



Facultad de Ingeniería y Computación

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Análisis del aprovechamiento de las colillas de
cigarro para la fabricación de aislantes termo
acústicos**

Trabajo de investigación presentado por los alumnos de la Escuela Profesional de
Ingeniería Industrial:

Casaperalta Ramirez Hector Andre

Matias Manrique Cesar Augusto

Para optar por el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Industrial

Asesor: Mg. Arias Enriquez, Joel Fernando

AREQUIPA, 2020.

**Análisis del aprovechamiento de las colillas de
cigarro para la fabricación de aislantes termo
acústicos**

**Analysis of the use of cigarette butts for the
manufacture of thermoacoustic insulating**

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a nuestros padres, pues fueron nuestro soporte, fuente de motivación y pilar en el proceso de desarrollo de la tesina. Ellos fueron el motivo principal de cada uno de nuestros esfuerzos. Fueron los encargados de mostrarnos el camino hacia la superación.

Agradecer a nuestros hermanos por ser nuestra fuente de alegría, por llenarnos de motivación y sobre todo hacer que el tiempo libre que teníamos sea muy agradable.

AGRADECIMIENTO

Una de las cosas más bonitas que uno tiene en la vida, es el poder disfrutar de acciones sencillas como complejas. Agradecer a todos aquellos que estuvieron con nosotros a lo largo de este camino.

Agradecer a nuestros familiares, pues ellos fueron los principales formadores de nuestra vida, fueron quienes nos ayudaron a decidir sobre cada acción que tomamos.

Agradecer a nuestro asesor, pues nos ayudó y motivó cuando pensamos que estábamos yendo por mal camino; nos dio seguridad para defender nuestras ideas.

Agradecer a nuestros amigos, pues nos hicieron pasar buenos momentos a la distancia; nos apoyaron y demostraron que rendirnos no era una opción.

El camino fue largo y difícil, pero con ayuda de todos ustedes se tornó más sencillo.
Gracias.

RESUMEN

Las colillas de cigarro son uno de los mayores contaminantes presente en la actualidad, podemos evidenciar esto tan solo mirando nuestro entorno en el día a día, este desecho está incluso más presente que el plástico y otros contaminantes, sin embargo no existen muchos proyectos para su reutilización, la presente investigación tiene como meta determinar la viabilidad de realizar productos aislantes de características termoacústicas a base de colillas de cigarro basándose en revisión de trabajos nacionales e internacionales, en esta investigación de carácter exploratorio buscamos identificar desde la contaminación que generan las colillas de cigarro, que se realiza actualmente tanto nacional como internacionalmente, hasta su posible transformación a aislantes termoacústicos en el caso de trabajos antecedentes, se analizó otro tipo de proyectos de reciclaje de colillas así como también proyectos que involucran la fabricación de productos aislantes teniendo como materia prima otros desechos.

Logramos identificar parámetros que nos dan distintas perspectivas para comprobar la viabilidad de realizar este proyecto y un posterior análisis de ser necesario.

Palabras clave: Aislantes termoacusticos, Colillas de cigarro, Reciclaje.

ABSTRACT

Cigarette butts are the largest pollutant present today, we can show this just by looking at our environment on a daily basis, this waste is even more present than plastic and other pollutants, however there are not many projects for its reuse, the objective of this research is to determine the feasibility of making insulating products with thermoacoustic characteristics based on cigarette butts specified in a review of national and international works. In this exploratory research we seek to identify from the contamination that cigarette butts grow, which It is currently carried out both nationally and internationally, until its possible transformation to thermoacoustic insulators in the case of previous works, other types of butt recycling projects are analyzed as well as projects that involve the manufacture of insulating products using raw materials to other waste.

We managed to identify parameters that give us different perspectives to verify the feasibility of carrying out this project and a subsequent analysis if necessary.

Keywords: Thermoacoustic insulators, Cigarette butts, Recycling

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| Capítulo 1: Planteamiento General | 11 |
| 1.1. Planteamiento del Problema..... | 11 |
| 1.1.1. Descripción del Problema..... | 11 |
| 1.1.2. Formulación Del Problema | 12 |
| 1.1.3. Sistematización Del Problema | 12 |
| 1.2. Objetivos De La Investigación | 12 |
| 1.2.1. Objetivo General..... | 12 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 12 |
| 1.3. Justificación..... | 13 |
| 1.4. Delimitación | 13 |
| 1.4.1. Temática..... | 13 |
| 1.4.2. Espacial | 13 |
| 1.4.3. Temporal..... | 14 |
| Capítulo 2: Aspectos Metodológicos | 15 |
| 2.1. Tipo De Estudio | 15 |
| 2.2. Método De Investigación..... | 15 |
| 2.3. Fuentes Para Recolección De Información | 15 |
| 2.4. Tratamiento De La Información | 15 |
| Capítulo 3: Marco De Referencia | 17 |
| 3.1. Estado del Arte..... | 17 |
| 3.1.1. Antecedentes Nacionales de Investigación..... | 17 |
| 3.1.2. Antecedentes Internacionales de Investigación..... | 18 |
| 3.2. Marco Teórico – Conceptual | 21 |
| 3.2.1. Impacto Para El Ambiente Y La Salud De Las Colillas De Cigarro | 21 |
| 3.2.1.1. Consumo De Cigarro | 21 |
| 3.2.1.2. Componentes Del Cigarro | 22 |

