



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

### **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

Carrera de Ingeniería Textil

#### **TEMA**

“Análisis comparativo entre un filtro de rayón acetato de cigarrillo y un filtro de lana de oveja para disminuir sustancias nocivas de plomo.”.

#### **AUTOR:**

Pilatáxi Ortega Luis Enrique

#### **DIRECTOR:**

Msc. Willam Ricardo Esparza Encalada

**IBARRA – ECUADOR**

2020



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

**Identificación de la obra**

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1722694633		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Pilataxi Ortega Luis Enrique		
DIRECCIÓN:	Quito, Carcelén, Barrio corazón de Jesús		
EMAIL:	<a href="mailto:lepilataxio@utn.edu.ec">lepilataxio@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	3440896	TELÉFONO MÓVIL:	0984898359

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Análisis comparativo entre un filtro de rayón acetato de cigarrillo y un filtro de lana de oveja para disminuir sustancias nocivas de plomo.”
AUTOR (ES):	Pilataxi Ortega Luis Enrique
FECHA:	23/10/20
PROGRAMA:	Pregrado <input checked="" type="checkbox"/> Posgrado <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil
DIRECTOR:	Msc. Willam Ricardo Esparza Encalada



## CONSTANCIA

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

En la ciudad de Ibarra, 23 de octubre de 2020.

EL AUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis Enrique Pilataxi Ortega', is written over a horizontal line.

Luis Enrique Pilataxi Ortega

C.I. 1722694633



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIA**  
**APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN DEL ASESOR**

En calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el egresado **Luis Enrique Pilataxi Ortega**, para optar el título de INGENIERIA TEXTIL, cuyo tema es **“Análisis comparativo entre un filtro de rayón acetato de cigarrillo y un filtro de lana de oveja para disminuir sustancias nocivas de plomo”**, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 22 de Octubre del 2020

MSc. Willam Esparza

Director del trabajo de Grado

Para mi madre Inés Ortega  
por su inmenso amor, sus fuerzas inagotables  
y su don de transmitirme confianza  
en esos momentos difíciles  
y para mi padre J Enrique Pilataxi  
dotado de creatividad, destreza y paciencia  
para ayudarme con los trabajos manuales  
desde que tengo memoria,  
con amor y admiración.

Por las anécdotas  
por el recorrido

Conocí y compartí anécdotas con personas a quienes echaré de menos,  
mi aprecio, amistad y gratitud para vosotros en las siguientes líneas.

a las personas que hicieron sitio a mis cosas en sus hogares  
tal vez no lleguen a leer este trabajo y si lo hacen  
quiero que sepan que estoy agradecido con ustedes  
a mis amigos y compañeros que hice en las aulas  
con ustedes salía de lo monótono y me divertía.

a mis maestros y a todas las personas que conforman la  
carrera de ingeniería textil en especial al Msc. Willam Esparza  
por aceptarme bajo su dirección, por su tiempo, paciencia  
y ayuda para plasmar mis ideas, al Msc. Fernando Fierro  
quien me guio como docente y tutor de prácticas  
por último, quiero agradecer a mis hermanos

por estar ahí cuando más necesite, por soportarme en muchas ocasiones,  
al final lo único y más importante que tenemos es la familia.

gracias por cada momento  
y por su apoyo incondicional

Gracias

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Identificación de la obra .....	I
CONSTANCIA .....	II
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.....	III
Dedicatoria .....	IV
Agradecimientos .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	IX
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
CAPÍTULO I .....	13
1. Introducción.....	13
1.1. Descripción del Tema .....	14
1.2. Antecedentes.....	14
1.3. Importancia del estudio.....	15
1.4. Objetivos .....	16
1.4.1. Objetivo general. ....	16
1.4.2. Objetivos específicos .....	17
1.5. Características del sitio del proyecto. ....	17
CAPÍTULO II.....	18
2. Estado del Arte .....	18
2.1. Estudios Previos .....	18
2.1.1. La fibra de lana origen.....	19
2.1.2. Usos de la lana en diferentes campos.....	20
2.1.3. Cigarrillo datos y estadísticas.....	23
2.1.4. Valores límites de exposición.....	26
2.2. Marco Conceptual.....	28
2.2.1. El cigarrillo.....	28
2.2.2. Fibra de lana .....	29
2.2.3. Características de la fibra de lana .....	32

2.2.4.	Acetato de celulosa .....	34
2.2.5.	Características del acetato de celulosa.....	36
2.2.6.	Plomo .....	37
2.3.	Marco Legal.....	38
2.3.1.	Líneas de Investigación .....	38
CAPÍTULO III	.....	39
3.	Metodología.....	39
3.1.	Métodos de investigación.....	40
3.2.	Métodos y técnicas .....	41
3.2.1.	Espectroscopia Atómica.....	41
3.3.	Flujograma General .....	41
3.3.1.	Descripción de las actividades .....	42
3.4.	Flujograma muestral .....	43
CAPÍTULO IV	.....	45
4.	Resultados y Discusión de Resultados .....	45
4.1.	Resultados.....	45
4.1.1.	Filtro de lana .....	45
4.1.2.	Filtro de acetato .....	46
4.2.	Discusión de resultados .....	48
4.2.1.	Análisis de la varianza.....	48
4.2.2.	Normalidad de los datos.....	49
4.2.3.	Análisis de los resultados .....	50
CAPITULO V	.....	57
5.	Conclusiones y Recomendaciones.....	57
5.1.	Conclusiones.....	57
5.2.	Recomendaciones.....	58
6.	Bibliografía .....	59
7.	Anexos .....	64



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características técnicas del fieltro industrial duro 1 <sup>a</sup> .....	22
<b>Tabla 2.</b> Características del fieltro semicardado .....	23
<b>Tabla 3.</b> Valores permisibles de exposición al plomo .....	27
<b>Tabla 4.</b> Clasificación botánica de la planta de tabaco .....	28
<b>Tabla 5.</b> Composición de la lana .....	30
<b>Tabla 6.</b> Microscopia .....	34
<b>Tabla 7.</b> Ensayos de disolución. ....	34
<b>Tabla 8.</b> Propiedades de los acetatos de celulosa .....	36
<b>Tabla 9.</b> Peso y densidad de los filtros de lana .....	46
<b>Tabla 10.</b> Peso y densidad de los filtros de acetato .....	47
<b>Tabla 11.</b> Presencia y cantidad de plomo en los filtros de acetato de celulosa y lana.....	45
<b>Tabla 12.</b> Análisis de la varianza.....	49
<b>Tabla 13.</b> Test de Normalidad .....	50

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Ladrillos de lana.....	20
<b>Ilustración 2.</b> Aislamiento de viviendas con lana .....	21
<b>Ilustración 3.</b> Sustancias nocivas en el cigarrillo .....	24
<b>Ilustración 4.</b> Cifras de consumidores de cigarrillo y sus presencias.....	25
<b>Ilustración 5.</b> Estructura química de la lana.....	29
<b>Ilustración 6.</b> Estructura de la lana.....	30
<b>Ilustración 7.</b> Sustancias presentes en la fibra de lana .....	31
<b>Ilustración 8.</b> Fenómenos de Superficie.....	33
<b>Ilustración 9.</b> Escamas a lo largo de la fibra de lana.....	34
<b>Ilustración 10.</b> Estructura química del rayón acetato.....	36
<b>Ilustración 11.</b> Corte longitudinal de la fibra de acetato.....	37
<b>Ilustración 12.</b> Flujoograma general .....	41

<b>Ilustración 13.</b> Flujograma muestral .....	43
<b>Ilustración 14,</b> Gráfico de dispersión lineal de los niveles de plomo .....	51
<b>Ilustración 15.</b> Gráfica de barras nivel de plomo .....	52
<b>Ilustración 16.</b> Gráfico del 95% de confiabilidad .....	53
<b>Ilustración 17.</b> Gráfico de percentiles .....	54
<b>Ilustración 18.</b> Plot matrix.....	55
<b>Ilustración 19.</b> Surface plot 3D .....	56
<b>Ilustración 20.</b> Porcentajes de plomo retenido en acetato y lana .....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> No tejido de lana.....	64
<b>Anexo 2.</b> Saca bocado N° 7mm.....	64
<b>Anexo 3.</b> Altura del filtro de Ac.....	64
<b>Anexo 4.</b> Diámetro del filtro de Ac.....	64
<b>Anexo 5.</b> Altura del filtro de Wo.....	64
<b>Anexo 6.</b> Diámetro filtro de Wo.....	64
<b>Anexo 7.</b> Filtros de acetato de celulosa.....	65
<b>Anexo 8.</b> Filtros de lana .....	65
<b>Anexo 9.</b> Cigarrillos con filtro de acetato .....	65
<b>Anexo 10.</b> Cigarrillos con filtro de lana.....	65
<b>Anexo 11.</b> Planchas de digestión.....	65
<b>Anexo 12.</b> Balanza .....	65
<b>Anexo 13.</b> Vasos de digestión .....	66
<b>Anexo 14.</b> Cabina de extracción de gases .....	66
<b>Anexo 15.</b> Serpentín.....	66
<b>Anexo 16.</b> Refrigerantes.....	66
<b>Anexo 17.</b> Espectro de absorción atómica .....	66
<b>Anexo 18.</b> Campana de extracción.....	66

## RESUMEN

El plomo es una sustancia que se encuentra naturalmente en la corteza terrestre, varios productos contienen este metal pesado plomo (Pb), como pinturas, accesorios de plomería, gasolina y otros. La polución del cigarrillo desprende varias sustancias nocivas para la salud, uno de ellos es el Plomo, por consiguiente, se realizó la investigación para comprobar si al reemplazar el filtro de rayón acetato, utilizado generalmente en los cigarrillos por el filtro de lana, para comprobar en que cantidades y porcentajes retiene el plomo, empleando un filtro de características similares en diámetro, longitud y densidad. Los resultados obtenidos fueron tabulados en el programa PAST, determinando que se encuentran con 95% de confiabilidad, indicando que nuestros datos obtenidos son normales. Obteniendo en acetato 1,22 Pb mg/L y en lana 2,88 Pb mg/L indicando los valores máximos retenidos. Luego de obtener los resultados y analizar, se indicó que el límite máximo de retención de este metal pesado en el filtro de acetato es 36% y en el filtro de lana 64%, comprobando que el filtro de lana puede retener el plomo (Pb) en un 52% más que el filtro elaborado con rayón acetato,

**Palabras claves:** acetato de celulosa, lana, plomo.

## ABSTRACT

Lead is a substance found in the earth's crust. Many products contain lead (Pb) such as paints, plumbing fixtures, gasoline, and others. Cigarette pollution releases several substances that are harmful to health, one of them is lead. Therefore, this research was carried out to verify whether by replacing the rayon acetate filter commonly used in cigarettes with the wool filter, authenticating the quantities, amounts, and percentages the lead retains, using a filter with similar characteristics in diameter, length, and density. The results were tabulated in the PAST program, determining that they have 95% reliability, indicating that data are normal. Getting 1.22 Pb mg/L in acetate and 2.88 Pb mg/L in wool with the highest values retained. After gathering the results and analyzing them, it was concluded that the highest retention limit of this heavy metal in the acetate filter is 36% and in the wool filter 64%, confirming that the wool filter can retain 52% more lead (Pb) than the rayon acetate filter.

**Keywords:** cellulose acetate, wool, lead.

## CAPÍTULO I

### 1. Introducción

El consumo de cigarrillo ha incrementado desde su creación, trasladando consigo resultados perjudiciales a la salud, también se ha indicado que el humo emanado por dicho producto, afecta considerablemente a los individuos que se encuentran cerca de este, se sabe que el humo ajeno, tiene un grado de afección similar al humo principal, inhalado por las personas que fuman, además de la polución, los desechos del cigarrillo se han convertido en un gran problema, afectando al resto de las personas y ambiente.

La combustión de los componentes que contiene el cigarrillo, desprende varias sustancias, algunas son altamente tóxicas y otras resultan inofensivas para la salud, sin embargo las sustancias que se conoce actualmente, tienen el potencial para causar graves enfermedades como el cáncer, para ser exactos, productos como el cigarrillo, puros y pipas de agua, contiene sustancias químicas producidas por la incineración del cigarrillo, estas se mezclan fácilmente con el aire y otras quedan adheridas al filtro.

Debido a esto se ha realizado un estudio experimental, el cual se enfocó en determinar los niveles de retención de plomo (Pb) en el filtro que trae el cigarrillo, además se elaboró un análisis comparativo, donde se usó un filtro de lana enfieltrada y batanada para la comparación, gracias a las características y propiedades que tiene la fibra de lana, se ha deducido que por la forma de su sección transversal con forma de escamas y su alto poder de absorción ayudaron a retener en gran cantidad las partículas de plomo.

