber su reacción se pesaron para saber si perdieron o ganaron peso, como se

puede apreciar en el gráfico, la lana de cerámica perdió décimas de peso, la de vidrio conservo su peso y la de carbono fue la que más perdió, sin embargo no es relevante la pérdida de peso puesto que es mínima.

## 3.1.4

## Análisis microscópico

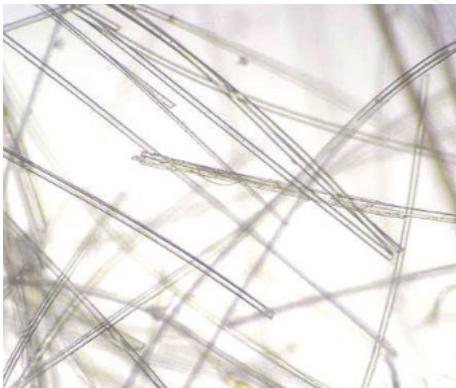
En esta prueba se debe observar todas las muestras que fueron expuestas a las diferentes pruebas, el objeto de este análisis es observar si las fibras sufrieron algún tipo de cambio en su estructura más allá de la apariencia.

Para realizar este análisis se debe tomar un fragmento o filamento de cada muestra y colocar en el portaobjetos con agua destilada, luego se

debe colocar el cubreobjetos, estos son fundamentales para que cuando la muestra sea colocada en el microscopio el cubreobjetos aplaste el fragmento contra el portaobjetos y así poder visualizar de una manera adecuada.

Posterior a esto, se comparan las imágenes para ver si han sufrido algún cambio.

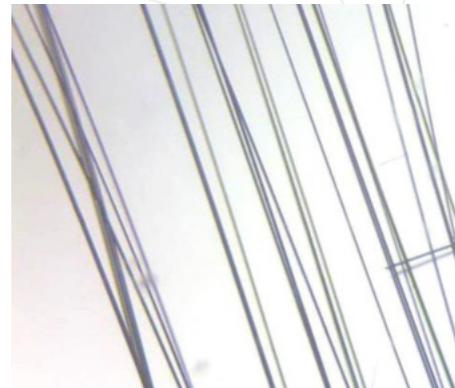
### FIBRAS EN ESTADO NATURAL



*Ilustración 11:* Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, lana de cerámica pura

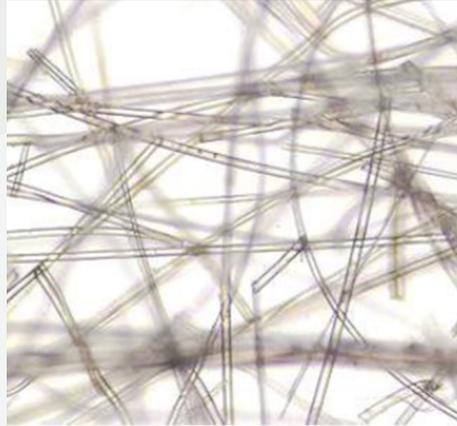


*Ilustración 12:* Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, lana de vidrio pura.



*Ilustración 13:* Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, fibra de carbono pura

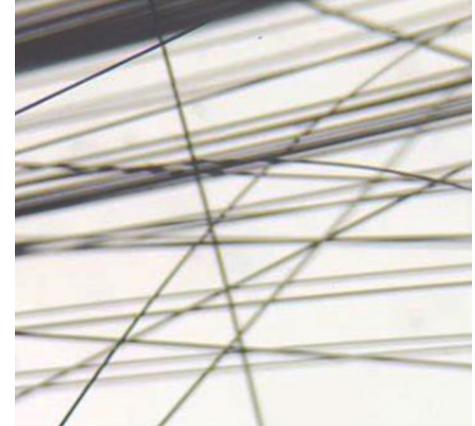
### FIBRAS EN ÁCIDO SULFÚRICO POR 15 MINUTOS



*Ilustración 14:* Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, lana de cerámica.

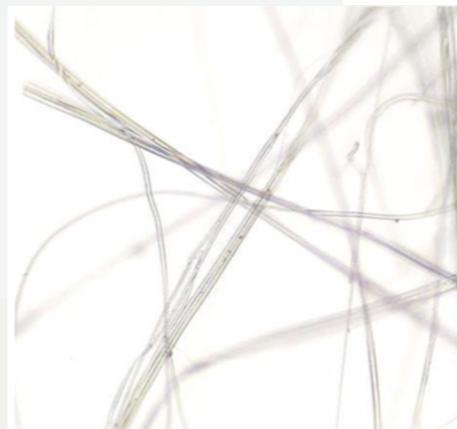


*Ilustración 15:* Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, lana de vidrio.