| | |
|--|----|
| 3.2.1.3. Las Colillas De Cigarro..... | 24 |
| 3.2.1.4. Impacto Para El Ambiente Y Para La Salud | 24 |
| 3.2.2 Métodos y Procesos de Reutilización a base de Colillas | 27 |
| 3.2.2.1 A nivel Internacional..... | 27 |
| 3.2.2.1. A Nivel Nacional | 30 |
| 3.2.3. Tipos de Aislantes | 32 |
| 3.2.4. Proyectos De Aislantes A Base De Otros Materiales Reutilizables | 33 |
| 3.3. Bases Conceptuales..... | 34 |
| Capítulo 4: Resultados Y Conclusiones..... | 36 |
| 4.1. Resultados: | 36 |
| 4.2. Conclusiones y recomendaciones | 37 |
| 4.2.1. Conclusiones | 37 |
| 4.2.2. Recomendaciones | 38 |
| 5. Referencias Bibliográficas | 39 |
| 6. Apéndices | 45 |
| 6.1. Cronograma | 45 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|-----------|
| <i>Ilustración 1: Imagen de muestra en el tubo de impedancia.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Ilustración 2: Población fumadora, por sexo y continente.....</i> | <i>22</i> |
| <i>Ilustración 3: Composición cigarro.....</i> | <i>23</i> |

INTRODUCCIÓN

La tesina presentada fue desarrollada a lo largo de cuatro capítulos. El primer capítulo trató lo referente al problema encontrado, dando como resultado la falta de proyectos de reciclaje para las colillas de cigarro desechadas; mostrando esto a la vez como una oportunidad de negocio para empresas y personas interesadas en el tema. Además del planteamiento de objetivos tanto general, como los objetivos específicos. Cabe mencionar que el objetivo principal de la tesina fue realizar la revisión bibliográfica para verificar metodologías que demuestren la factibilidad de aprovechar las colillas de cigarro desechadas para la fabricación de productos aislantes termoacústicos en el mercado nacional. Además de desarrollar las justificaciones y las delimitaciones empleadas.

En el segundo capítulo se explican los aspectos metodológicos empleados para el desarrollo de la tesina. Nos muestra como tipo de estudio usado la revisión bibliográfica de fuentes secundarias referente al desarrollo de productos aislantes termoacusticos a partir de colillas de cigarro. Además se explica a más profundidad el método de investigación usado, las fuentes que sirvieron como pilar en el desarrollo y el tratamiento de la información recopilada de estas fuentes.

El capítulo tercero es el más extenso, en este capítulo se trata el marco de referencia. Subdividiéndose en el estado del arte, donde se hablan sobre antecedentes nacionales e internacionales referentes al tema; en el marco teórico conceptual, donde partiremos hablando del impacto de las colillas de cigarro en el medio ambiente, siguiendo con los métodos de reutilización usados tanto a nivel nacional como internacional para las colillas de cigarro, para seguir luego tratando lo referente a los tipos de aislantes que existen y concluye con proyectos de productos aislantes a base de otros materiales reutilizables; el marco de referencia termina definiendo algunas bases conceptuales para el mejor entendimiento de la tesina.

El último capítulo tiene como finalidad explicar los resultados obtenidos a lo largo de la revisión bibliográfica. Además llega a exponer conclusiones las cuales irán de la mano con los objetivos mencionados en el trabajo; para de esta manera poder llegar a definir recomendaciones del trabajo.

Capítulo 1: Planteamiento General

1.1. Planteamiento del Problema

1.1.1. Descripción del Problema

Quien no, al salir a la calle se encontró con una colilla de cigarro en el suelo. Este pequeño desecho pasó, ya desde hace mucho tiempo, a ser parte visual de la mayoría de lugares a los que uno concurre; están presentes en todo lado. El problema encontrado es que en la actualidad si bien existen proyectos de reciclaje para botellas de plástico, botellas de vidrio, papel, chapas; existen pocos proyectos de reciclaje en el mercado internacional para las colillas de cigarro, con lo cual vemos una oportunidad de desarrollar información para encontrar una mejor manera de reciclaje de este desecho.

Al revisar noticias y bibliografía especializada, se encontró que cada año se consumen 6,5 trillones de cigarros en el mundo, de los cuales 4.5 trillones terminan contaminando el ambiente (Rivas, 2018) . Además se encontró que los filtros de acetato presentes en las colillas de cigarro tardan, según afirmaciones de algunos autores de 7 a 12 años, aunque existen otros más extremos que indican que su degradación tarda 25 años. (Espacioanepma, 2018).

Este desecho genera un gran impacto en el ambiente y la calidad de vida de las personas. Como lo demuestra un estudio realizado en la Universidad de San Diego, California, en el cual se sumergían dos especies de peces, uno de agua salada y uno de agua dulce, y demostró que casi el 100% de peces sumergidos en un lixiviado con una concentración de 8 colillas de cigarro por litro, no podían sobrevivir a más 96 horas sumergidos en esta concentración. (Slaughter et al., 2010)

En la actualidad los problemas ambientales cobran cada vez mayor importancia y son tomados de manera más urgente por las distintas empresas creando proyectos que disminuyan el impacto producido al ambiente. El fin del trabajo es analizar un proyecto que nos permita aprovechar las colillas de cigarro desechadas, para la fabricación de aislantes de carácter termoacústico.

1.1.2. Formulación Del Problema

¿A través de la revisión bibliográfica será posible comprobar si es viable realizar aislantes termoacústicos a partir de las colillas de cigarro en el mercado nacional?

1.1.3. Sistematización Del Problema

- ¿Cuál es el impacto ambiental y para la salud que genera el desecho de colillas de cigarro en el mundo?
- ¿Que se realiza actualmente con las colillas de cigarro desechadas a nivel mundial?
- ¿Existe algún método de reaprovechamiento de las colillas de cigarro desechadas a nivel nacional?
- ¿Qué requisitos deben tenerse en cuenta para un efectivo funcionamiento del proyecto?
- ¿Cuáles serían los beneficios de realizar productos aislantes a base de colillas de cigarro?