## **1.1. Descripción del Tema**

Se ha empleado tres muestras de rayón acetato extraídos de cigarrillos, para demostrar experimentalmente la presencia de plomo, además se analizó y comparó con tres muestras de filtros de lana 100%, estos fueron expuestos a las mismas condiciones para su contaminación, posteriormente se trató las muestras de cada material con ácido nítrico para su digestión, después de obtener la solución, se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica, donde se estudió cada una de las muestras y se reveló el nivel de presencia de este metal pesado.

Los datos que se obtuvieron del procedimiento experimental fueron analizados estadísticamente en el programa PAST, el cual nos ayudó a determinar la coherencia y veracidad de los datos, mediante el estudio de la varianza y normalidad, indicando que pueden ser analizados de forma estadística, procediendo a determinar el impacto causado al usar diferente material en los filtros.

## **1.2. Antecedentes.**

Pública (2019), indica que, el cigarrillo contiene alrededor de 4000 sustancias químicas, alrededor de 250 son catalogadas como nocivas para la salud y cerca de 50 se las considera cancerígenas, también menciona que la polución de este producto, se asemeja a la producida por el sector automovilístico, también se destaca el impacto ambiental generado por las colillas de cigarrillo, debido a que toman tiempo para degradarse en el medio, además contienen altos niveles de sustancias químicas que afectan a todos los seres vivos, resaltando un caso donde fue encontrada una colilla en el interior de un pescado.

El consumo de cigarrillo es un atentado para la salud, afectando de forma directa e indirecta a personas que fuman y a quienes no lo hacen, el tabaco contiene varios productos tóxicos que son volátiles y se propagan con facilidad en el aire, según Von Eyben & Zeeman (2006), el cigarrillo alberga varias sustancias en distintas fases, así en la fase de gases, se puede encontrar sustancias tóxicas como amoníaco, monóxido de carbono, dióxido de carbono entre otros, mientras que en la fase de partículas, podemos encontrar nicotina, anilina, benceno. Plomo, cadmio, níquel entre otros lo que conlleva al origen de graves enfermedades.

El cigarrillo lleva consigo un filtro con la misión de disminuir el ingreso de partículas nocivas hacia el interior del cuerpo, además ayuda a disminuir la temperatura del humo engullido en cada bocanada, el filtro de acetato que suele traer por defecto el cigarrillo no es suficiente, por esta razón se busca nuevas alternativas que puedan ser capaces de aumentar la retención y ayuden a reducir el impacto ambiental, Chica Toro , Londoño Benítez, & Álvarez Herrera (2009), indican que, la zeolita es empleada para contener sustancias de fosfatos, amoníaco y también materiales orgánicos, agentes nocivos que están inmersos en el humo de cigarrillo.

### **1.3. Importancia del estudio.**

El cigarrillo es uno de los principales productos nocivos manufacturado por el hombre, este es capaz de causar varios síntomas y anomalías en el cuerpo de las personas, principalmente en órganos internos como los pulmones. Ciudad Cabañas & Perezagua Clamagirand (2005), aseveran que, el plomo es una sustancia toxica contenida en el cigarrillo, al consumir este producto, parte de esta sustancia permanece en el interior del cuerpo mientras que el resto es enviado al exterior, propagando este metal pesado a la atmósfera con facilidad, ya que el tamaño partículas de Pb tienen un diámetro aproximado de 2  $\mu\text{m}$ .

La emanación de sustancias tóxicas producidas por el consumo de cigarrillo debe estar dentro de unos límites, según Von Eyben & Zeeman (2006), la cantidad plomo encontrada en el humo de cigarrillo es de 0,04 a 0,1 ICP en el humo principal y en el humo secundario es de 1,0 a 4,0 ICP. La proporción encontrada en el humo secundario es más alta que en el humo principal, indicando que puede dañar severamente a personas expuestas indirectamente a la polución del cigarrillo.

Para Camejo Lluch (2015), los principales riesgos de la salud que están relacionados con el tabaquismo, son enfermedades vasculares, pulmonares, gastro intestinales, trastornos en la reproducción y enfermedades bucales, siendo el cáncer una de las más comunes, que ataca principalmente a los pulmones, mientras que las mujeres corren el riesgo de que el cáncer se desarrolle en el cuello uterino y vulva.

Buscar mejoras para los filtros de cigarrillo podrían solucionar el problema ambiental generado por el humo y las colillas de acetato, una de las opciones es usar fibras naturales como la lana, que por sus características puede degradarse fácilmente en condiciones ambientales, los resultados de este estudio podrían ser útiles para la mejora continua en el sector textil, contribuyendo además con el ambiente y por ende con la calidad de vida de todos los seres vivos.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general.**

- Analizar y comparar un filtro de rayón acetato de cigarrillo y un filtro de lana de oveja para reducir sustancias nocivas de plomo.



#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Investigar sobre el plomo y los métodos que pueden ser empleados para medir los niveles de emanación de esta sustancia.
- Medir el rendimiento de los filtros de lana y de rayón acetato mediante una investigación experimental para conocer la cantidad de plomo que puede retener cada uno.
- Evaluar los resultados obtenidos de las pruebas para determinar que filtro es más apto.

#### **1.5. Características del sitio del proyecto.**

El estudio experimental se realizó en la ciudad de Quito, en el laboratorio LABIOTEC, que cuenta con los equipos y materiales adecuados para el desarrollo de este estudio, se empleó principalmente el equipo denominado espectro de absorción atómica, este aparato nos ayudó a determinar la presencia de plomo en los filtros de lana y acetato, también contribuyó en la lectura de los niveles contenidos de este metal pesado en los filtros.

La empresa ESPATEX ubicada en la ciudad de Ibarra, dedicada a la fabricación de no tejidos de lana 100%, proporcionó el material textil para la elaboración del filtro, el cual será empleado en la fase experimental de este proyecto juntamente con el filtro de rayón acetato.

## CAPÍTULO II

### 2. Estado del Arte

#### 2.1. Estudios Previos

El plomo es uno de los primeros materiales utilizados por las civilizaciones humanas, Ramírez (2005), indica que los egipcios y hebreos ya empleaban este material por el año 4000 AC, en la región conocida en la actualidad como España los fenicios emplearon ese metal por el año 2000 AC, los primeros estudios de los síntomas causados por el Pb, fueron presentados por Hipócrates de Cos en el año 370 AC, posteriormente, Nicanor asocio al estreñimiento, cólico, palidez, parálisis y perturbaciones de la visión como síntomas que presentan las personas por contaminación de este material, este estudio se desarrolló en el siglo II AC, Paracelso y Plinio también realizaron estudios referente a este elemento, varios siglos después en el año 1713 se presenta un estudio realizado a alfareros, los cuales presentaban temblor y parálisis de manos, estudio realizado por Bernardo Ramazzini.

“El primer autor moderno que describió este envenenamiento fue Tanquerel Desplanches, en un estudio publicado en 1839, basado en 1200 casos de intoxicación por plomo, tan completo, hasta hoy es muy poco lo que se ha agregado a la descripción de síntomas por esta intoxicación” (Ramírez, 2005). La intoxicación por este elemento dejó de ser solo un problema laboral o por exposición directa, sino que también, se volvió un problema social que involucra al resto de personas.

En la actualidad el Pb se encuentra presente en la corteza terrestre de forma natural, la OMS (2019a) señala que las vías de contaminación para las personas, pueden ser la ingestión de polvo o inhalación de estas partículas, el uso de cañerías que contengan este material, lo que

ocasiona que varios alimentos sean contaminados, también indica que el uso de gasolina que contenía en su fórmula Pb, fue descontinuada en el 2002, varios estudios realizados señalaron la propagación de este metal pesado en el aire, producto de la polución emanada por el sector automovilístico. Otros datos que nos indica esta organización es la circulación del plomo por nuestro cuerpo llegando al cerebro, hígado, riñones y huesos, también señala que el plomo reposa en los dientes donde se acumula con el paso del tiempo.

La Organización Mundial de la Salud, basándose en el año 2017, indicó que, alrededor de 1,06 millones de personas murieron en ese año, debido a la exposición a este material, también hace mención que en el año 2016, el 10,3%, el 5,6% y el 6,2% de la carga mundial, están relacionados con la cardiopatía hipertensiva, cardiopatía isquémica y accidentes cerebrovasculares, también indica que el contacto con el plomo genero el 63,2% de los casos idiopáticos, donde se presenta insuficiencia de desarrollo intelectual. (OMS, 2019a)

### **2.1.1. La fibra de lana origen**

Para Pesok Melo (2012) la lana es una fibra natural de origen animal, este tipo de fibras se caracteriza por contener queratina, las propiedades que más sobresalen de esta fibra es su aislamiento térmico, su capacidad hidrofóbica e hidrofílica, cuenta con una buena resistencia a la tenacidad y a la tracción, es por eso que puede ser hilada, las fibras dependerán principalmente de la geografía, raza y edad de la oveja.

La finura de la lana es sumamente importante, de esto depende el tipo de artículo que será elaborado, las fibras gruesas de lana son rígidas y ásperas aportando dureza a la tela, impidiendo que se arruguen con facilidad, por esta razón este tipo de fibras son destinadas generalmente para la fabricación de alfombras, las fibras finas otorgan suavidad y una buena

caída en la tela, debido a esto son destinadas para la elaboración de prendas de vestir. (Lavado, 2013)

### **2.1.2. Usos de la lana en diferentes campos**

El uso de la lana es comúnmente textil, esta materia prima es empleada para la fabricación de prendas, que mantienen la temperatura corporal en climas fríos, se pueden crear guantes, bufandas, suéteres, cobertores, mantas, colchas y alfombras, en algunos casos este material es empleado para el relleno de almohadas, asientos y tapicerías, a la lana también se le pueden dar otros usos que no sean con fines textiles, como aislante en pianos, maquinaria pesada o como absorbente de olores y sonidos. (Máxima Uriarte, 2018)

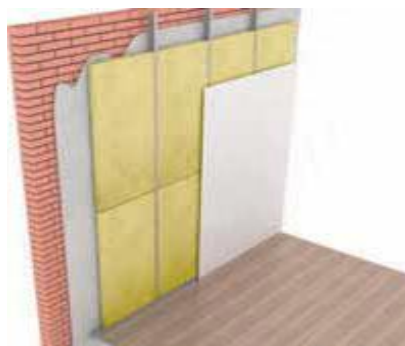
En la actualidad ha encontrado varias utilidades a la fibra de lana, Galán-Marín, Rivera-Gómez, & Petric (2010) afirman que la lana ayuda a la construcción de ladrillos ecológicos indicados en la ilustración 1, este material mejora las características del ladrillo como la flexibilidad, aislamiento térmico propiedad de importancia en países donde cae el invierno, resistencia a la fisura y un 37% más de resistencia a la compresión con respecto a los ladrillos tradicionales, también recalcan que el proceso de elaboración es más fácil, ya que con las fibras de lana se moldea de mejor manera y se evita el proceso de cocción, indicando que este ladrillo tiene un secado superior con tan solo ponerlo a la intemperie.



***Ilustración 1.*** Ladrillos de lana  
***Fuente:*** (Galán Carmen, 2020)

Dénes, Florea, & Manea (2019) al igual que Galán-Marín et al. (2010) concuerdan que la lana es un precursor de la fibra de carbono gracias a sus propiedades físicas y químicas, una de las características de la lana es que es un aislante térmico, también destacan su propiedad hidrofóbica que cubre a esta fibra, dándole la capacidad de repeler el agua, mientras que su propiedad higroscópica atrae el agua al interior de la fibra, la lana puede ser empleada como una variante de algunos materiales térmicos como el poliestireno, otros factores que toman en cuenta para emplear la lana en la construcción, es que reduce el impacto ambiental y es rentable.

La fibra cruda de lana que no es apta para la manufactura textil, actualmente es empleada como excelente aislante térmico en los hogares. Puede colocarse dentro de las paredes o ático para evitar que el calor entre o salga de los establecimientos. Este material también resulta ser resistente al fuego, propiedad de utilidad para prevenir incendios y evitar la propagación de las llamas a otros lugares (Dénes et al., 2019). En la ilustración número 2 se puede observar la forma de aislar las paredes de una vivienda para ahorrar energía, la cual es consumida por aparatos que controlan la temperatura en el interior de los establecimientos.