*Ilustración 16:* Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, fibra de carbono

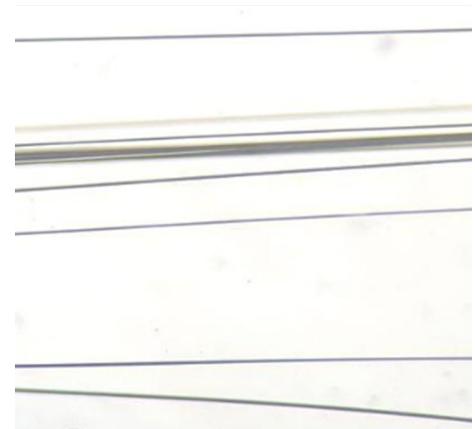
### FIBRAS EN ÁCIDO SULFÚRICO POR 30 MINUTOS



*Ilustración 17:* Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, lana de cerámica.

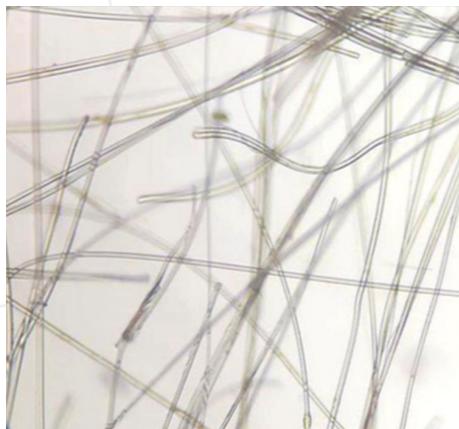


*Ilustración 18:* Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, lana de vidrio.

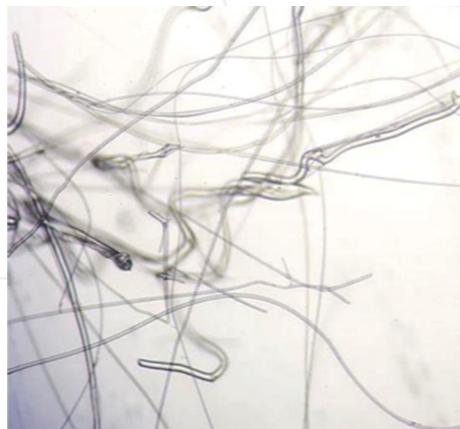


*Ilustración 19:* Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, fibra de carbono

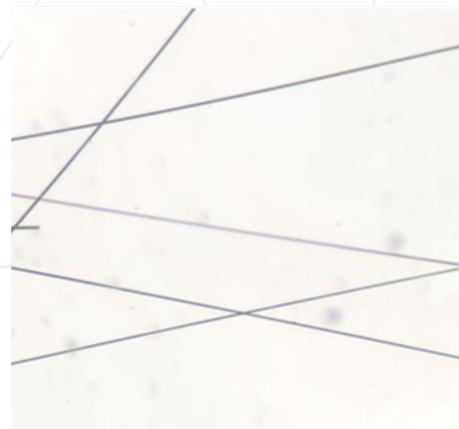
### FIBRAS EN ÁCIDO CLORHÍDRICO POR 15 MINUTOS



**Ilustración 20:** Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, lana de cerámica.



**Ilustración 21:** Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, lana de vidrio.



**Ilustración 22:** Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, fibra de carbono.

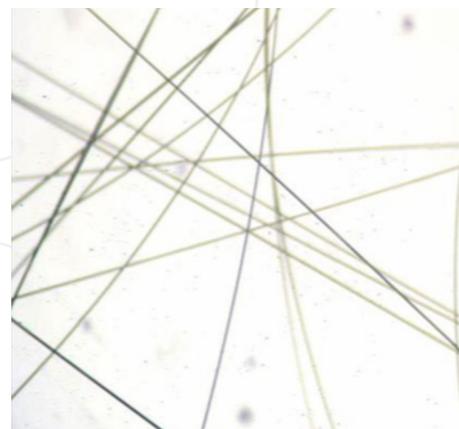
### FIBRAS EN ÁCIDO CLORHÍDRICO POR 30 MINUTOS



**Ilustración 23:** Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, lana de cerámica.



**Ilustración 24:** Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, lana de vidrio.



**Ilustración 25:** Fotografía de Tamara Briones Orellana. Cuenca 2016. Pruebas de calidad: análisis microscópico, fibra de carbono.

**E**n las imágenes anteriores se puede ver las fibras de manera microscópica y a su vez algunos cambios, en general después de pasar por las diferentes

pruebas las fibras no cambiaron su estructura, se puede apreciar que no tienen fisuras ni grietas, en algunas se observa un ligero cambio de tonalidad, manchas oscuras y bur-

bujas de aire, no obstante mantienen su estructura inicial sin haber sido afectadas de manera permanente lo cual indica su alta resistencia a soluciones de ácidos.