1.2. Objetivos De La Investigación

1.2.1. Objetivo General

Realizar la revisión bibliográfica para verificar metodologías que demuestren la factibilidad de aprovechar las colillas de cigarro desechadas para la fabricación de aislantes termoacústicos en el mercado nacional.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis bibliográfico del impacto ambiental y para la salud de las personas que genera el desecho de colillas de cigarro en el mundo
- Revisar información sobre los diferentes métodos y procesos que existen de reutilización de colillas de cigarro desechadas en el mundo
- Revisar información sobre procesos de reutilización de colillas de cigarro desechas en el Perú
- Realizar un análisis bibliográfico para conocer los requisitos necesarios para la viabilidad del proyecto
- Determinar los beneficios al usar una metodología para la reutilización de colillas de cigarro en base a la revisión bibliográfica.

1.3. Justificación

Como se presentó en la descripción del problema existen pocos proyectos de reciclaje para las colillas de cigarro. Además se sabe que las colillas de cigarro son de los elementos más contaminantes en el medio ambiente, afectan tanto la vida marina, como el aire y los suelos. No permiten un adecuado desarrollo de la vida, reduciendo la calidad de la misma.

En caso de comprobar a través de la revisión bibliográfica que existe un adecuado método de aprovechamiento de las colillas de cigarro desechadas para la producción de productos aislantes disminuiría la contaminación ambiental, por ende se mejoraría la calidad de vida de las personas. El impacto generado por el mal desecho se reduciría y a la vez los impactos que este genera.

Las empresas y muchas personas en el mundo, buscan ser cada vez más amigables con el medio ambiente, de comprobarse la existencia de un adecuado método de aprovechamiento de las colillas de cigarro desechadas para la producción de productos aislantes termoacústicos; también podrían ver este método como una oportunidad de negocio.

El presente proyecto nos ayudara a poder usar y aplicar la variedad de conocimientos y herramientas adquiridas en el transcurso del desarrollo de la carrera de Ingeniería Industrial.

1.4. Delimitación

1.4.1. Temática

Realizar la revisión bibliográfica de herramientas, métodos, limitantes y antecedentes tanto nacionales como internacionales, para la fabricación de aislantes termoacústicos a partir de colillas de cigarros desechadas.

1.4.2. Espacial

Para el desarrollo del análisis se realizará una revisión bibliográfica de distintas fuentes tanto nacionales como internacionales, teniendo como bases estas para determinar su viabilidad al ámbito nacional.

1.4.3. Temporal

El proyecto se desarrollará durante el año 2020, en el transcurso de este se presentará de manera completa los estudios relacionados al proyecto de utilización de colillas de cigarro.

La información que se tendrá en cuenta para el análisis bibliográfico será lo más contemporánea posible, en un plazo de tiempo de 15 años como máximo.

Capítulo 2: Aspectos Metodológicos

2.1. Tipo De Estudio

El presente informe está basado en revisión bibliográfica de artículos científicos sobre el aprovechamiento de colillas de cigarro para la fabricación de productos aislantes, nos permitirá obtener información sobre antecedentes, efectos, métodos, proyectos relacionados, datos cualitativos, experimentación de terceros, etc., para una posterior investigación más a fondo.

No tomamos en cuenta factores de viabilidad como experimentación propia, costos y aceptación del mercado, debido a que esta investigación es de carácter exploratorio.

2.2. Método De Investigación

El método usado para el desarrollo de esta investigación fue una síntesis de análisis bibliográfico, pues se realizó una exhaustiva revisión de fuentes secundarias referente al tema de investigación.

Posterior a esta revisión se aplicarán técnicas; tales como la observación, la indagación, la interpretación y el análisis de todos los datos obtenidos para poder obtener llegar a conclusiones que serán tratadas más adelante, todo siempre con una fuente confiable de información como soporte.

2.3. Fuentes Para Recolección De Información

Para la recolección de información se utilizaron fuentes secundarias, es decir tesis de grado, artículos científicos, revistas y notas de prensa, y algunas fuentes primarias como proyectos ambientales e investigaciones que detallaron los resultados de sus procesos experimentales sobre productos a base de colillas de cigarro.

2.4. Tratamiento De La Información

La presente investigación es de carácter documental, la información fue obtenida tras una búsqueda de bibliografía especializada en el tema elegido, empleando herramientas tales como fichas de resumen, donde se sintetizaron variedad de textos entre, artículos científicos, tesis e informes.

La información obtenida será presentada de manera escrita en base a los datos que consideramos más importantes y que ayuden a la mejor comprensión.

Capítulo 3: Marco De Referencia

3.1. Estado del Arte

3.1.1. Antecedentes Nacionales de Investigación

Si bien la contaminación ambiental es un problema, el cual cada vez va adquiriendo mayor importancia en el ámbito nacional y se van desarrollando investigaciones sobre la manera más adecuada de reducir los impactos ambientales generados por el mal desecho de plásticos, papel y latas. Tras revisar bibliografía especializada referente a la reutilización de colillas de cigarro para la producción de productos aislantes, no se encontró ningún tipo de antecedente a nivel Arequipa, ni a nivel nacional.

Lo más cercano referente al tema fue un estudio realizado en las playas de Lurín para la revista *The Biologist*, denominado Cuantificación y caracterización de residuos sólidos en la playa san pedro de Lurín, Lima, Perú; por Gambini, Palma, Ricra, Vivas y Vélez-Azañero (2019, p. 196). Esta investigación fue desarrollada en la playa San Pedro en el año 2018 con mes Agosto , esta playa se en Lurín, distrito de la provincia de Lima, se cubrió 18763 metros del litoral. Los residuos fueron recolectados en el periodo de dos domingos consecutivos en el mes de agosto, fueron 5 las personas encargadas de recolectar los desechos por un periodo de 3 horas, dando como resultado un total de 30 horas durante todo el proceso de recolección.