***Ilustración 2. Aislamiento de viviendas con lana***  
***Fuente: (Ivan, 2015)***

Las propiedades con las que cuenta la lana, la hacen una fibra multifuncional, tal es el caso de Enkhzaya, Shiomori, & Oyuntsetse (2020), quienes trataron a las fibras de lana con Na<sub>2</sub>S, además con la propiedad de adsorción de esta fibra, se hizo posible la retención de Au III y Cu II, donde el ion de cobre se unió con los grupos carboxilos de la fibra, mientras que el oro se unió con el nitrógeno del amino y el azufre del grupo tiol, dando como resultado la separación de estos dos metales.

La construcción de carreteras es un desafío para los ingenieros civiles, debido que al pasar el tiempo, estas suelen presentar grietas después de su construcción, motivo por el que se desarrollan y experimentan varios tipos de mezclas para elaborar el asfalto, tras varias investigaciones se ha desarrollado una mezcla de asfalto empleando fibras naturales de lana y kenaf, las cuales tienen unas longitudes comprendidas entre 4 a 12 mm, estas comprenden 0,1% a 0,3% del peso total de la mezcla de asfalto, dando resultados positivos ante el agrietamiento de las calzadas. (Pirmohammad, Majd Shokorlou, & Amani, 2020). En la tabla 1 y 2 se puede encontrar algunas características de los fieltros elaborados industrialmente.

**Tabla 1.** Características técnicas del fieltro industrial duro 1<sup>a</sup>

<b>Tipo de Feltro</b>	<b>Composición</b>	<b>Ancho</b>	<b>Color</b>	<b>Norma/método</b>
Duro 1 <sup>a</sup> 3 mm	90% Lana 10% Viscosa	1,6 m	Blanco	DIN 61200 ISO 3932 DIN 61206 ISO 3933
Duro 1 <sup>a</sup> 5 mm	90% Lana 10% Viscosa	1,4 m	Blanco	DIN 61200 ISO 3932 DIN 61206 ISO 3933
Duro 1 <sup>a</sup> 8 mm	90% Lana 10% otras fibras	1,4 m	Blanco	DIN 61200 ISO 3932 DIN 61206 ISO 3933
Duro 1 <sup>a</sup> 10 mm	90% Lana 10% Viscosa	1,5 m	Blanco	DIN 61200 ISO 3932 DIN 61206 ISO 3933

**Fuente:**(World)

**Tabla 2.** Características del fieltro semicardado

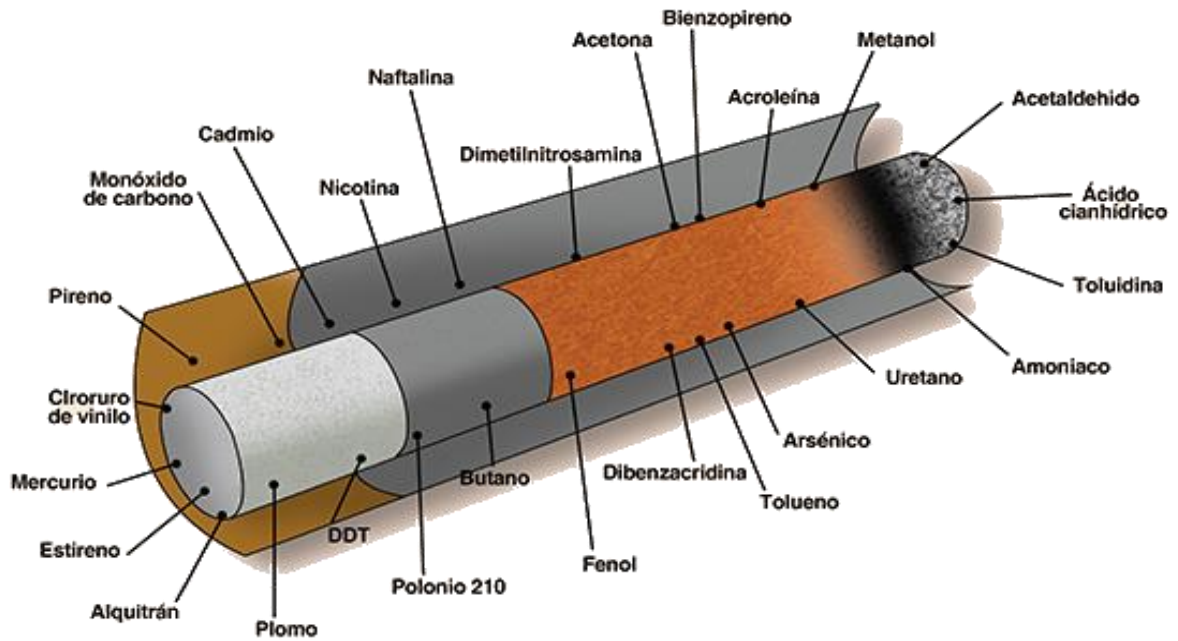
<b>Tipo de Filtro</b>	<b>Composición</b>	<b>Ancho</b>	<b>Color</b>	<b>Norma/Método</b>
Semi cardas 3 mm	70% Lana 30% Viscosa	1,6 m	Blanco	DIN 61200 ISO 3932 DIN 61206 ISO 3933
Semi cardas 5 mm	70% Lana 30% Viscosa	1,6 m	Blanco	DIN 61200 ISO 3932 DIN 61206 ISO 3933
Semi cardas 8 mm	70% Lana 30% Viscosa	1,6 m	Blanco	DIN 61200 ISO 3932 DIN 61206 ISO 3933
Semi cardas 10 mm	70% Lana 30% Viscosa	1,6 m	Blanco	DIN 61200 ISO 3932 DIN 61206 ISO 3933

**Fuente:** (World)

### **2.1.3. Cigarrillo datos y estadísticas**

Para la OMS (2019b) el cigarrillo es considerado, un agente pernicioso que mata a las personas lenta y silenciosamente, a su vez nos presenta unas cifras alarmantes, donde alrededor de 8 millones de personas fallecen por causa del tabaco, más de 7 millones son fumadores activos y cerca de 1,2 millones fallecen por estar expuestos indirectamente al humo del cigarro, un 80% de los fumadores vive en países con ingresos medios y bajos.

Al estar expuesto a la polución del cigarro indirectamente, también se puede adquirir graves enfermedades incluso la muerte, para OMS (2019), el humo de ciertos productos como: cigarrillos, puros y pipas de agua contiene más de 7000 productos químicos, alrededor de 250 son nocivos para nuestra salud y cerca de 69 causan cáncer. En la ilustración 3 se indica algunas de las sustancias perniciosas que contiene el tabaco.



*Ilustración 3. Sustancias nocivas en el cigarrillo*  
*Fuente: Pinterest*

Un estudio realizado por el INEC señala que, en el año 2013 se presentaron 521.220 casos de fumadores, también indicó que la cifra económica gastada por la población del Ecuador al adquirir este producto, fue alrededor de \$1.212.917 dólares a la semana, la mayor cantidad de dinero fue registrada por los hombres con \$1.113.048 y la cifra registrada en el caso de las mujeres rondó los \$99,869 dólares, la ciudad que percibió un gasto elevado a la semana, es Pichincha con \$335.907, Guayas es la segunda provincia que presento gastos elevados, con \$270,551 dólares. En la ilustración 4 que se presenta a continuación, se puede apreciar el porcentaje de hombres y mujeres que consumen cigarrillo, también se indica el porcentaje de preferencia por los cigarrillos con filtro y sin filtro. (INEC, 2013)





**Ilustración 4.** Cifras de consumidores de cigarrillo y sus presencias  
**Fuente:** (INEC, 2013)

Otro impacto negativo que genera el consumo de cigarrillo está reflejado en el sector económico, donde según Bardach et al. (2018), indica que el tabaquismo ocupa la quinta posición en Latinoamérica, señalando que es responsable del incremento del índice pobreza en esta región, de la misma manera señala que este tiene un impacto directo en los costos de la salud, donde se ocupa alrededor de 34 000 millones de dólares, equivalente al 0,7% del PIB en Latinoamérica y al 8,3% del presupuesto total designado al sector de la salud.

Nación (1925) afirma que, la polución visible del cigarrillo representa tan sólo del 5 al 8%, de las reacciones que desprende este producto, el resto está comprendido de gases invisibles que no pueden ser apreciados con facilidad, dentro de estos se encuentra el gas cianhídrico, material altamente tóxico, el cual minimiza el trabajo del sistema respiratorio, además, la presencia del monóxido de carbono representa del 3 al 6% de las sustancias nocivas ingeridas por la inhalación del humo de cigarrillo. Argentina (s.f) asevera que, al consumir un cigarrillo, se produce una sustancia residual denominada alquitrán, este puede contener múltiples sustancias químicas, el alquitrán es viscoso y de tono negro, el cual, al entrar en el

pulmón, se aloja en este órgano taponando bronquios y disminuyendo la capacidad respiratoria con el paso del tiempo.

El filtro que suele traer el cigarrillo, es elaborado de acetato de celulosa, el cual cumple la función de retener la mayor cantidad de sustancias tóxicas, también disminuye el calor generado por la combustión del tabaco, haciendo que se vuelva más fácil la inhalación del humo, las colillas son un residuo que al cumplir con su función son desechadas, estas conforman una gran parte de la cantidad de desechos, generados por la población alrededor del mundo, otra de las problemáticas es el tiempo en que estas tardan en degradarse en condiciones normales, generando la acumulación masiva de estos desechos tóxicos. (Nación, 1925)

#### **2.1.4. Valores límites de exposición**

La OMS (2019a) asevera que el plomo es un agente nocivo que se acumula en el cuerpo de las personas con el pasar del tiempo, esta sustancia afecta a diversas partes de nuestro organismo, en niños de corta edad el efecto es más fuerte, en mujeres en estado de gestación expuestas al plomo, pueden causar trastornos y daños irreversibles al feto, el nivel de exposición de plomo, se puede medir en la sangre y este nivel no tiene un rango en específico, donde se puede asegurar que no se tendrá efectos adversos.

Un estudio realizado en la ciudad de México demuestra que el plomo al estar contenido en productos que se emplean diariamente, como la gasolina, pinturas entre otros. puede ocasionar enfermedades irreversibles en las personas, Caravanos et al. (2014) afirma que los niveles de plomo en la sangre, al estar en contacto con el aire contaminado, producto de la combustión de los automóviles fue de 8,85µg/dl y 22,24 µg/dl en el sector rural y urbano

respectivamente, tras la introducción de la gasolina libre de plomo los índices bajaron a 5,36  $\mu\text{g/dl}$ .

Araujo (1997) indica que, tras haber realizado un estudio a trabajadores que laboraban en bombas de gasolina, se logró encontrar plomo en su cabello, el motivo de este hallazgo correspondió al uso de gasolina con plomo, también a la contaminación generada por los autos, la cual se depositaba por gravedad en el cabello, la cifras de plomo reveladas por este estudio fue de  $34,4 \pm 29,6 \mu\text{g/dl}$  en hombres, en mujeres  $26,5 \pm 24,1 \mu\text{g/dl}$ , valores que están por encima de lo que indica la teoría donde el valor límite es de  $30 \mu\text{g/dl}$ .

En Perú se ha elaborado un reglamento, donde se detalla los límites permisibles de ciertas sustancias nocivas para la salud, con el aval de entidades como la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud (Lima, 2005). En la siguiente tabla se detallan los límites permisibles para las personas que en su labor están en contacto con el plomo.

**Tabla 3.** Valores permisibles de exposición al plomo

N° CAS	Agente Químico	Límites Adoptados	
		TWA mg/m <sup>3</sup>	STEL mg/m <sup>3</sup>
7439-92-1	Plomo inorgánico y sus derivados como Pb.	0.05	...
78-00-2	Tetraetilo como Pb	0.1	...
75-74-1	Tetrametilo como Pb	0.15	...

**Fuente:** (Lima, 2005)

Molina (2009) señala que los valores límites de exposición al plomo es de  $50 \mu\text{g/dl}$  información tomada de la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional también conocida como (OSHA), también señala que la Conferencia Americana de Higienistas

Industriales Gubernamentales, establecen que los límites biológicos permisibles no deben exceder de 30 µg/dl en la sangre, estos datos son referentes para personas que están expuestas en sus labores a este metal pesado.