## PRUEBA MICROSCOPICA

PRUEBA MICROSCÓPICA.						
Ficha de evaluación N°4		Nombre del responsable: Tamara Briones Orellana.			Fecha: 08/Abril/ 2016	
		Profesor guía: Cecilia Palacios			Lugar: Laboratorio de Ciencia y Tecnología.	
Fibra.	# de muestra	Lente objetivo.	Forma.	Color.	Apariencia.	Observaciones.
L A N A  D E  C E R Á M I C A  .	1 Lana de cerámica pura.	40x.	Ligeramente curvada, su forma es tubular.	Es de color transparente.	Parecen pequeños cabellos tubulares, poseen unas ligeras curvaturas con pequeñas burbujas.	La lana se ve como pequeños tubos de hilo nylon transparente, tiene una forma ligeramente curvada y pareja, también se pueden observar una pequeñas burbujas de agua.
	2 L. de cerámica con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 15 minutos.	10x.	Cortos hilos tubulares con pequeñas cabezas.	Son transparentes con ligeras pintas blancas.	Delgados y pequeños filamentos transparentes con leves curvaturas y pequeñas burbujas de agua.	Se ven como hilo nylon, pero esta vez han cambiado un poco el color, siguen siendo transparentes pero con un tono más oscuro
	3 L. de cerámica con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 30 minutos.	10x.	Pequeños y cortos filamentos en forma tubular.	Filamentos transparentes y uniformes.	Pequeños filamentos con apariencia de finos cabellos, no han perdido su forma original.	Aún se ven como tubos de hilo nylon pero ligeramente más delgados, algunas fibras tienen como una especie de cabeza, como si la fibra se hubiera deformado generando la misma. Poseen burbujas algunas fibras, como si retuvieran líquido
	4 L. de cerámica con HCl, 15 minutos.	10x.	Ligeramente más delgada que la original.	Mantienen su transparencia y color uniforme.	No parece haber sufrido ningún tipo de cambio en su estructura ni afección por lo ácidos.	La fibra mantiene su forma ligeramente curva, aún se ven delgadas y con algunas burbujas ellas.
	5 L. de cerámica con HCl, 30 minutos.	10x.	Se mantiene igual que la original.	Se mantienen transparentes sin ningún cambio aparente.	Su apariencia sigue siendo similar a la inicial.	Se puede apreciar como la fibra ha perdido un poco de espesor se a vuelvo más nítida sin embargo sigue siendo transparente y casi ya no tiene burbujas.
L A N A  D E  V I D R I O  .	1 Lana de vidrio pura.	10x.	Tubos delgados y pequeños.	Son transparentes con un poco de color amarillento.	Parece hilo nylon visto desde el microscopio.	Se ven como finos tubos de hilo nylon, son transparentes con unas leves pintas de color amarillo. Son uniformes y ligeramente curvas.
	2 L. de vidrio con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 15 minutos.	40x.	Finos tubos uniformes.	Filamentos transparentes con un poco de pintas de color marrón.	Apariencia similar a la original pero de un tono más oscuro que el inicial	Se ven como hilo nylon, pero esta vez han cambiado un poco el color, siguen siendo transparentes pero con un tono más oscuro
	3 L. de vidrio con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 30 minutos.	10x.	Pequeños y cortos filamentos en forma tubular.	Filamentos transparentes y uniformes.	Delgados filamentos con apariencia de hilo nylon.	Parecen finos hilos de nylon, ligeramente curvados, su estructura se ve intacta, es decir no posee ningún tipo de fisura o deformidad.
	4 L. de vidrio con HCl, 15 minutos.	10x.	Ligeramente más delgada que la original.	Mantienen su transparencia y color uniforme.	No parece haber sufrido ningún tipo de cambio en su estructura ni afección por lo ácidos.	Aún se puede observar un poco de color amarillo, es transparente con un poco de color amarillento, parecen pequeñas cuerdas de guitarra.
	5 L. de vidrio con HCl, 30 minutos.	10x.	Se mantiene igual que la original.	Se mantienen transparentes sin ningún cambio aparente.	Su apariencia sigue siendo similar a la inicial.	La lana se mantiene firme pero ha perdido más el color amarillo siendo poco notorio el mismo, por otro lado presenta unas ligeras burbujas muy pequeñas en su interior.
F I B R A  D E  C A R B O N O  .	1 Fibra de carbono pura.	10x.	Tubos delgados y pequeños.	Son de color gris.	Parece cuerdas de guitarra uniformes.	Se ven como finos cabellos en forma tubular, se ven transparentes pero en tonalidades grises, son rectos y uniformes.
	2 F. de carbono con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 15 minutos.	40x.	Finos tubos uniformes.	Su color se mantiene en gris.	No ha cambiado su forma original.	Parecen delgadas cuerdas de guitarra, se puede ver que su color es gris con ligeros puntos de color negro, también se ven un poco transparentes.
	3 F. de carbono con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 30 minutos.	10x.	Mantienen su forma intacta.	Su color es gris oscuro, casi negro.	Finos cabellos con hilo nylon.	Aún sigue manteniendo su forma y grosor, sin embargo se puede ver como se esta volviendo más oscura la fibra y ya no se ve tan transparente como antes.
	4 F. de carbono con HCl, 15 minutos.	10x.	Ligeramente más delgada que la original.	Mantienen su tono gris un poco transparente.	No ha sufrido ningún cambio estructural.	La fibra se ve un poco más delgada que la original, también se puede apreciar que esta ligeramente más transparente y una forma recta.
	5 F. de carbono con HCl, 30 minutos.	10x.	Mantiene su forma original.	Se mantienen transparentes sin ningún cambio aparente.	Su apariencia sigue siendo similar a la inicial.	Se puede ver que la fibra quedo siendo transparente, parecen finos tubos, se mantienen erguidos y uniformes.