Además Gambini et. al (2019, p. 198) mostraron que encontraron un total de 1885 unidades de desechos sólidos, encontrándose como material predominante el plástico, que representó el 73% del total de residuos sólidos encontrados, seguido de goma/hule (9%), papel (9%), vidrio (3%), metal (2%), madera (2%) y tela (1%).

Se hizo además una comparación con Chile, en lo referente a las colillas de cigarro encontradas; pues en Perú si bien en la categoría papel (9% total de material encontrado) las colillas de cigarro representan el 20% de este material; está aún a niveles muy bajos en comparación a Chile; pues en sus playas las colillas de cigarro lideran la lista y se pronosticó un aumento de desechos en un 20%.

Se concluyó además que los residuos encontrado fueron atribuidos a los bañistas locales, pescadores y turistas. Se recomendó además que se extiendan las campañas

de concientización sobre los efectos de la presencia de desechos en el ecosistema mariano, campañas ambientales; pues son necesarios para reducir el impacto que ocasionan los residuos en la vida marina y para mejorar la educación de los pobladores.

3.1.2. Antecedentes Internacionales de Investigación

A continuación presentaremos dos tipos de antecedentes internacionales, proyectos a base de la reutilización de colillas de cigarro para la fabricación de productos que por sus características resultaron tener propiedades aislantes y proyectos en los que se buscó netamente la creación de productos aislantes a base de colillas.

Según Barrera, Valenzuela y Ballesteros (2012, p. 46) en su proyecto Con colillas de cigarrillos crean alternativa para mediaguas, identificaron propiedades como impermeabilidad, sin toxicidad y termoaislante en una capa resistente, similar al triplay, esta capa fue producto de realizar un experimento a base de colillas de cigarro.

Al momento de realizar este proyecto se detalla que se necesitan muchas colillas para la realización de un solo producto, esto sería un problema, sin embargo se afirma su viabilidad al comparar la cantidad de colillas usadas contra las desechadas por la población.

Necesitar esta cantidad de colillas generó que se usen grandes cantidades de agua para realizar la limpieza y purificación de las mismas, lo cual sería una clara desventaja del proyecto, sin embargo se descubrió que esta agua “contaminada” puede ser usada con fines agrícolas, como puede ser abono y fertilizante para plantas.

Siguiendo en el ámbito de la construcción, para Luna (2015) en su tesis de maestría Procesado de filtros de cigarro desechados para la construcción de paneles divisorios, se enfoca en utilizar desechos sólidos generados en la zona metropolitana de ciudad de México, en este caso colillas de cigarro, para usarla como un elemento constructivo que posean características diferenciadoras (absorbentes de sonido).

Para llevar a cabo el proyecto se realizó una campaña de recolección de colillas debido a que no existe una clasificación de estos y generalmente son desechados

junto con toda la basura; y por la falta de educación ambiental, también se pueden encontrar cualquier lugar público como parques, en los exteriores de institutos y universidades, y en calles. Luego de su recolección se procede a la limpieza y descontaminación de estos, con las medidas preventivas y uso de equipos de protección para su manipulación, obtendremos dos productos, el líquido y la fibra.

Se procede a triturar la fibra para crear una masa, la cual es la materia prima de los paneles, luego de mezclarlo con pegamento se dejó secar al sol, al final del proceso se realizaron 4 moldes los cuales pasaron por pruebas para determinar su coeficiente de transmisión acústico.

El líquido obtenido después del limpiado de las colillas se utilizó para la elaboración de insecticidas ambientales y anticorrosivos para tuberías, dejando la comprobación y eficacia de estos a un estudio posterior.

Como principales limitaciones a tomar en cuenta se tiene que los procedimientos utilizados fueron artesanales, ya que no existe una maquinaria para su procesamiento y producción a nivel industrial, tampoco se conoce un método de limpieza estandarizado y un sistema de desechos de colillas establecido.

Se concluye que es probable elaborar un panel apto para incorporarse a un sistema constructivo que separa espacios sin soportar carga sobre él, utilizando como componente principal el material resultante del reciclado de colillas de cigarro al comprobar los requerimientos de resistencia de aplicación constructiva y la porosidad necesaria para lograr un buen factor de transferencia de sonido.

Para Escobar y Maderuelo (2017) en su artículo científico *Acoustical performance of samples prepared with cigarette butts*, las colillas de cigarro son los desechos más contaminantes, proponen y analizan un nuevo uso de este desecho como material absorbente.

Para esto con la colaboración de fumadores individuales y del personal del servicio de limpieza de la Universidad de Extremadura se recolectó la cantidad necesaria de colillas, las colillas usadas fueron colocadas de forma manual en los dos diámetros del tubo de impedancias, y antes de este proceso se tuvieron que separar por sus características como longitud, grosor y partes quemadas.

Las mediciones del tubo de impedancia se basan en el método de la función de transferencia de dos micrófonos, usando este método es posible obtener mediciones rápidas de parámetros incidentes normales usando muestras pequeñas.



Ilustración 1: Imagen de muestra en el tubo de impedancia

Fuente: Escobar y Maderuelo (2017)

La absorción de todas las muestras es bastante alta, lo que indica una alta probabilidad para estos tipos de muestras como absorbentes de sonido, las muestras con una mayor longitud, muestran un comportamiento diferente con un desplazamiento del valor de absorción máximo a frecuencias más bajas y las muestras de colillas de cigarrillos, con un grosor similar, presentan una mejor absorción acústica a frecuencias medias que los otros materiales de absorción medidos.