Se sabe que la presencia más mínima de plomo en nuestro cuerpo puede causar problemas severos, Araujo (1997) y Molina (2009) concuerdan en que la presencia de plomo aun en niveles bajos, puede causar síntomas y daños relacionados con este metal, el plomo puede colarse en nuestro cuerpo por inhalación, a través de la piel o por medio del sistema digestivo. Para las personas que no trabajan o están en contacto con el plomo indirectamente los valores que destaca Dugdale (2019) son: para adultos 10µg/dl de plomo en la sangre y para niños su valor es de menos de 5 µg/dl.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. El cigarrillo**

El cigarrillo está compuesto en gran parte por tabaco, por lo que es importante conocer más sobre esta planta, se sabe que pertenece a la familia de las solanáceas, su nombre científico es Nicotina Tabacum L, el origen de la planta se le atribuye a América del Sur, aunque también se encuentra presente en el trópico (Guerrero, 1995). En la tabla 4 se presenta la clasificación botánica de la planta.

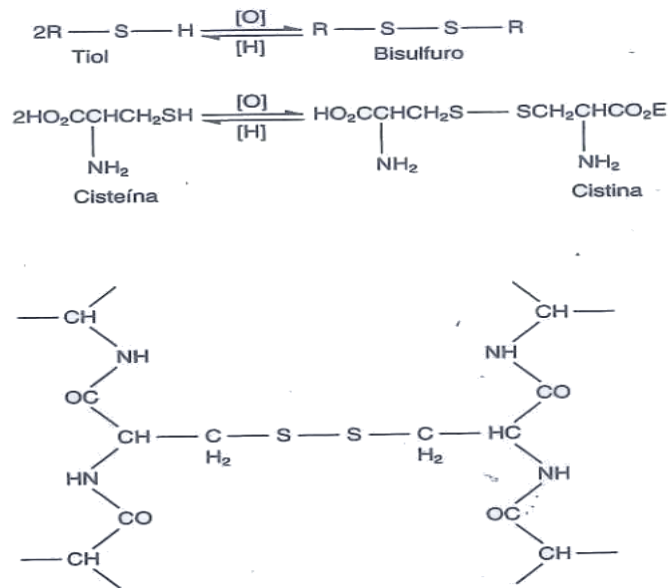
**Tabla 4.** Clasificación botánica de la planta de tabaco

Reino	Vegetal
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledónea
Familia	Solanácea
Genero	Nicotina
Especie	Tabacum

**Fuente:** (Guerrero, 1995)

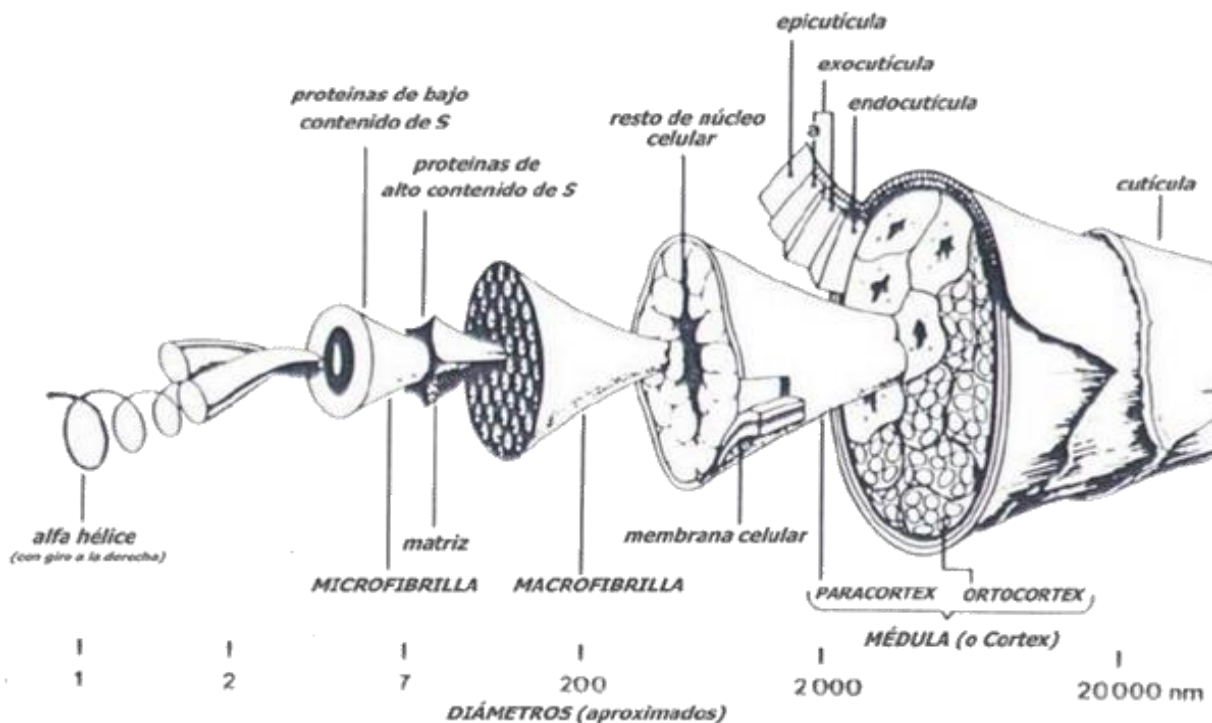
### 2.2.2. Fibra de lana

“Fibra que procede del pelo de oveja (*ovis aries*). La composición química de la lana es extremadamente compleja con aminoácidos, consiste en proteínas de la queratina cuya biosíntesis han intervenido al menos 18 aminoácidos” (Ron, 2003). En la siguiente ilustración se muestra la estructura química de la lana.



**Ilustración 5.** Estructura química de la lana  
**Fuente:** (Ron, 2003)

La lana contiene una gran cantidad de impurezas en su estado natural, principalmente se atribuye a las diferencias biológicas del animal, al medio que es expuesto y la dieta, estos factores varía acorde a la ubicación geográfica, para Gilabert Perez (2020) las fibras están cubiertas de varias sustancias emanadas por las glándulas del animal, estas se alojan en el pelo e incrementan en cantidad con el tiempo, evitando que la oveja quede expuesta a las inclemencias del ambiente. En la ilustración 6 se muestra la estructura de la lana.



**Ilustración 6.** Estructura de la lana

**Fuente:** (Pesok Melo, 2012)

En la tabla 5 se indican las principales impurezas con sus respectivos porcentajes que pueden ser encontrados en las fibras de lana, “las impurezas pueden agruparse en tres apartados, las propias del animal como cera y suintina, las adquiridas de la naturaleza, y las que se introducen artificialmente (insecticidas)” (Gilabert Perez, 2020), la lana debe ser lavada después de la esquila del animal para seguir con los procesos textiles.

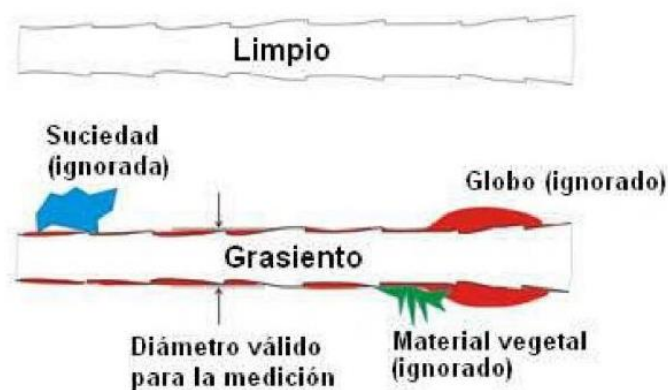
**Tabla 5.** Composición de la lana

Fibra	20-50%
Cera	20-40%
Suintina	2-13%
Tierra	5-40%
Material vegetal	20-50%

**Fuente:** (Gilabert Perez, 2020)

Es erróneo llamar grasa a la cera de lana, ya que esta no contiene glicerina, al realizar la limpieza de la fibra, esta es separada de la espuma que se forma tras los procesos de lavado, tiende a precipitarse al entrar contacto con el ácido mineral, la cera en el laboratorio, es tratada con químicos orgánicos como el éter y el alcohol, de esta forma es purificada y se convierte en lanolina, por lo general, la lanolina presenta la misma estructura y aspecto de la grasa. (Gilabert Perez, 2020)

La suintina según Gilabert Perez (2020), no es más que, la transpiración producida por los poros de los animales y es catalogada como una impureza, se compone por ácidos grasos, sales potásicas, pequeñas cantidades de iones de fosfato, sulfato y materiales nitrogenados, la presencia de ésta sustancia se debe principalmente a las circunstancias en las que vive el animal, los pelos de todos los animales, tienen en común que están compuestos por la misma sustancia química, llamada queratina, dicha proteína está compuesta por azufre, lo cual hace que las fibras animales sean las únicas en contener azufre del 2,5 al 5%. En la ilustración 7 se muestra las sustancias encontradas en la lana de forma natural.



**Ilustración 7.** Sustancias presentes en la fibra de lana  
**Fuente:**(Lavado, 2013)

### **2.2.3. Características de la fibra de lana**

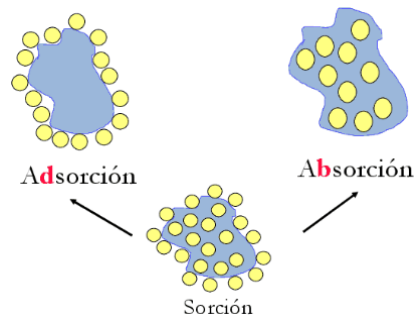
La lana cuenta con varias características lo cual le permite ser empleada en varios campos y no solo en el sector textil. A continuación (Ron, 2003) destaca las siguientes características:

- Fibra muy elástica y con excelentes propiedades de recuperación, buena resiliencia, lo que contribuye a que se recupere con gran facilidad después de haberse deformado, excepto cuando las condiciones ambientales son cálidas y húmedas
- La rigidez de las fibras de lana depende de su procedencia y del diámetro de las fibras individuales
- La resistencia que tiene esta fibra a la abrasión es regular, su resistencia al desgarramiento es baja, el comportamiento a la formación de pilling es buena, ya que por su baja tenacidad las bolitas que se forman en la superficie de las prendas se desprenden con facilidad,
- Actúa como excelente aislante térmico, lo que permite conservar muy bien el calor del cuerpo humano al que protege del ambiente exterior, por la gran voluminosidad que se deriva de su rizado y de su resiliencia, los artículos de lana ocluyen una gran cantidad de aire, por lo cual es considerado como aislante térmico. La capacidad de absorber humedad y generar calor, al pasar de un ambiente cálido a otro frío y húmedo, su gran capacidad aislante, su baja conductividad térmica y el poco peso, hace que las prendas sean cálidas y confortables al frío, pues el cuerpo se mantiene cálido y seco.
- Esta fibra es capaz de autoextinguir la llama y se quema muy lentamente, la parte chamuscada no se adhiere a la piel, es fría al tacto, esto se debe a que tiene un gran



contenido de nitrógeno y humedad, además, posee elevada temperatura de ignición de 570 °C a 600°C.

- No ocasiona problemas de acumulación estática, los artículos se mantienen limpios al no atraer partículas de suciedad,
- Es muy sensible a álcalis débiles, algunos procesos de acabados cambian el comportamiento de las escamas a la fricción, modificándolas y/o recubriéndolas de modo que la lana no puede encogerse.
- La fibra de lana también cuenta con la propiedad de absorción, lo cual hace que absorba un 40% de humedad sin que se note, por lo cual al tener tanto adsorción y absorción se produce la sorción que no es más que la combinación de estos dos fenómenos fisicoquímicos, en la ilustración que se presenta a continuación se puede apreciar la diferencia entre estos fenómenos, el cual puede estar presente en cualquiera de las siguientes interfases líquido y gas, líquido y sólido o gas y sólido.



**Ilustración 8.** Fenómenos de Superficie

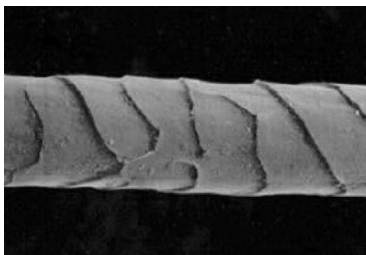
**Fuente:** (Josefina, 2013)

En la tabla 6 se puede apreciar las características microscópicas que presenta la lana a lo largo de su estructura y de la misma forma el acetato, en la ilustración 9 se puede apreciar las escamas a lo largo de la fibra.

**Tabla 6. Microscopia**

Fibra natural	lana	escamas
Fibra química natural	Acetato	Amarillo. estrías

**Fuente:** (Ron, 2003)



**Ilustración 9. Escamas a lo largo de la fibra de lana**

**Fuente:**(Lavado, 2013)

Tanto la lana como el acetato pueden ser eliminados o desintegrados, esto puede ser posible con los productos químicos correctos y con el tiempo adecuado, en la tabla 7 se detalla las soluciones químicas y el tiempo que debe emplearse para realizar una digestión de las fibras.