## 3.2

## Características de las fibras ignífugas:

Tres tipos de fibras resistentes al calor se escogieron en base a sus propiedades y fueron sometidas a las pruebas anteriormente mencionadas y según sus resultados se pudieron anotar sus mejores cualidades.

### **Lana de cerámica:**

- Alta conductividad adtérmica.
- Aislante térmico.
- Absorbe líquidos hasta cinco veces su peso hasta saturarse.
- Se funde a más de 900°.
- Conserva su forma después de ser expuesta a los diferentes agentes.

### **Lana de vidrio:**

- Aislante térmico.
- Bajo en peso.
- Baja densidad.
- Se funde a más de 750°.
- Absorbe hasta 6 veces su peso

### **Fibra de carbono:**

- Alta conductividad térmica.
- No absorbe muchos líquidos.
- Se funde a más de 1000°.
- Baja densidad.
- Bajo peso.

Se puede decir que todas las fibras mencionadas anteriormente fueron escogidas sobre todo por su resistencia al calor, una vez que se obtienen las características de cada fibra se procede a aplicarlas en otros campos profesionales con el objetivo de brindar seguridad.

## 3.3

## Conclusiones

Al finalizar las pruebas y las evaluaciones, se ha podido sacar resultados preliminares de cada fibra, a más de su resistencia a los diferentes factores sometidos las mismas, pueden ser aplicadas en otros campos profesionales cumpliendo la funcionalidad de proporcionar seguridad a una mayor gama de profesionales.

***En las imágenes se aprecia de mejor manera si hubo algún tipo de cambio en su estructura; a más de su apariencia se considerarán factores importantes como: peso, tiempo y vista microscópica.***

## 4

## Mercado

4 Análisis  
del mercado

Se procedió a visitar algunos lugares de la ciudad como Kiwi y Mega Hierro, donde se ofertan accesorios textiles que poseen cualidades ignífugas y son utilizados en diferentes áreas de trabajo para las personas que se encuentran expuestas a altas temperaturas.

La observación se realizó con el objetivo de conocer que se está ofertando en el medio, cuáles son los productos de seguridad que se venden para proteger en este caso las manos de las personas.

Se pudo encontrar este tipo de accesorios textiles, en el centro comercial Miraflores de la ciudad de Cuenca; en Kiwi se pudo observar la sección de seguridad y dentro de esta se encontraba una sección de guantes para diferentes ti-

pos de trabajo, existe una gran variedad de guantes, sin embargo la mayoría de etiquetas de los guantes se limita a colocar en sus productos el uso para el cual fue creado de manera general sin ningún tipo de especificación que ayude al comprador a saber cuáles son sus cualidades y usos determinados.

También se pudo observar que en la mayoría de los guantes que se venden para proteger las manos del calor son elaborados a base de cuero carnaza o nobuk y algunos otros poseen poliéster, por otro lado el interior de la mayoría de guantes no llevan forro alguno; algunos poseen piezas extra que están cocidas en la parte exterior de la palma como si fueran remaches, otros no poseen cortes a

más de los de los contornos y otros separan el pulgar como una pieza independiente del guante.

No obstante, existe otro tipo de guantes que son usados para la cocina, la mayoría de estos son elaborados en base a materiales de alta combustión como: rayón, acetato, poliéster, etc., que no soportan altas temperaturas, retienen líquidos y en su defecto son inflamables.

Lo que se pretende es saber lo que el mercado oferta y en base a eso poder sugerir nuevas fibras con mejores cualidades que puedan ayudar a maximizar las funciones y sobre todo cumplan normas de seguridad que eviten que el comprador o en este caso el usuario esté en peligro de sufrir algún tipo de quemadura.



Ilustración 26: Fotografía de Tamara Briones Orellana.. Cuenca 2016.  
Guantes resistentes al calor. Centro comercial miraflores. Kiwi.



# 5

## Usos alternativos

### 4 Usos alternativos de las fibras

Varias de las fibras estudiadas poseen propiedades altamente ignifugas, por lo cual se escogieron tres fibras que fueron sometidas a diferentes pruebas de calidad para poder saber cuáles son sus características y qué tan viables son para poder ser utilizadas en otras áreas.

Luego de obtener los resultados de la lana de cerámica,

lana de vidrio y fibra de carbono se procedió a evaluar algunos textiles con los que se podrían analizar las diferentes fibras para proponer prototipos que sirvan para garantizar la seguridad de los usuarios y sobre todo que puedan estar al alcance de más personas en las diferentes áreas como: cocina, herrería, laboratorios, soldadura, etc.

## 5.1.1

## Oficios

### Cocina:

Aquellas personas que trabajan en el campo culinario, es un nicho de mercado que necesita accesorios de seguridad que puedan garantizar su salud y eficacia sin estar mayormente propensos a sufrir quemaduras por falta de equipo adecuado.