Los resultados obtenidos son muy prometedores, mostrando un alto rendimiento de absorción acústica. En comparación con algunos aislantes de sonido comerciales indica que podrían usarse como posibles alternativas debido a su mejor rendimiento y accesibilidad económica.

En un estudio más actual Escobar, Rey y Pérez (2019) en su artículo científico *Variability and Performance Study of the Sound Absorption of Used Cigarette Butts*, investigan más a fondo el artículo anterior, tomando en cuenta otras variables a las que no se habían sometido las colillas de cigarrillos.

Se procedió de la misma manera colocando las colillas de cigarro en el tubo de impedancia, esta vez los estudios se realizaron con más 100 muestras, las colillas fueron separadas por características para su mejor evaluación.

Fueron consideradas 4 condiciones, las primeras colillas con partes quemadas, la segunda condición con colillas sin partes quemadas, la tercera condición con colillas sin partes quemadas y sin el papel que cubre el filtro y la cuarta condición filtros no usados.

Después de la evaluación se tuvo como resultados que las muestras preparadas con colillas de cigarrillos usados presentaban en comparación de las colillas con filtro no usados un coeficiente de absorción mayor, y dentro de las usadas las mejores fueron las que no presentaban partes quemadas.

En los resultados se encontraron diferencias de variabilidad esto por regiones quemadas y presencia de papel, sin embargo no se tomaron en cuenta otro tipo de condiciones que aunque mínimamente pueden aumentar o disminuir la variabilidad, los cuales son la presión del fumador en la colilla, la humedad presente en las colillas y marca de las colillas.

3.2. Marco Teórico – Conceptual

3.2.1. Impacto Para El Ambiente Y La Salud De Las Colillas De Cigarro

3.2.1.1. Consumo De Cigarro

Partiremos de la referencia realizada por Calalán (2003) sobre uno de los componentes principales del cigarro, el tabaco; indica que este compuesto tiene tres tentáculos a los que nosotros nos enfrentamos y nos encuentra de sorpresa, el primero es un efecto estimulante, seguido de un efecto calmante y por último un placer por sí mismo. El acto de fumar llegó a ser tan familiar que es extraño encontrar personas a las que esto pudiera molestar, obvio aun existen personas que no lo toleran pero cada vez son menos. Esto conlleva a que el fumador poco a poco se torne más atrevido, volviéndose más atrevido intentando incluso a encender un cigarro en el dormitorio común, tren, en una iglesia, en un velatorio, en una oficina, en despachos o hasta donde llegara su osadía.

El consumo de tabaco, como nos indica Cortez y Ponce (2020, p. 131) en uno de sus artículos; nos indican que el consumo de este compuesto tiene siglos y sin ningún tipo de restricción, debido a que recién en el siglo XVIII sus efectos fueron conocidos, a finales del siglo XX es cuando se empezó a regular su consumo por el impacto que tenía para la salud; a pesar de todas estas restricciones el consumo a nivel mundial no presenta ninguna reducción, existen evidencias que registran 20 mil millones de cigarrillos de consumo aproximado (WHO, 2019, citado en Cortez y Ponce, 2020, p. 131).

Existen tratados que buscan la reducción del consumo tabaco, Hoffman, Poirier, Rogers Van Katwyk, Baral, y Sritharan (2019) en uno de sus estudios referentes al consumo tabaco; tratan sobre el Convenio Marco de la OMS para el Control de Tabaco (CMCT), propuesto por la OMS; el cual tiene como objetivo la reducción del consumo de tabaco y neutralizar en la industria del tabaco la publicidad y promoción de la misma.

Tal como lo indica la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en el año 2018, si bien las inclinaciones al consumo de tabaco son alentadoras, se debe tomar en cuenta que uno de cada cinco adultos (mayores a 15 años) aun consume tabaco en el mundo, siendo las mujeres las que menos consumen con un 6% y los hombres con un 35% de su población total.

A continuación mostraremos un gráfico en el cual se mostrará por continente y sexo el consumo de tabaco:

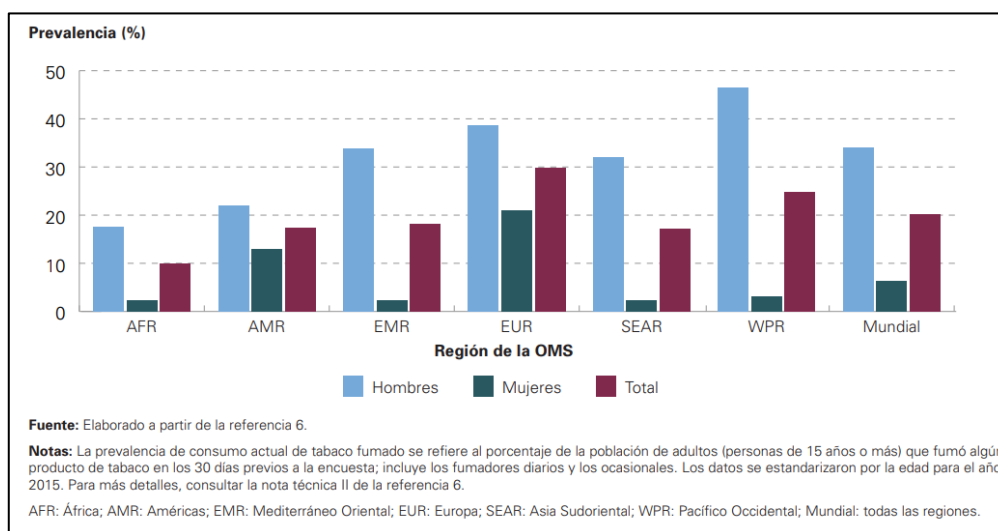


Ilustración 2: Población fumadora, por sexo y continente

Fuente: (OPS, 2018)

Frenar el consumo de cigarrillos en el mundo es una tarea ardua, pues como afirman Rengifo y Maldonado (2015) en el mundo la venta de cigarrillos es una gran fuente de ingreso para comercializadores, productores y por sobre todo a naciones básicamente por los impuestos que se recaudan. Esto se ve manifestado en lo sencillo que es obtener un cigarrillo por su público consumidor, el consumo de este producto por masas sumado a la sencillez de su obtención en el mercado produce en la naturaleza efectos negativos los cuales a su vez ocasionan grave contaminación ambiental.