**Tabla 7. Ensayos de disolución.**

Fibras	Disolventes específicos
Lana	NaClO 1M con NaOH 5g/l medio ambiente, 30 min
acetato	Acetona, ambiente, 30+15+15

**Fuente:** (Ron, 2003)

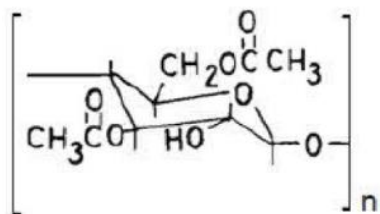
#### **2.2.4. Acetato de celulosa**

Gilabert Perez (2020) afirma que, el acetato es una fibra que fue creada a partir del triacetato, este último se hidroliza, convirtiéndose en diacetato y volviéndose insoluble en cloroformo, al emplear acetona se vuelve soluble, el costo del disolvente es más barato y menos tóxico, después de un año de su descubrimiento, comenzó su producción masiva en Francia, la fibra

de acetato también se la conoce como Dical, el uso que se le dio a esta fibra en esas épocas fue con fines militares para recubrimiento de aeronaves.

La fibra de acetato es creada a partir de polímeros naturales, consiste en diluir la celulosa proveniente de pastas de madera, este material este compuesto del 95% de  $\alpha$ -celulosa, primero se parte del triacetato, agregando agua a la mezcla que contiene anhídrido acético, la combinación de estas dos sustancias forman el ácido acético con una concentración del 95%, se deja reposar alrededor de 20 horas a altas temperatura, luego se controla la hidrólisis hasta obtener un valor de GS=2,3, luego se procede a colocar ácido acético hasta tener un material fibroso de acetato de celulosa. (Billmeyer, 1975)

Para la fabricación de la fibra de acetato de celulosa según indica Seymour & Carraher (1995), primero se debe diluir el acetato con acetona en una relación de 3:1, el producto obtenido es agregado a una hilera, donde con ayuda de la presión se extruye el filamento, el diámetro del filamento depende de tres factores, de la medida de los orificios de la hilera, de la velocidad de alimentación del polímero y de la velocidad de salida del mismo, el estirado del filamento regenerado está relacionado con el peso del mismo y la tensión del rodillo guía, una corriente de aire caliente circula por las celdas de las hileras, haciendo que la acetona se evapore y a su vez solidifica el filamento, de esta manera se obtiene la fibra de acetato, a este proceso se denomina de hilatura en seco. En la ilustración 10 se puede observar la estructura química del acetato de celulosa,



**Ilustración 10.** Estructura química del rayón acetato  
**Fuente:** (Lavado, 2013)

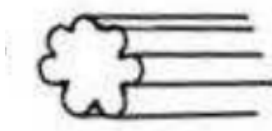
### 2.2.5. Características del acetato de celulosa

Este filamento no tiene una buena resistencia al desgaste por lo que se dice que tiene una baja resistencia a la abrasión, por su procedencia es maleable al calor, indicando que es un material termoplástico, al contacto con el fuego puede consumirse extremadamente rápido, presenta características hidrofílicas, lo cual es bueno para ser una fibra procedente de la manufactura química, además es hipoalérgica, indicando que la probabilidad de producir reacciones alérgicas es muy baja (Lavado, 2013). En la tabla número 8 se indica las principales propiedades del acetato de celulosa. Mientras que en la ilustración 11 se puede apreciar la forma tubular y con estrías longitudinales que tiene el acetato.

**Tabla 8.** Propiedades de los acetatos de celulosa

	<b>Acetato</b>	<b>Triacetato</b>
Densidad g/cm <sup>3</sup>	1,33	1,3
<b>Tenacidad cN/tex</b>		
Acondicionado	10-12	10-12
En húmedo	5-6	7
<b>Alargamiento %</b>		
Acondicionado	23-30	25-30
En húmedo	35-45	30-40
Módulo cN/tex	250	390
Tasa legal de humedad %	9	7
T. de transición vítrea en °C	-	170-180
T. de fusión °C	250	300

**Fuente:** (Gilabert Perez, 2020)



*Ilustración 11. Corte longitudinal de la fibra de acetato*  
*Fuente: (Fredy, 2015)*

### **2.2.6. Plomo**

El plomo es uno de los metales más conocidos en todo el mundo, ha sido empleado desde la antigüedad hasta nuestra época, en el antiguo egipcio ya se hacía usos de este metal pesado alrededor del año 5000 A.C, encontrándose principalmente en bloques de las tumbas de los faraones, este puede ser obtenido de los minerales por simple reducción del carbono, “el color que posee este metal es un blanco azulado y brillo metálico, este brillo desaparece al aire, tornándose gris por recubrirse con una capa de óxido.” (Martí, 2002)

El plomo es un elemento químico de la tabla periódica, su número atómico es 82, su masa atómica 207,2  $\mu$ , su densidad 11340  $\text{kg/m}^3$ , en la tabla del químico Mendeléyev este elemento no estaba registrado, la razón por la cual no se lo consideraba como elemento químico, se debía a que no era muy común para esa época que un metal tenga gran elasticidad molecular, en la tabla actual está representado con el símbolo Pb. (Baird, 2001)

Se sabe que el plomo es un agente tóxico, que al entrar en contacto y rebasar los niveles permisibles, puede causar daños severos a nuestro sistema neurológico, renal, cardiovascular, hematológico, inmunológico y reproductivo, las partículas de plomo ingresan generalmente por la boca, seguida por el sistema respiratorio y por penetración cutánea, el daño de este

material pesado dependerá de los niveles de plomos presentes en el ambiente y el tiempo de exposición. (Rojos, Aguilar, Sepúlveda, & Pavez, 2019)

## **2.3. Marco Legal**

### **2.3.1. Líneas de Investigación**

De acuerdo a los artículos 350, 351 y 355 de la Constitución de la república del Ecuador en conjunto con la Universidad Técnica del Norte se ha creado líneas de investigación acorde a la facultad, carrera e investigación a desarrollarse, esta investigación sigue la línea número 9 “Gestión, producción, productividad, innovación, y desarrollo socioeconómico” (Norte, 2016)

De esta manera se pretende diseñar un filtro capaz de retener metales pesados como el plomo, innovando el filtro de cigarrillo y remplazarlo con un filtro elaborado de lana 100%, esto ayudará a reducir el impacto ambiental y a su vez reducir los niveles de emanación de sustancias perniciosas que atentan con la salud de las personas.

## CAPÍTULO III

### 3. Metodología

Este proyecto involucró varios métodos de investigación, los cuales serán detallados en el apartado 3.1, con el fin de determinar la presencia de plomo en el filtro del cigarrillo, partiendo de una hipótesis la cual pretende que el filtro elaborado con este material capte en gran cantidad las partículas de este metal pesado, además se medirá los niveles de retención de esta sustancia, en cada filtro para determinar que material obtuvo mejores resultados.

Para el desarrollo de la parte experimental se ha elaborado un flujograma, donde se muestra los pasos a seguir, este flujograma puede ser visualizado en el apartado 3.3 donde se detalla cada proceso, partiendo desde los filtros de acetato de celulosa y lana, hasta los análisis estadísticos de los datos, de esta forma se podrá indicar que filtro captó más partículas de plomo.

Según (Yar, 2019), tras haber realizado un estudio en filtros de lana y acetato, demostró que el filtro constituido por fibras de lana, es capaz de retener una concentración mayor de partículas de CO y CO<sub>2</sub>, también indica que el filtro de lana que ha dado resultados satisfactorios fue un filtro con un peso de 0,2 g, para esta prueba se empleó un no tejido enfieltrado y sin batanar de menor gramaje, los filtros elaborados con este material, tienen un peso promedio de 0,1 g, se optó por emplear un no tejido de menor gramaje, para dar protagonismo a las características y propiedades de la lana.

### **3.1. Métodos de investigación**

Para el desarrollo de esta investigación es importante la compilación de datos, donde Cegarra (2004) indica que, la recolección de datos es una investigación teórica, donde el investigador se ayudará de fuentes confiables para obtener la información, que posteriormente ayudará al planteamiento de la hipótesis.

Es indispensable conocer las características y propiedades de las fibras que contiene cada filtro, en este caso acetato de celulosa y lana, también es importante recabar información acerca del plomo, conocer los niveles límites de exposición, las causas generadas por la exposición a este metal pesado, la información que se recopile nos ayuda a elaborar una hipótesis, la cual trata de explicar y comprobar, que las características que tiene la lana. pueden ayudar al desarrollo de filtros de cigarrillo, de esta forma se pretende captar la mayor cantidad posible de sustancias nocivas que expulsa el tabaco.

Para comprobar la hipótesis planteada, es necesario hacer usos de la investigación de campo o experimental, primero se desarrollará un aparato que cumpla con la función que realiza el sistema respiratorio, de esta forma. podremos exponer a los filtros de lana y acetato a la contaminación del cigarrillo, después con la ayuda de ácido nítrico, se procederá a la digestión de las muestras, luego los residuos serán estudiados en el espectro de absorción atómica, dicho equipo nos ayudará a determinar la presencia de plomo y conocer que filtro puede retener más partículas de este metal pesado.

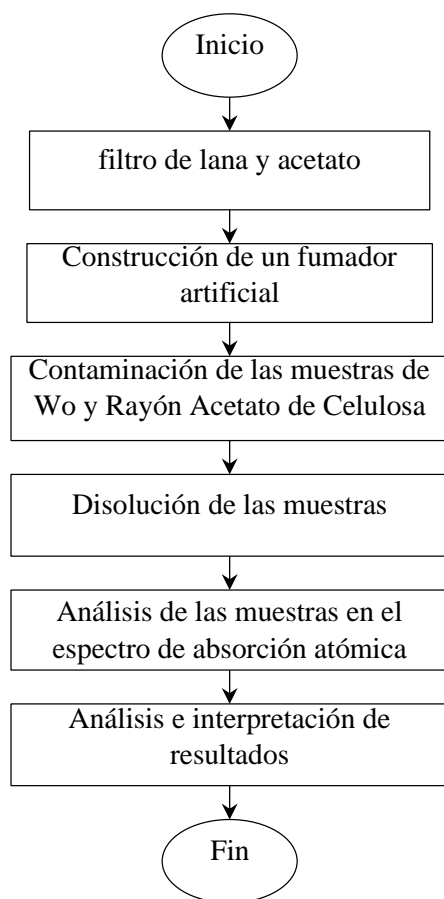


## 3.2. Métodos y técnicas

### 3.2.1. Espectroscopia Atómica

Según la American Public Health Association (1992) es un “método útil para determinar los metales”, este equipo nos ayudará a determinar la concentración de un determinado elemento metálico en una muestra. Puede utilizarse para analizar la concentración de más de 62 metales diferentes, gracias a este método, podremos indicar si hay presencia de plomo y en que cantidades está presente en cada filtro.