Se puede mejorar las cualidades de los guantes usados en repostería con el objetivo de que cumplan su función de impedir el paso de calor para poder evitar quemaduras de cualquier grado.

La propuesta consiste en retomar la forma convencional del guante ofertado en el medio que consiste en: tela poliéster sublimada, relleno

de plumón y sesgo en el filo. El cambio a realizarse es

retirar el relleno de plumón y colocar una capa de fibra de carbono en la

palma de la mano puesto que este posee cualidades altamente ignífugas, no retiene líquidos, es flexible, su peso es minúsculo e impalpable.

Se decidió trabajar con la fibra de carbono por sus propiedades antes mencionadas puesto que, cuando el usuario necesita tomar utensilios calientes del horno o la estufa debe poseer libre movimiento de sus manos de tal manera que el guante debe ser delgado y permitir realizar ejercicios de fricción sin ningún tipo de problema.

Por otro lado también se pensó en aquellas personas



**Ilustración 27: Manopla y agarrador.** Fuente: <http://www.Diezdiez.Es/menaje-de-cocina/manopla-y-agarrador>

que buscan mantener sus alimentos o bebidas calientes, la solución propuesta consiste en: usar textiles como microcuero, tapiz, denim, lona y con ayuda de las fibras estudiadas poder mantener calientes o fríos los diferentes alimentos y bebidas.

### Soldadura:

todas aquellas personas que trabajan en esta área se encuentran sometidos de manera constante a salpicaduras de acero o metal y también chispas que pueden llegar a provocar quemaduras e incluso cortes, tanto en

las manos como en el rostro.

Lo que se propone para esta profesión es una línea de seguridad con guantes que posean fibra de carbono para maximizar su flexibilidad y por ser excelente conductor térmico,



**Ilustración 28: Guantes de napa y delantal.** Fuente: <http://www.Bt-ingenieros.Com/8-soldadura>.

### Herreros:

la gente que trabaja con hierro, se ve expuesta a metal caliente y salpicaduras del mismo, no obstante también inhalan partículas de hierro en cada uno de sus trabajos, se debe considerar que en este oficio sus manos son el principal protagonista por lo cual se ha visto indispensable proteger las mismas de los diferentes factores que puedan dañarlas.

La propuesta consiste en una línea de accesorios textiles de seguridad que puedan garantizar el trabajo seguro de las personas involucradas en esta rama; la fibra de carbono junto con el cuero pueden ayudar a generar guantes que

le permitan al usuario realizar cualquier movimiento de manera libre y segura, el mismo llevaría un revestimiento de fibra de carbono por si algún momento llegase a romperse o rasgarse el guante esto impediría que el calor y las partículas entren en la piel, con el mismo objetivo y funcionalidad se puede aplicar lana de cerámica en los delantales para disminuir el calor que emana el hierro e impedir que las salpicaduras de hierro alcancen la ropa o piel, también se puede colocar fibra de carbono en mangas y cubrir rostros para que estén protegidos de cualquier tipo de exposición al hierro.



**Ilustración 29: Guantes para soldadura.** Fuente: <http://www.Marcapl.Com/marca/esp/index.Php? Seccion=productos&productos=listado&seccion1=guantes%20de%20trabajo&seccion2=soldador422657.Html>



**Ilustración 30:** Guantes para químicos. Fuente: <http://www.Directindustry.Es/prod/ansell-occupational-healthcare/product-37233->

### Químicos:

Los laboratoristas se encuentran manejando todo el tiempo químicos dañinos para la salud como para la piel, muchas veces se ven obligados a utilizar guantes de cocina por la falta de productos en el medio. Lo que se propone es una línea de guantes que permitan manejar con mayor precisión los diferentes instrumentos y químicos, los guantes

deben llevar fibra de carbono por si algún químico se derrama, esto ayudaría a proteger al usuario, también tendría un revestimiento de lana de cerámica en las yemas de los dedos para permitir sujetar vasos calientes o mezclas que merezcan un tratamiento especial, de esta manera se protegen las manos del laboratorista.

### Traje de bomberos:

Traje de bomberos: al observar las propiedades de resistencia a los diferentes tipos de abrasiones se pudo aplicar las diferentes fibras en la indumentaria de bomberos con el objetivo de mejorar ciertas zonas que se encuentran mayormente expuestas en un incendio o explosión.



Cuello con revestimiento de fibra de carbono para que absorba el sudor y también evite quemaduras en el rostro.

Puños y antebrazos de lana de cerámica para evitar que la salpicadura de químicos pase a la piel.

Rodilleras y coderas con lana de cerámica para proteger las articulaciones cuando estén de rodillas o arrastrándose.

**Ilustración 31:** Indumentaria de bombero. Fuente: <http://www.skoldsafety.com/productos.php?idCategoria=2>



## 5.2

## Conclusiones

El objetivo principal de realizar un estudio en las fibras a ser utilizadas es, poder garantizar la efectividad de los accesorios textiles en el ámbito de seguridad industrial, si bien pueden ser utilizadas en indumentaria para bomberos también pueden ser empleadas en otros campos profesionales que lo requieran; es por esto que los oficios antes mencionados fueron escogidos considerando que se mantienen en contacto con calor, fuego, químicos y residuos que pueden ser letales e incluso afectar a la salud de los usuarios.