3.2.1.2. Componentes Del Cigarro

En el siguiente gráfico se busca mostrar las características de un cigarro estándar:

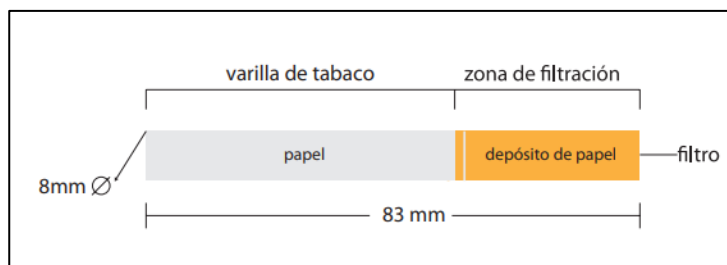


Ilustración 3: Composición cigarro

Fuente: (Guevara, 2010)

Según Ahrendt (2018) un solo cigarro posee alrededor de 7 y 20 mg de alquitrán, dependiendo de sus características; y este llega a liberar 80 cm³ de monóxido de carbono al ambiente. Para Manrique, Eslava y Chaparro (2017, p. 73) el componente encargado de generar la satisfacción y adicción al cigarro es la nicotina; el cual es un alcaloide que proviene del tabaco, el cual previamente era aprovechado como insecticida para enfrentar moscas blancas, pulgones, gusanos masticadores, trips y gusanos del suelo. La nicotina alteraba el sistema nervioso de estos insectos lo cual generaba en estos un paro respiratorio para desencadenar en la muerte de los mismos.

Se sabe que el tabaco tiene variedad de formas de consumo, pero la más usada es en forma de cigarro. Del total de cigarrillos en la actualidad el 97% posee filtros para mejorar su consumo (Espacioanepma, 2018, párr. 03). Estos filtros una vez consumidos pasan a llamarse colillas, los cuales generan gran impacto en el medio ambiente.

Los hallazgos producidos por Slaughter (2010) indican que los filtros presentes en los cigarrillos tienen compuestos químicos tales como cianuro de hidrógeno, monóxido de carbono, amoníaco, nitrógeno óxido, acetaldehído, fenol, monóxido de carbono, benceno, argón, formaldehído, acetona y piridinas; además de estos se sabe que poseen alrededor de 50 componentes químicos más los cuales son para las personas cancerígenos.

Para entrar a profundidad sobre los componentes de las colillas de cigarro nos basaremos en lo que indican Llamas y Joaniquet en el año 2017, para ellos en las colillas de cigarro encontramos compuestos químicos que cumplen la función de pesticidas, los cuales en potencia son de efecto tóxico para el medio en el que se desecha pudiéndose bioacumular

en la cadena alimentaria del ser humano. Además encontramos etilfenol, el cuales es usado como saborizante; está presente en el filtro del cigarro y es de carácter letal para el medio. Otro de los componentes, ya mencionado con anterioridad, es la nicotina la cual es tóxica tanto para animales como para humanos; encontramos también mentol, variedad de metales (Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, Ti y Zn), dietilenglicol, además de carcinógenos y alquitran. (Citado en Cevallos, 2019)

3.2.1.3. Las Colillas De Cigarro

Para Guevara (2010) los filtros presentes en los cigarros, son diseñados para cumplir la función de absorber la acumulación tanto de partículas como vapores de humo. Además los filtros nos ayudan a impedir la entrada de tabaco a la boca del fumador de manera directa.

Los filtros presente en los cigarros, tal como lo menciona Espacioanepma (2018, párr. 12) en su gran mayoría son de acetato de celulosa, estos filtros no son biodegradables y se calcula que tardan décadas en degradarse en el medio ambiente. Existen autores los cuales indican que su degradación va entre un periodo de siete y doce años, mientras por otro lado autores más drásticos afirman que su degradación tarda incluso hasta veinticinco años.

Seguiremos con lo mencionado por Espacioanepma (2018, párr. 04) donde nos indica que el filtro presente en los cigarros, aparentemente inofensivo, es altamente contaminante. Las fibras de plástico por las cuales está elaborado el filtro del cigarro son más delgadas que el hilo, son comprimidas a gran presión para formar el filtro con una apariencia muy parecida al algodón.

3.2.1.4. Impacto Para El Ambiente Y Para La Salud

El cigarro y en especial las colillas de cigarro generan gran impacto tanto en el medio ambiente, como en la salud de las personas.