### 3.3. Flujograma General



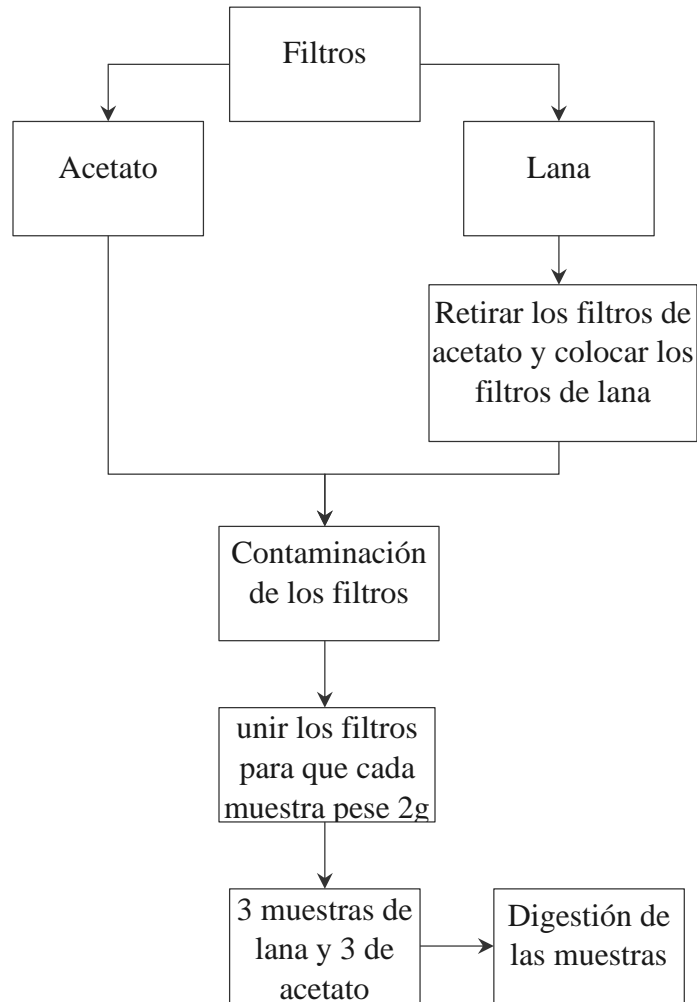
*Ilustración 12. Flujograma general  
Fuente: Luis Pilataxi*

### 3.3.1. Descripción de las actividades

- **Creación del filtro de lana:** Tras varios procesos mecánicos, se elabora un no tejido de lana como se muestra en el [anexo 1](#) con una densidad determinada, luego se procede a elaborar el filtro con la ayuda de una herramienta denominada sacabocados, de esta forma se creará un filtro con las mismas dimensiones que el filtro de acetato indicados en los [anexos 7 y 8](#).
- **Construcción de un fumador:** Con la ayuda de una jeringa de 20ml procedemos a crear un aparato. El cual cumplirá con la función de inhalar y exhalar el humo del cigarrillo, de esta forma se contaminará los filtros con el humo que desprende el cigarrillo.
- **Contaminación de los filtros de lana y rayón acetato de celulosa:** Los filtros al ser expuestos a la combustión del cigarrillo se contaminarán de varias sustancias las cuales son producidas por de las reacciones químicas generadas por la combustión de este producto.
- **Disolución las muestras:** una vez obtenidos los filtros contaminados, se procede a crear muestras con un peso de 2g, peso requerido para el análisis de las muestras en el espectro, las muestras son expuestas a ácido nítrico para su digestión.
- **Análisis de las muestras en el espectrofotómetro de absorción atómica:** una vez obtenidas las soluciones que contienen residuos del cigarrillo, se procederá al análisis en el espectro véase [anexo 17](#), para determinar si hay presencia o ausencia de metales pesados, también se mide la cantidad de partículas presentes en los filtros.

- **Análisis e interpretación de resultados:** los datos obtenidos en el laboratorio serán analizados estadísticamente, de esta forma se puede saber con exactitud que filtro contiene mayor cantidad de plomo.

### 3.4. Flujograma muestral



*Ilustración 13. Flujograma muestral*  
*Fuente: Luis Pilataxi*

Primero obtenemos los filtros de lana, estos serán tomados de un no tejido de lana, el cual fue enfieltrado para tener mayor densidad, luego con la ayuda de una herramienta denominada sacabocados indicada en el [anexo 2](#), con un diámetro de 7mm, se procede a sacar los filtros, para la contaminación de los filtros de lana, se procede a retirar los filtros de rayón acetato de los cigarrillos y se introducen los filtros de lana como se indica en el [anexo 10](#).

La contaminación de cada filtro se realiza con el fumador artificial, aparato que fue creado a base de una jeringa de 20 ml, luego se procede a unir los filtros de cada material para realizar muestras de 2g, peso mínimo que debe tener cada muestra, en total se obtuvo tres muestras de acetato y tres muestras de lana, luego con la ayuda de ácido nítrico se procede a diluir las fibras tanto de acetato y lana, los residuos obtenidos serán analizados por el espectro de absorción atómica.

## CAPÍTULO IV

### 4. Resultados y Discusión de Resultados

#### 4.1. Resultados

Los valores receptados de laboratorio fueron tabulados y analizados estadísticamente, es por esta razón que se ha creado una tabla con los datos de los filtros de acetato y lana, en la tabla número 11, se aprecia el número de muestras el método de análisis y la cantidad de plomo expresado en mg/L.

**Tabla 9.** Presencia y cantidad de plomo en los filtros de acetato de celulosa y lana

Muestra	Peso (g)		Lana	Incertidumbre K:2	Método de Análisis
	acetato, lana	Acetato			
		Pb mg/L			
1	2	1,22	1,25	± 30%	SM. Ed.22-2012 3030 E+3111 B
2	2	1,22	2,88	± 30%	SM. Ed.22-2012 3030 E+3111 B
3	2	1,2	2,48	± 30%	SM. Ed.22-2012 3030 E+3111 B

*Fuente: LAB-BIO-TEC*

##### 4.1.1. Filtro de lana

El filtro de lana tiene un diámetro de 7 mm, una altura de 21 mm y cuenta con un peso promedio de 0.11g, estas dimensiones fueron tomadas con un calibrador vernier como se indica en los [anexos 5](#) y [6](#), con la ayuda de estos datos se puede conocer la densidad de este filtro, el cual se comparará con el filtro de acetato en la tabla que se muestra a continuación se detalla los pesos los filtros de lana con sus respectivas densidades.

**Tabla 10.** *Peso y densidad de los filtros de lana*

Muestra	Peso g	Densidad $g/cm^3$
1	0.111	13,735
2	0.114	14,107
3	0.105	12,993
Promedio	0.11	13,612

*Fuente: Luis Pilataxi*

$$V = \pi r^2 * h$$

$$V = \pi * 0.35mm^2 * 21mm$$

$$V = 8,081mm^3 * \frac{1cm^3}{1000mm^3}$$

$$V = 0,008081cm^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{0.11g}{0.008081cm^3}$$

$$\rho = 13,612 \frac{g}{cm^3}$$

#### **4.1.2. Filtro de acetato**

Para el filtro de acetato se ha seguido el mismo procedimiento que para el filtro de lana, como se indica en los [anexos 3](#) y [4](#), donde su peso es de 0,11 g su altura de 21 mm y su diámetro de 0,72 mm, aquí como se puede notar su diámetro es ligeramente más grande que el filtro de lana, el cual influye directamente en la densidad.

**Tabla 11.** Peso y densidad de los filtros de acetato

Muestra	Peso g	Densidad $g/cm^3$
1	0.109	12,748
2	0.111	12,982
3	0.111	12,982
Promedio	0.110	12,865

**Fuente:** Luis Pilataxi

$$V = \pi r^2 * h$$

$$V = \pi * 0.36mm^2 * 21mm$$

$$V = 8,550mm^3 * \frac{1cm^3}{1000mm^3}$$

$$V = 0,008550cm^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{0.11g}{0.008550cm^3}$$

$$\rho = 12,865 \frac{g}{cm^3}$$

De acuerdo a la [tabla 9](#) y [10](#) se puede notar que el filtro de lana es ligeramente más denso que el filtro de acetato, lo cual ayuda a retener las partículas del plomo, pero también hay que hacer énfasis que la retención de plomo en la fibra de lana podría ser gracias a la propiedad de adsorción y la forma longitudinal en forma de escamas que tiene la fibra de lana, como se sabe la adsorción es un fenómeno donde los iones, moléculas o átomos de ciertos líquidos, gases o metales pueden posarse en la superficie de cualquier material.

Para conocer el porcentaje que difiere de la densidad del filtro de lana con el de acetato, se procede a realizar el siguiente cálculo, el cual indica que tan solo varía con el 5,48% como se indica en la siguiente ecuación.

$$\% = \frac{12,865 \text{ g/cm}^3}{13.612 \text{ g/cm}^3}$$

$$\% = (0,945 * 100) - 100$$

$$\% = 5,48$$

## **4.2. Discusión de resultados**

Empleando el programa estadístico PAST podemos analizar los datos obtenidos de laboratorio, donde se realizó una prueba de normalidad donde ( $p > 0.05$ ) y luego un análisis de la varianza donde se comprobó la relación de los datos de los filtros de lana y de rayón acetato, también es importante destacar que los datos obtenidos están dentro del 95% de confiabilidad, esto asegura que los resultados estadísticos son confiables.

### **4.2.1. Análisis de la varianza**

Los datos procesados por el programa estadístico se muestran en la tabla 12, la cual indica algunos datos relevantes como la media de los valores de retención de las muestras de los filtros de acetato con 1,22 y de lana con 2.48, el coeficiente de variación en el acetato es de 0,95 mientras que en la lana es de 38,55 el error estándar tiene un valor de 0.0066 en acetato, mientras que en lana es de 0,72 indicando la desviación estándar que obtuvo cada distribución muestral.



**Tabla 12. Análisis de la varianza**



	Ac (mg/L)	Wo (mg/L)	m Wo (g)	$\rho$ Wo (g/m <sup>3</sup> )	m Ac (g)	$\rho$ Ac (g/m <sup>3</sup> )
N	3	3	3	3	3	3
Min	1,2	1,25	0,105	12,993	0,109	12,748
Max	1,22	2,88	0,114	14,107	0,111	12,982
Sum	3,64	6,61	0,33	40,835	0,331	38,712
Mean	1,213333	2,203333	0,11	13,61167	0,1103333	12,904
Std. error	0,006666667	0,4904533	0,00264575	0,3274433	0,000666667	0,078
Variance	0,000133333	0,7216333	2,10E-05	3,22E-01	1,33E-06	1,83E-02
Stand. dev	0,01154701	0,84949	0,00458258	0,5671484	0,0011547	0,1351
Median	1,22	2,48	0,111	13,735	0,111	12,982
25 prcntil	1,2	1,25	0,105	12,993	0,109	12,748
75 prcntil	1,22	2,88	0,114	14,107	0,111	12,982
Skewness	-1,732051	-1,310129	-0,9352195	-0,932303	-1,732051	-1,732051
Kurtosis	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333
Geom. mean	1,213297	2,074522	0,1099358	13,60372	0,1103293	12,90353
Coeff. var	0,9516763	38,55477	4,165978	4,166635	1,046556	1,046962

**Fuente:** Luis Pilataxi

También se puede observar en la tabla la media de los valores de la masa y densidad de cada filtro, de la misma manera indica el error estándar y el coeficiente de variación siendo este el más relevante con los siguientes valores, para la masa de los filtros de lana es de es de 4,1, valor que comparte con su densidad, mientras que para la masa y densidad del acetato es de 1,04.

#### **4.2.2. Normalidad de los datos**

Los valores cuantitativos de plomo en los filtros de lana y de acetato, fueron evaluados antes de elaborar el análisis estadístico, con la prueba de normalidad podemos guiarnos para saber

si los datos pueden ser sometidos estadísticamente o no, en la tabla número 13 que se presenta a continuación se puede apreciar que se elaboraron varias pruebas de normalidad siendo las más relevantes la de Shapiro que sobrepasa el 0.05 y p(normal) que también sobrepasa el 0.05 indicando que los datos se encuentran con un 95% de confiabilidad, con lo cual se puede continuar en el análisis de resultados.

**Tabla 13. Test de Normalidad**



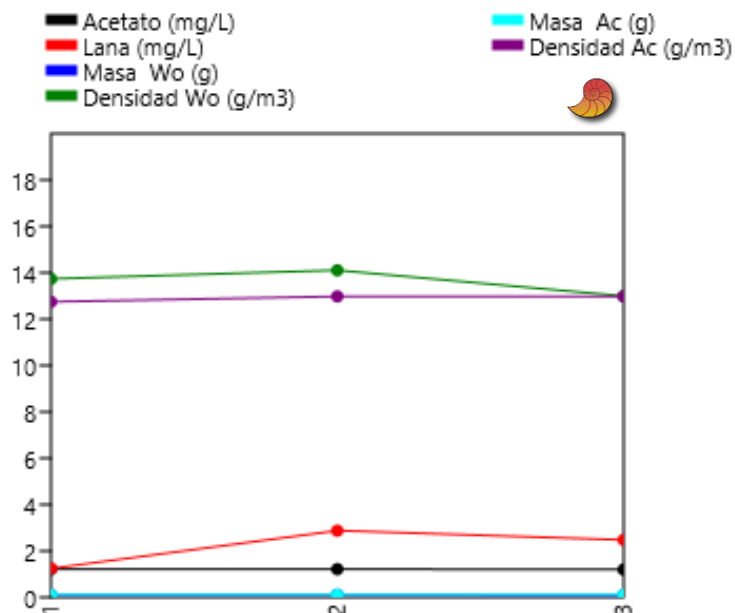
	Ac (mg/L)	Wo (mg/L)	m Wo (g)	$\rho$ Wo (g/m <sup>3</sup> )	m Ac (g)	$\rho$ Ac (g/m <sup>3</sup> )
N	3	3	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,75	0,9204	0,9643	0,9645	0,75	0,75
p(normal)	0	0,4539	0,6369	0,6382	0	0
Anderson-D	0,4878	0,2799	0,2296	0,2294	0,4878	0,4878
p(normal)	0,05651	0,3255	0,4867	0,4878	0,05651	0,05651
p(Monte Carlo)	0,0001	0,451	0,6344	0,6396	0,0001	0,0001
Lilliefors L	0,3848	0,2943	0,253	0,2527	0,3848	0,3848
p(normal)	0,08879	0,4117	0,652	0,6537	0,08879	0,08879
p(Monte Carlo)	0,0001	0,4501	0,6489	0,6347	0,0001	0,0001
Jarque-Bera JB	0,5312	0,4243	0,3541	0,3537	0,5313	0,5312
p(normal)	0,7667	0,8088	0,8377	0,8379	0,7667	0,7667
p(Monte Carlo)	0,0001	0,4597	0,6371	0,6321	0,0001	0,0001

**Fuente:** Luis Pilataxi

### 4.2.3. Análisis de los resultados

En la ilustración 14 se puede apreciar que el nivel de retención del filtro de lana es superior al filtro de acetato, en la muestra 1 tanto en el filtro de acetato y lana los niveles son similares, posiblemente sucedió un error en la toma de datos que no afecta y se encuentran dentro de nuestra confiabilidad, pero en las muestras 2 y 3 la cantidad de plomo captado por el filtro

de lana es superior, la gráfica también indica que en las tres muestras de acetato, los niveles de Pb son estáticos.