*Si las propuestas pueden ser aplicadas en oficios comunes de la ciudad se podría considerar realizar líneas de accesorios para los diferentes trabajos e incluso ampliar y ver en que otro tipo de aplicaciones se les puede dar a las mismas.*

# Conclusiones

El objetivo principal del proyecto de grado era dar a conocer algunas fibras alternativas con propiedades térmicas e ignífugas que pudieran ser utilizadas para mejorar la resistencia de la indumentaria de los bomberos, sin embargo, cuando se fue desarrollando la investigación se pudo observar que existían otras personas en diferentes oficios que necesitaban indumentaria y accesorios de seguridad puesto que, estaban expuestos en sus trabajos a fuego y calor.

La experimentación empezó desde la perspectiva de que los resultados serían aplicados en la indumentaria de bomberos para poder ayudar a generar mejoras en los trajes, el mismo que permitiría aplicar sus cualidades para poder ayudar a más gente, los resultados no solo serían utilizados y aplicados en indumentaria para bomberos sino también en accesorios textiles de seguridad contra quemaduras, por lo tanto el aporte de mi investigación y experimentación va más allá de un grupo determinado de gente, lo que se busca es generar accesorios e indumentaria accesible al alcance de más personas y que se pueda producir en el

país para disminuir costos, no obstante de esta manera se podría fomentar una cultura más consiente sobre la seguridad industrial.

Por una parte, se consideró que al elaborar los accesorios en el país con los materiales que ofertan el mercado, existiría la posibilidad de aminorar su precio y de esta manera incentivar a comprar mayor cantidad de productos para seguridad sin necesidad de que lo vean como un gasto innecesario sino más bien como un ahorro a largo plazo.

Durante la realización del proyecto se buscó las fibras en diferentes lugares puesto que la lana de cerámica, vidrio y fibra de carbono vienen en distintas presentaciones y se debía encontrar la más adecuada. El proceso se complicó ya que, no se podían adquirir las fibras con gran facilidad, el problema radicaba en que la oferta de los proveedores iba dirigida a otras áreas lo cual hacía difícil su aplicación en el ámbito textil.

Las mencionadas fibras se podrían aplicar en indumentaria para bomberos y poder extender su tiempo de vida útil puesto que en las entrevistas realizadas se mencionó que los trajes son cambiados

cada año por el deterioro y a veces sufren cortes o quemaduras que dejan obsoleto el traje, sin embargo cuando se fue descubriendo que se puede utilizar en otras áreas consideré primordial analizar las posibilidades pero, en vista de que no existía gran oferta del material en el mercado y a su vez gente que no se dedica a hacer accesorios de seguridad en la ciudad, se investigó a nivel nacional, entonces se pudo determinar que la gente y los productores eran muy reservados, puesto que no daban información sobre el proceso o estudios realizados, más aún en el caso de guantes; una de las distribuidoras de guantes de seguridad industrial en la ciudad de Cuenca menciona que su guantes son hechos en Ambato ya que la demanda de accesorios y mano de obra era muy escasa en la ciudad, he incluso comentaban que

varios de sus clientes no se ven interesados en proteger a sus operarios sino más bien cumplir con los requerimientos exigidos por la ley.

Sinceramente fue lamentable estrellarse con esta realidad porque cuando empezó el desarrollo de la tesis se vio como un tema fundamental para la industria, creyendo que la gente se vería un poco más interesada en cuidar la salud e integridad de sus operarios, sin embargo pareciera que se compartían objetivos diferentes.

Por otro lado el tiempo para desarrollar la tesis no fue el indicado, las expectativas con las que empezó fueron muy altas, se pretendía llegar más lejos y aportar con estudios y conocimientos a la industria de la seguridad. Como objetivo personal era poder utilizar esta investigación en un futuro como base para la elaboración de equipos para

seguridad industrial y de esta manera contribuir para disminuir los accidentes laborales ocasionados por falta de accesibilidad o productividad de los mismos en el medio, ya que para es un tema muy importante y me gustaría que se tome conciencia.

Para finalizar, deseo acotar que fue una experiencia muy enriquecedora poder investigar otro campo en el área textil y no sentirse limitada a la teoría si no, ser capaz de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, poder fusionar varias materias y saber que todas van de la mano. El Diseño Textil es un campo infinito por conocer, nosotros apenas estamos empezando a descubrirlo y es muy placentero poder decir que estas investigaciones podrán servir en un futuro para estudios más profundos.

## Recomendaciones

Es pertinente mencionar que este proyecto de grado fue apenas la punta del iceberg, a pesar de la exhaustiva investigación de laboratorio sería interesante ampliar la parte de experimentación y poder concretar prototipos y a su vez generar las pruebas de calidad en cada uno de los mismos con tecnología más avanzada e incluso aplicar en oficios reales y analizar cuáles serían las reacciones, poder calcular el tiempo de durabilidad de los accesorios.