Según Guevara (2010) apoyado en lo mencionado por la American Burn Association, son aproximadamente novecientas personas en Estados Unidos quienes fallecen por incendios causados por cigarrillos y son alrededor de dos mil quinientas personas las que quedan heridas. Además se reportan los costos por año de propiedad, causados por los incendios que tienen como fuente fumar inapropiadamente, son de aproximadamente seis mil millones de dólares

Fernández en el año 2011, nos indica que el fumador pasivo más perjudicado es el medio ambiente. La producción del tabaco es altamente contaminante para los recursos naturales, entre los efectos más perjudiciales tenemos la pérdida de biodiversidad, deforestación de selvas, incendios forestales; lo cual sólo contribuye a que se produzca el cambio climático de manera más rápida. Por estas razones se considera al tabaco como el producto de consumo por masas que genera más impactos negativos, tanto desde su producción, consumo y su posterior desecho. (Citado en Cevallos, 2019)

El impacto en la producción del cigarro es crítico; pues como lo demuestra Rengifo y Maldonado (2015) apoyado en los estudios de Muller (1978) abordando cómo se producen para cada 300 cigarros la tala de un árbol. Se sabe que se producen 5,6 billones de cigarros al año, con lo cual se traduce a la 18,6 mil millones de árboles talados al año

En lo referente al desecho de cigarro vemos como otro gran problema el mal desecho de las colillas de cigarro, pues como lo menciona la Organización Mundial de la Salud en el año 2019 son aproximadamente diez mil millones de los quince mil millones de cigarros vendidos al día en el mundo, los que son desechados al medio ambiente.

Este mal desecho de las colillas de cigarro apoyados en el estudio realizado por Slaughter et al. (2010), el cual nos indica que por las colillas arrojadas como desecho en la carretera; se liberan al ambiente componentes tales como arsénico, hidrocarburos aromáticos policíclicos, nicotina y metales pesados.

Está demostrado tal y como lo afirma Ahrendt (2018) que los componentes químicos presentes en el cigarro, llegan a colarse al medio ambiente por procesos de urban runoff o escorrentía y son en gran medida perjudiciales para suelos y organismos terrestres y acuáticos.

Para hacer notar el grado de contaminación de las colillas de cigarro nos basaremos en lo mencionado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2019, donde mostraban que entre el 30% y el 40% de los objetos recogidos en campañas de limpieza urbana y costera son colillas de cigarro.

Reafirma y nos muestra lo preocupante que es el mal desecho de este residuo en el medio ambiente los resultados obtenidos por Ocean Conservancy en el año 2018, en su campaña Coastal Cleanup, donde tras la recolección de basura en las costas y mar de 25 países; incluidos Perú. Se recolectaron los suficientes cigarros para formar una línea con la misma longitud de 5 maratones (211 km). Siendo este residuo el más encontrado en las costas de los países mencionados.

Además de ser mal desechadas las colillas de cigarro, según lo indicado por Ahrendt en el año 2018, bajo ciertas circunstancias (tales como la humedad y la luz solar), estas pasan a romperse en pedazos de plástico pequeños, denominados por su tamaño microplásticos, los cuales dejan escapar micro fibras sintéticas y cerca de 7000 químicos presentes en una unidad de cigarro.

Por lo mostrado por Espacioanepma (2018, párr. 14), demuestran que las colillas de cigarro llegan en muchos casos a los ríos, mar y lagos por acción de la lluvia y el viento; poniendo en riesgo por los componentes químicos presentes en la colilla de cigarro la calidad del agua y la vida acuática.

Como ya vimos las colillas de cigarro se descomponen en microplásticos y para ver el impacto de estos en la vida marina nos basaremos en lo informado por la ONG ambientalista Greenpeace (2016, p. 19), en una de sus revistas publicó que los animales que habitan el mar están ingiriendo grandes cantidades de microplásticos los cuales provocan bloqueos gastrointestinales y afectan el modelo de alimentación y reproducción de estos seres. El problema es mucho más graves pues existen pruebas de que estos microplásticos ingeridos se pueden transferir a lo largo de la cadena alimentaria.

Estudios recientes demostraron que los animales marinos ingieren estos microplásticos, lo cual provoca en estos, bloqueos gastrointestinales y alteraciones en sus patrones de reproducción y alimentación. Pero este problema no queda ahí, existen evidencias de que estos microplásticos a lo largo de la cadena se logran transferir. Por este motivo es que se encontraron plásticos a lo largo de los niveles presentes en la cadena alimentaria, incorporando a grandes depredadores como lo son el pez espada y el atún. A raíz de esto se afirma que al ingerir cualquier animal marino con micro plástico en su organismo, nosotros también introduciremos este compuesto a nuestro organismo.

La preocupación por este hecho, tal como lo afirma Ocean Sentry (2019), va por parte de los científicos los cuales encontraron trazas de ftalatos, compuestos químicos los cuales se usan para aumentar la flexibilidad del plástico, indicando que este compuesto puede tener origen en el desecho de botellas y colillas de cigarro; y las aves marinas confunden estos compuestos como alimento. Además la Dra. Provencher y su grupo de trabajo examinaron huevos de gaviotas y fulmares, como resultado encontraron múltiples contaminantes derivados del plástico los cuales son transferidos por parte de las madres hacia los huevos.

Otros resultados para el impacto generado por las colillas de cigarro según investigaciones de Cortez y Ponce (2020, p. 131), nos llevan a que la nicotina y el alquitrán de un solo cigarro, pueden llegar a contaminar hasta 50 litros de agua.

Para comprender con muchas más profundidad el impacto en la vida marina Slaughter en el año 2010 demostró junto a sus demás colaboradores, que casi el 100% de peces sumergidos en un lixiviado con una concentración de 8 colillas de cigarro por litro, no podían sobrevivir a más de 96 horas en esta concentración.

Un problema aparte de los mencionados con anterioridad se ve de manera más clara por los hallazgos de Rengifo y Maldonado (2015) donde demuestran como en California las colillas de cigarro representan el 34% del total de residuos recolectados. En San Francisco se concluyó que los residuos de cigarrillos representan el 25% de los residuos recolectados.