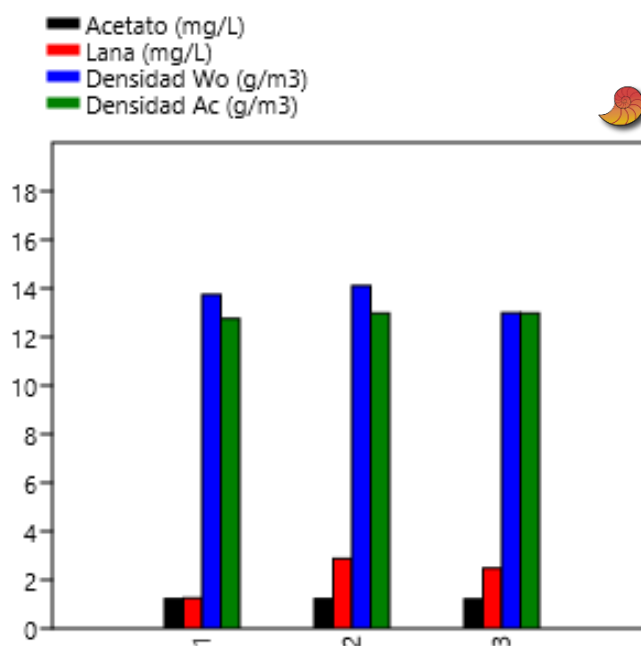


*Ilustración 14, Gráfico de dispersión lineal de los niveles de plomo*  
**Fuente: Luis Pilataxi**

Las masas tanto del filtro de lana como acetato no tienen gran variación, por lo que se puede apreciar en la gráfica que la masa de los filtros de acetato se superpone a la masa de los filtros de lana, también indica la densidad de dichos filtros con una variación mínima en las dos primeras muestras y en la muestra número tres su densidad es muy similar, por lo que se puede destacar que el filtro de lana puede retener una mayor cantidad de plomo debido a las características de la fibra.

En el gráfico de barras, podemos tener una mejor perspectiva de los datos, indicando que el filtro de lana es el más indicado para retener metales pesados de plomo, como indica (Enkhzaya et al., 2020) esta fibra puede retener varios metales a parte del plomo, como el

oro y el cobre. Se puede presumir que gracias a las propiedades y características como la absorción, adsorción y su superficie que vista al microscopio tiene forma de micro sierras, el filtro de lana retuvo de mejor manera las partículas de (Pb).

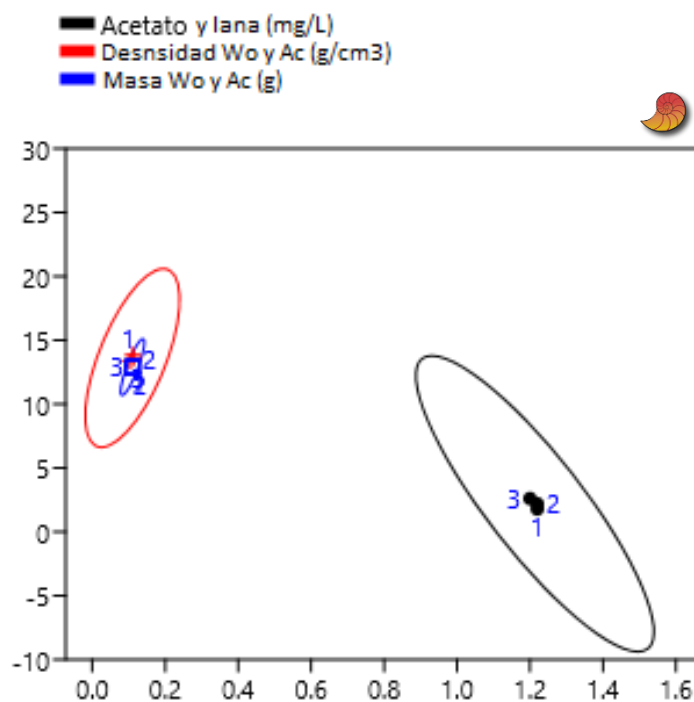


*Ilustración 15. Gráfica de barras nivel de plomo  
Fuente: Luis Pilataxi*

Como se puede apreciar en el gráfico de barras, la densidad en los filtros de lana es ligeramente superior a la densidad de los filtros de acetato, de esta forma queda claro que este factor físico no tuvo gran relevancia en la capacidad de retención de los filtros, incluso se puede observar en la muestra 3 que las densidades se asemejan.

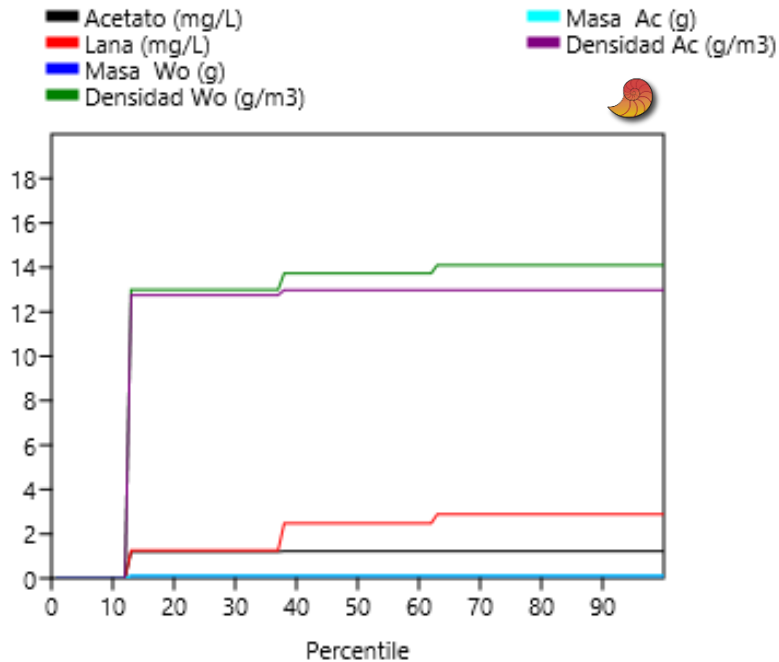
Para comprobar que los datos están dentro del 95% de confiabilidad se ha realizado un gráfico que se puede apreciar en la siguiente ilustración, donde se demuestra la distribución normal de un grupo de datos que deben permanecer dentro de la elipse, indicando que los datos se encuentran relacionados entre ellos en el análisis, como se puede observar en el gráfico,

ningún valor sobresale de cada elipse, demostrando que los valores obtenidos y analizados están dentro de los parámetros y son confiables, otra forma de representar este gráfico es mediante la campana de Gauss.



**Ilustración 16.** Gráfico del 95% de confiabilidad  
**Fuente:** Luis Pilataxi

En la ilustración 17 se puede apreciar la ubicación de cada valor, en la muestra de acetato los valores 1.20 a 1.25 mg/L se encuentran dentro del percentil 12 al 35, mientras que en la muestra 2 de lana está dentro del percentil 40 a 63, la muestra tres está dentro del percentil 65 al 100. Donde se demuestra que a partir del percentil 35 se encuentran los datos obtenidos con la mayor cantidad de retención de plomo, es decir la eficacia de la lana incremento con relación al acetato.

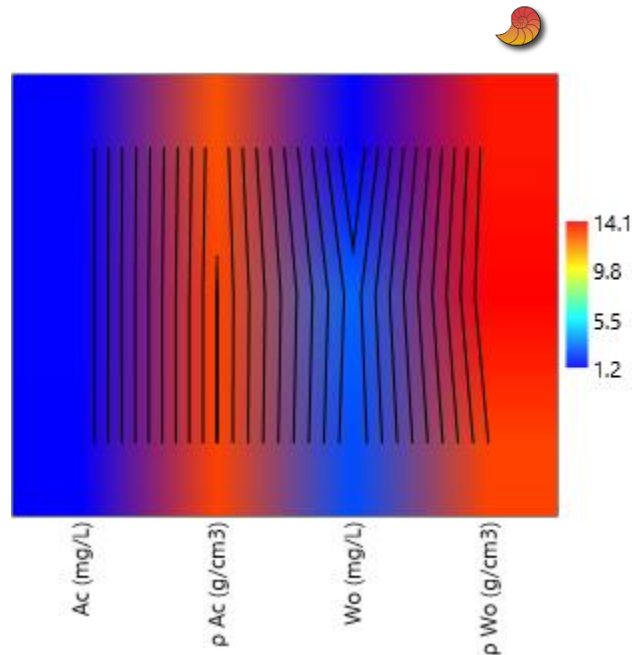


**Ilustración 17.** Gráfico de percentiles  
**Fuente:** Luis Pilataxi

con respecto a la densidad se puede notar que sigue la misma trayectoria presentada en la retención de plomo, siendo constante en el caso del filtro de acetato, mientras en el filtro de lana, la gráfica evoluciona de la misma forma que la gráfica de retención de plomo, también se puede apreciar que los valores de las masas de los diferentes filtros se asemejan entre sí.

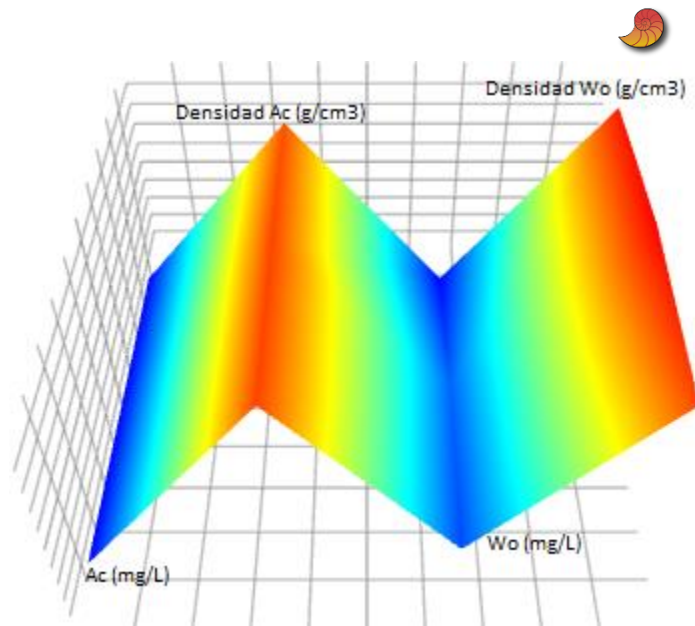
En el gráfico plot matrix que se presenta a continuación se muestra la correlación de los datos en su conjunto general de plomo (Pb), en el gráfico se toma en cuenta las diferentes zonas representados con los datos máximos y mínimos con los colores rojo y azul respectivamente, en la zona azul se encuentra los valores del acetato con un valor promedio de retención de 1,2 mg/L mientras que en la zona difuminada por el color celeste se encuentra el valor promedio de retención de la lana con 2,48 mg/L, en la zona naranja se representa la densidad

del filtro de acetato con un valor de  $12,865 \text{ g/cm}^3$ , en la zona rojiza se muestra la densidad del filtro de lana con un valor de  $13,612 \text{ g/cm}^3$ .