Por otro lado, se podría establecer una comparación en base a pruebas estadísticas sobre los prototipos de indumentaria de bomberos y

accesorios que se venden en el medio para seguridad con el objetivo de poder conocer si las características son ciertas o publicidad falsa para generar mayor cantidad de ventas; también se podría realizar una evaluación de los guantes del país.

Se debe tener cuidado con la manipulación de las fibras por sus propiedades antes mencionadas. Si se desea someter a más pruebas de otro tipo o aplicar en otro campo que no sea seguridad sería conveniente averiguar sus posibles afecciones con el fin de poder ampliar su uso en el campo textil.

# A

• **Abrasión:** Ulceración de la piel o de las mucosas por quemadura o traumatismo.

• **Ácido:** Sustancia que en disolución aumenta la concentración de iones

hidrógeno y que se combina con las bases para formar sales.

• **Ácido clorhídrico:** Gas incoloro, compuesto de cloro e hidrógeno, algo más pesado que el aire, muy corrosivo, que se extrae de la sal común, se emplea generalmente disuelto en agua y se encuentra de forma natural en la secreción gástrica. (Fórmula.HCl).

• **Ácido sulfúrico:** Líquido cáustico de consistencia oleosa, compuesto de azufre, hidrógeno y oxígeno, que se utiliza en la fabricación de fertilizante y explosivos, entre otros. (Fórmula. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

• **Agua destilada:** sustancia cuya composición se basa en la unidad de moléculas de H<sub>2</sub>O y ha sido purificada

# B

• **Benemérito:** digno de galardón.

# C

• **Campana de gases:** un tipo de dispositivo de ventilación local que está diseñado para limitar la exposición a sustancias peligrosas o nocivas, humos, vapores o polvos. Cumplen una misión similar a las campanas extractoras existentes en muchas cocinas, para evacuar los humos producidos, pero las campanas de gases son específicas de los laboratorios de investigación, donde se trabaja con gases peligrosos.

• **Caseína:** Proteína de la leche, rica en fósforo, que, junto con otros de sus componentes, forma la cuajada que se emplea para fabricar queso.

• **Combustión:** Acción y efecto de arder o quemar.

• **Conductividad:** Propiedad que tienen los cuerpos de transmitir el calor o la electricidad.

• **Convección:** Propagación de calor u otra magnitud física en un medio fluido por diferencias de densidad.

• **Crisol:** Recipiente hecho de material refractario, que se emplea para fundir alguna materia a temperatura muy elevada.

# F

• **Fibra:** Cada uno de los filamentos que entran en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales.

• **Filamentos:** Cuerpo filiforme, flexible o rígido

• **Fuego:** Fenómeno caracterizado por la emisión de calor y de luz, generalmente con llama.

# Glosario

# H

• **Hornilla:** Hueco hecho en el macizo de los hogares, con una rejuela horizontal en medio de la altura para sostener la lumbre y dejar caer la ceniza, y un respiradero inferior para dar entrada al aire.

# I

• **Ignición:** Hecho de estar un cuerpo encendido, si es combustible, o enrojecido por un fuerte calor, si es incombustible.

• **Ignifugo:** Que no se inflama ni propaga la llama o el fuego.

• **Incandescente:** Dicho generalmente de un metal: Enrojecido o blanqueado por la acción del calor.

• **Inocuo:** Que no hace daño.

# M

• **Mufla:** Hornillo semicilíndrico o en forma de copa, que se coloca dentro de un horno para reconcentrar el calor y conseguir la fusión de diversos cuerpos.

# Glosario

## N

- **Napa:** Piel curtida, de tacto suave, empleada en la confección. Conjunto de las fibras textiles que se agrupan, al salir de una máquina cardadora, para formar un conjunto continuo de espesor constante y de igual anchura que la máquina.

## P

- **Polímero:** Compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas.

- **Propagar:** Hacer que algo se extienda o llegue a sitios distintos de aquel en que se produce.

## T

- **Benemérito:** digno de galardón.

## T

- **Tarar:** Colocar en uno de los platillos de la balanza la tara (peso sin calibrar).

- **Tenaz:** Que opone mucha resistencia a romperse o deformarse.

- **Térmico:** Que conserva la temperatura.

- **Tracción:** Esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la acción de dos fuerzas opuestas que tienden a alargarlo.

- **Transición vítrea:** es la temperatura a la que se da una pseudotransición termodinámica en materiales vítreos, por lo que se encuentra en vidrios, polímeros y otros materiales inorgánicos amorfos.

## V

- **Vaso de precipitación:** recipiente cilíndrico de vidrio borosilicatado fino que se utiliza muy comúnmente en el laboratorio, sobre todo, para preparar o calentar sustancias y traspasar líquidos.

## Anexos

### **Guía base de preguntas para la entrevista:**

Las siguientes preguntas son algunas de las que se realizaron el día de la charla que se llevó a cabo en las instalaciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Cuenca.