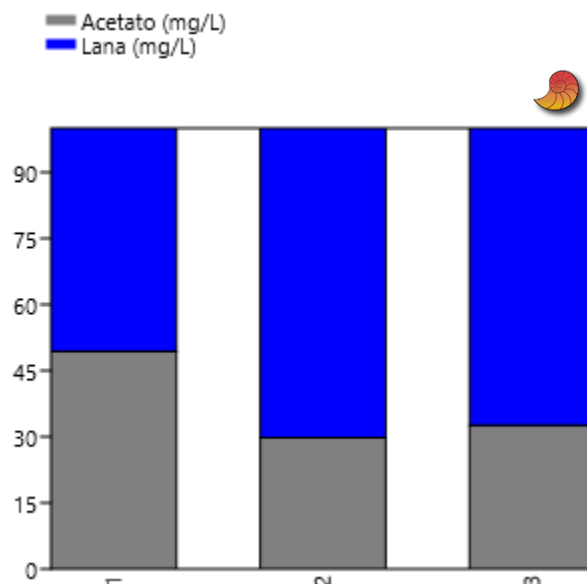
**Ilustración 18.** *Plot matrix*  
**Fuente:** *Luis Pilataxi*

Las muestras de acetato se mantienen en la zona azul del gráfico surface plot 3D, las muestras de lana se encuentran separadas ligeramente de la zona azul con tendencia al color celeste, esto se debe a que dicho filtro retuvo más cantidad de plomo con respecto al acetato, de la misma manera se puede observar que los picos de color anaranjado y rojo, corresponde a la densidad de los filtros de acetato y lana respectivamente, también se puede observar que la variación entre los picos más altos es mínima, ya que dichos filtros tienen las mismas características en cuanto a dimensiones, con una ligera variación en el diámetro del filtro de acetato indicado en el apartado [4.1.2.](#)



**Ilustración 19.** Surface plot 3D  
**Fuente:** Luis Pilataxi

En la gráfica de porcentajes que se puede apreciar en la ilustración 20, se demuestra que la cantidad retenida de plomo es mayor en el no tejido de lana que en el acetato, con un porcentaje entre el 64% y 36% máximo respectivamente, con una relación de 1.77, indicando que la lana retiene más que el acetato.



**Ilustración 20.** Porcentajes de plomo retenido en acetato y lana  
**Fuente:** Luis Pilataxi



## CAPITULO V

### 5. Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

- Los análisis que se obtuvieron del laboratorio muestran claramente la superioridad del filtro elaborado con lana versus el filtro de acetato de celulosa, indicando que el desarrollo de este proyecto fue experimental, donde se demostró que el no tejido de lana retiene al plomo (Pb), de esta manera se obtuvo resultados positivos y muy satisfactorios, ya que el filtro de lana puede retener un rango máximo del 64%, y el acetato un rango máximo del 36%, indicado en la ilustración 20.
- Con respecto a los porcentajes de retención de plomo, se encontró que la lana retiene 52% más que el filtro de acetato, con una relación de 1.77, como se observa en la ilustración 15, esta relación se realizó con la cantidad media de retención del acetato de 1,2 mg/L y con la cantidad media del filtro de lana 2,48 mg/L.
- Tras determinar la densidad de los filtros de acetato y lana, se comprobó que esta tiene una variación mínima, siendo ligeramente denso el filtro de lana indicado en la ilustración 14, además por cada 2 g de filtro de lana se retuvo un máximo de partículas de plomo con 2,88 mg/L seguramente influyo la superficie en forma de micro sierras y la propiedad de adsorción.
- La principal anomalía que causa el cigarrillo es discapacidad neurológica, además se mencionan otras irregularidades en el sistema renal, cardiovascular, hematológico, inmunológico y reproductivo (Rojos et al., 2019), por lo estudiado y analizado, la presencia del plomo en el cigarrillo puede ser el factor principal para que ocurran estas enfermedades, con lo que se ha determinado que mediante el uso del filtro de

lana podemos retener en gran medida el plomo del cigarrillo y ayudar de esta manera a disminuir las enfermedades causadas por este metal.

## **5.2. Recomendaciones**

- Realizar más estudios de filtración a cerca de las sustancias nocivas que emite el cigarrillo, ya que no se conoce con certeza que productos tóxicos son emitidos, de esta manera, se podría detallar y catalogar las sustancias que pueden causar daño considerable a nuestra salud.
- En el cigarrillo se encuentran varios metales pesados a parte del plomo, estos de la misma manera, pueden producir alteraciones en nuestra salud, por lo que se sugiere seguir indagando, para determinar que metales pueden estar inmersos en este producto, también tomar en cuenta que la lana por sus propiedades y características es muy versátil, y puede ser aplicada en varios campos.
- La lana al ser una fibra natural puede degradarse fácilmente, lo que puede ayudar a reducir el impacto ambiental generado por las colillas del cigarrillo, las cuales forman parte de los principales desechos generados por el hombre alrededor del mundo, pero al estar contaminadas se debería buscar una manera para manejar los desechos de lana una vez cumplida su función.
- Se podría realizar un tratamiento al filtro de lana, para reducir las sustancias tóxicas desprendidas por el cigarrillo, además, se podría buscar algún producto que pueda ser aplicado al filtro de lana.

## 6. Bibliografía

- American Public Health Association, A. W. W. A., and Water Pollution Control Federation. (1992). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. In: Ediciones Díaz de Santos.
- Araujo, L. (1997). Determinacion de cadmio y plomo en cabello. *Revistas Cientificas y Humanisticas*. 5(2), 1997. 12.
- Argentina, M. d. S. d. ¿Qué hay en un cigarrillo? Retrieved from <http://www.msal.gov.ar/tabaco/index.php/informacion-para-ciudadanos/ique-hay-en-un-cigarrillo>
- Baird, C. (2001). *Química ambiental*: Reverté.
- Bardach, A., Cañete, F., Sequera, V. G., Palacios, A., Alcaraz, A., Rodríguez, B., . . . Pichon-Riviere, A. (2018). Carga de enfermedad atribuible al uso del tabaco en Paraguay y potencial impacto sanitario y económico del aumento del precio a través de impuestos. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35, 599-609.
- Billmeyer, F. W. (1975). *Ciencia de los polímeros*: Reverté.
- Camejo Lluch, R. (2015). *El tabaquismo: características y repercusión de la enfermedad*. Retrieved from Buenos Aires, UNKNOWN: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/utnortesp/detail.action?docID=4310147>
- Caravanos, J., Dowling, R., Téllez-Rojo, M. M., Cantoral, A., Kobrosly, R., Estrada, D., . . . Fuller, R. (2014). Niveles de Plomo en Sangre en México y su Implicación para la Carga Pediátrica de la Enfermedad. *Annals of Global Health*, 80(4), e1-e11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aogh.2014.10.005>

- Chica Toro , F. d. J., Londoño Benítez, L. M., & Álvarez Herrera, M. I. (2009). La zeolita en la mitigación ambiental. In: Red Revista Lasallista de Investigación
- Ciudad Cabañas, M. J., & Perezagua Clamagirand, C. (2005). *Estudio de los niveles de plumbemia en la comunidad autónoma de Madrid*. Madrid, SPAIN: Universidad Complutense de Madrid.
- Dugdale, D. C. (2019). Niveles de plomo en la sangre. Retrieved from <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003360.htm>
- Dénes, O., Florea, I., & Manea, D. L. (2019). Utilization of Sheep Wool as a Building Material. *Procedia Manufacturing*, 32, 236-241.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.208>
- Enkhzaya, S., Shiomori, K., & Oyuntsetseg, B. (2020). Effective adsorption of Au(III) and Cu(II) by chemically treated sheep wool and the binding mechanism. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(5), 104021.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104021>
- Fredy, M. (2015). Fibras Textiles e Hilatura. Retrieved from <https://es.slideshare.net/Nicolas1964/fibras-textiles-e-hilatura>
- Galán Carmen, R. C. (2020). La tecnología de la arquitectura en busca de soluciones más ecológicas: ladrillos de lana. Retrieved from <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/la-tecnologia-de-la-arquitectura-en-busca-de-soluciones-mas-ecologicas-ladrillos-de-lana>
- Galán-Marín, C., Rivera-Gómez, C., & Petric, J. (2010). Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. *Construction and Building Materials*, 24(8), 1462-1468. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.01.008>

- Gilabert Perez, E. (2020). *Química textil. Tomo I: materias textiles*: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Guerrero, R. C. (1995). *El cultivo del tabaco*: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- INEC. (2013). Ecuador gasta 1,2 millones de dolares en cigarrillos semanalmente. Retrieved from <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/ecuador-gasta-semanalmente-12-millones-de-dolares-en-cigarrillos/>
- Ivan. (2015). Material aislante termico. Retrieved from <https://materialaislantetermico.blogspot.com/2015/08/placas-aislamiento-termico-exterior.html>
- Josefina, V. T. (2013). Fisicoquímica de alimentos. Retrieved from <https://www.docsity.com/es/isotermas-de-adsorcion/4456704/>
- Lavado, F. E. L. (2013). *II. La industria textil y su control de calidad*: Fidel Lockuán.
- Lima, M. d. S. D. G. d. S. A. d. (2005). Valores límite permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo. In.
- Martí, F. B. (2002). *Química analítica cualitativa*: Paraninfo.
- Molina, L. (2009). Determinacion y estandarizacion de plomo en sangre en operarios de estaciones de servicio del Estado Merida. 10.
- Máxima Uriarte, J. (2018). *Características de la lana*. Montevideo.
- Nación, M. d. S. y. D. S. P. d. l. (1925). *Aálisis de la Reforma Fiscal de Productos de Tabaco en la Argentina*. Buenos Aires.
- Norte, U. T. d. (2016). Lineas de Investigación. In.

- OMS. (2019a). Intoxicación por plomo y salud. Retrieved from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- OMS. (2019b). Tabaco. In.
- Pesok Melo, J. C. (2012). *Introducción a la tecnología textil*. Montevideo, URUGUAY: D - Universidad de la República.
- Pirmohammad, S., Majd Shokorlou, Y., & Amani, B. (2020). Influence of natural fibers (kenaf and goat wool) on mixed mode I/II fracture strength of asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*, 239, 117850. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117850>
- Pública, M. d. S. (2019). El cáncer, la pérdida de seres queridos y los daños al ambiente evidencian las graves consecuencias de consumir tabaco. Retrieved from <https://www.salud.gob.ec/el-cancer-la-perdida-de-seres-queridos-y-los-danos-al-ambiente-evidencian-las-graves-consecuencias-de-consumir-tabaco/>
- Ramírez, A. V. (2005). El cuadro clínico de la intoxicación ocupacional por plomo. *Anales de la Facultad de Medicina*, 66, 57-70.
- Rojos, S., Aguilar, G., Sepúlveda, B., & Pavez, O. (2019). DINÁMICA DE LA CONCENTRACIÓN DE COBRE, PLOMO, MERCURIO Y ARSÉNICO EN SEDIMENTOS DEL RÍO COPIAPÓ, CHILE. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35, 361-370.
- Ron, M. A. (2003). *Cómo cuidar las fibras y los tejidos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Seymour, R. B., & Carraher, C. E. (1995). *Introducción a la química de los polímeros*: Editorial Reverte.
- Von Eyben, F. E., & Zeeman, G. (2006). Riesgos para la salud derivados del consumo voluntario e involuntario de tabaco. In: Red Revista esa de Salud Pública

World, M. Rollos de Filtro Industrial Absorbente. Retrieved from

<https://www.mwmaterialsworld.com/es/rollo-filtro-industrial-absorbente-duro.html>

Yar, J. (2019). ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN FILTRO DE LANA Y

UNO DE ACETATO DE CELULOSA PARA RETENER EL CO<sub>2</sub> Y CO. In.

## 7. Anexos



*Anexo 1. No tejido de lana*



*Anexo 2. Saca bocado N° 7mm*



*Anexo 3. Altura del filtro de Ac*



*Anexo 4. Diámetro del filtro de Ac*



*Anexo 5. Altura del filtro de Wo*



*Anexo 6. Diámetro filtro de Wo*





*Anexo 7. Filtros de acetato de celulosa*



*Anexo 8. Filtros de lana*



*Anexo 9. Cigarrillos con filtro de acetato*



*Anexo 10. Cigarrillos con filtro de lana*



*Anexo 11. Planchas de digestión*



*Anexo 12. Balanza*



*Anexo 13. Vasos de digestión*



*Anexo 14. Cabina de extracción de gases*



*Anexo 15. Serpentín*



*Anexo 16. Refrigerantes*



*Anexo 17. Espectro de absorción atómica*



*Anexo 18. Campana de extracción*

*Fuente: Luis Pilataxi*