*¿Conoce usted de que material están hechos los uniformes de bomberos?*

*¿Cuánto pesa el traje completo?*

*¿Qué tipo de entrenamiento reciben para mantenerse en forma?*

*¿Cuánto cuesta un traje aproximadamente?*

*¿Dónde se consiguen los uniformes?*

*¿Tienen alguna medida estándar?*

*¿Existen varios modelos o es un solo tipo de uniforme?*

*¿En promedio cuantas veces al año los bomberos están en un incendio?*

*¿Qué tiempo pueden estar en un incendio?*

*¿Cuánto peso pueden cargar?*

*¿Cuánto peso el traje mojado?*

*¿Cuál es la mayor molestia del traje?*

*¿Qué tiempo se demoran colocándose el uniforme?*

*¿Es fácil la motricidad con el uniforme?*

*¿Se lava de alguna manera el traje?*

*¿Si se desgarran o quema el traje que pasa?*

*¿Qué resiste el traje?*

# Bibliografía

- Ikeda, K., Pailamilla, L., Allende, P., & Sepúlveda, J. (s.f.). Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Obtenido de [http://www.asimet.cl/pdf/7\\_herramientas.pdf](http://www.asimet.cl/pdf/7_herramientas.pdf)
- Allinger, N., Cava, M., De Jongh, D., Johnson, C., Lebel, N., & Stevens, C. (1994). *Química Orgánica*. España: Reverté.
- Arbonies, Á. L. (2013). *La disciplina de la innovación. Rutinas creativas*. Madrid: Díaz de Santos, S.A.
- Bansevicius, R. (2007). *ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING*. Obtenido de *The Body Cooling System Integrated into the Clothes*: <http://web.b.ebs-cohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=27679324-373f-40dd-b243-e179676346f4%40sessionmgr113&vid=1&hid=116>
- Barker, R. (1986). *Performance of protective clothing*. North Carolina State: Risk control services.
- Behera, B., & Hari, P. (2010). *Woven textile structure. Theory and application*. Reino Unido: Woodhead.
- Beltrán, M., & Marcilla, A. (2012). *Tecnología de polímeros. Procesos y propiedades*. España.: Universidad de Alicante.
- Billmeyer, F. (2004). *Ciencia de los polímeros*. Barcelona: Reverté.
- Billmeyer, F.W. (1975). *Ciencia de los polímeros*. España: REVERTÉ.
- Cotec. (1993). *Innovación tecnológica. Ideas básicas*. Madrid.
- Dräger. (s.f.). *Vestuario profesional para bomberos*.
- EDELE. (1995). *Confección. Grado medio*. Madrid: Edelvives.
- Enkador. (2009). *Recypet Continental*. Obtenido de <http://www.recypet.com.ec/quienes-somos/>
- Fernández, A., & De Pascual, J. (2007). *Estudio comparativo de diferentes diseños de cascos*. Zaragoza.
- García, G. (2014). *Textiles Panamericanos*. Obtenido de *Textiles Panamericanos*: <http://web.a.ebs-cohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=8eca25a3-2f91-459e-9d6b-122999693314%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4207>
- Gryna, F., Juran, J., & Bingham, R. (2005). *Manual de control de calidad*. España: Reverté.
- Harvard Business Review. (2005). *Creatividad e Innovación*. España: Deusto.
- Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual. (22 de Septiembre de 2015). *Propiedad Intelectual del Ecuador*. Obtenido de *Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual*: <http://www.propiedadintelectual.gob.ec/>
- Instituto Nacional de Aprendizaje. (2012). *La moda ecológica y el reciclaje como alternativas de desarrollo de las MYPIMES*. San José, Costa Rica.
- Ishikawa, K. (1997). *¿Qué es el control total de calidad? Modali-*
- *dad Japonesa*. Colombia: Norma.
- Jayaraman, P. K. (2012). *Intelligent textiles and clothing for Ballistic and NBC protection*. Países bajos: Springer.
- Lockuán, F. E. (2012). *La industria textil y su control de calidad. III Hilandería*.
- Lockuán, F. (2013). *La industria textil y su control de calidad. II Fibras*.
- Mayoral, S. A. (2015). *Ingeniería Industrial*. Madrid: UNED.
- Ministerio de Educación. (Julio de 2013). *Ecuador ama la vida*. Obtenido de <http://educacion.gob.ec/acoso-escolar/>
- Nieto Galán, A. (1996). *Industria textil e historia de la tecnología*. *Revista de Historia Industrial*.
- Ordóñez, R. (2010). *Cambio, creatividad e innovación*. Buenos Aires: Granica.
- Real Academia Española. (s.f.). *DEL*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=0ZszPxA>
- Rodríguez, E., Lacaze, V., Lupín, B., & González, J. (2011). *La producción sustentable de fibras textiles*. Mar de Plata.
- Sánchez Ordóñez, M. J., & Sánchez Maza, M. Á. (2012). *Iniciación en materiales, procesos y productos textiles*. IC.
- Sánchez, R. R. (1991). *Producción de oleaginosas y textiles*. México: LIMUSA.

ESCUELA DE DISEÑO  
TEXTIL Y MODA

TAMARA  
BRIONES