Esto se ve reflejado en las afirmaciones de la Organización Mundial de la Salud (2019), la cual nos indica que el consumo de tabaco se lleva la vida de más de 7 millones de personas al año y tiene un costo para los gobiernos de aproximadamente 1,4 billones de dólares en lo referente a gastos sanitarios y pérdida de productividad.

Para frenar estos impactos ambientales y para la salud, Arriaza (2019) nos explica y pone de ejemplo a Chile, el cual posee una regulación específica que ayuda a frenar esta situación. La ley N°20.920, esta ley establece el Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje más conocida como Ley REP. Dicha ley obliga a todos los productores de productos específicos a gestionar los residuos procedentes de su etapa de producción. La ley REP establece seis productos como los más importantes (incluidos en estos el cigarro), con los cuales sus productores deben ver la forma de hacerse cargo de los desechos de su producto, luego de concluida su vida útil.

3.2.2 Métodos y Procesos de Reutilización a base de Colillas

3.2.2.1 A nivel Internacional

Para este informe se tomó como sustento investigaciones sobre métodos de reutilización existentes para las colillas de cigarro a nivel internacional.

Como principal y más difundido elemento para la degradación de las colillas encontramos el uso de especies de hongos, estos se han adaptado a distintos entornos a lo largo de los años, algunos tienen la capacidad de crecer en ambiente hostiles como lo pueden

ser las colillas de cigarros por la presencia de acetato de celulosa y degradar estas colillas, como lo afirma Benítez (2012) de la siguiente manera:

Debido a que los componentes mayoritarios de los filtros de cigarrillo son la celulosa y el acetato de celulosa, y que los principales sustratos de los hongos basidiomicetos contienen celulosa, hemicelulosa y lignina, el crecimiento micelial de los hongos será positivo en las colillas y las condiciones de incubación permitirán invadir el sustrato y degradarlas por la acción de sus complejos enzimáticos. (p.9)

La capacidad de crecimiento de este tipo de hongos en las colillas logra la degradación de estas poco a poco, es una medida completamente natural la cual no tiene efectos secundarios y su capacidad de retener metales pesados también es una buena alternativa, en el caso de los hongos ostra estos llegan incluso a la viabilidad de generar hongos de consumo humano como concluye Updyke (2014):

El hongo ostra puede absorber los lixiviados tóxicos presentes en el sustrato de tabaco ahumado y puede almacenar los productos químicos en su cuerpo fructífero. [...] Los hongos ostra tienen el potencial de degradar los desechos del filtro de cigarrillos al tiempo que crean hongos gourmet de valor agregado. Se ha demostrado que tienen una tasa de biodegradación acelerada en comparación con una tasa de biodegradación natural estimada. (p.18-19)

Otro método que encontramos es el uso de las colillas para el sector agrícola, mediante abono orgánico, fertilizante natural, insecticidas y repelentes.

Estos productos van a seguir un proceso similar ya que van a derivar de la cantidad de componentes que dispongan las colillas al ser mezcladas con agua y agregar algún aditivo.

Podemos dividir las colillas para su tratamiento y aprovechar cada elemento para diferentes proyectos, de una colilla podemos retirar el tabaco que aún contenga, el papel que recubre el filtro también puede ser tratado y reutilizado, y con el filtro después de su limpieza vamos a obtener agua “contaminada” y el mismo filtro limpio.

Para el caso de querer ser usado como abono orgánico se debe desprender el tabaco que quede en las colillas ya que el tabaco en su proceso natural de descomposición es favorable a la vida bacteriana en la propia tierra (Manrique, Eslava y Pascual, 2013). A su

vez es sabido que las bacterias logran servir como nutrición para las plantas, como es el caso de estas bacterias.

Como es el caso de los proyectos que sirven como antecedentes a esta investigación, al realizar el tratamiento de las colillas se vio involucrada grandes cantidades de agua, esta al estar en contacto con las colillas parecía ya no tener una reutilización, sin embargo con el agua usada para la limpieza de los filtros es posible realizar insecticidas y repelentes debido a la presencia de nicotina, el principio activo de estos insecticidas es imperceptible a través del olfato y capaz de desorientar y ahuyentar a los insectos comunes en los hogares (Manrique et al., 2013).

Un uso diferente es la propuesta de usar los componentes de las colillas para la limpieza de aguas, exactamente como adsorbente de nitratos y zinc, regulador de pH y regulador de conductividad a base de ensayos en continuo y discontinuo de filtros de acetato de celulosa.

Al realizar estos ensayos Monzonis (2011) concluye:

- Las colillas de acetato de celulosa no son apropiados como supresor de nitratos en agua, si bien estos cuentan con la capacidad de inmovilizarlos en un breve periodo de tiempo, una vez que este corto periodo concluye empiezan a soltar algún compuesto que incrementa la densidad de nitratos por lo que el procedimiento usado no sería el mejor para dicha función. (p. 78)
- Los filtros de acetato de celulosa son lo suficientemente aptos para mitigar los valores de pH del agua, acercándose a un valor neutral. (p. 78)
- Los filtros tienen la capacidad de detener una cantidad de zinc proporcional a la concentración de filtros, tanto en el estudio continuo como discontinuo. (p. 78)
- Se percibe una relación directamente proporcional entre la retención de zinc y los valores de pH, al asimilar el metal, se libera un ion de hidrogeno al entorno lo cual hace que se reduzca el pH. (p. 79)

Para Garduño, Gudiño, Pineda y Salmerón (2017) en su investigación experimental Alternativas de Solución a las colillas de cigarro, logran obtener como resultado un plástico a base de colillas, después de una previa recolección y limpieza obtienen un líquido que usaron como insecticida y otro como antioxidante.

Al usar el líquido como insecticida y realizar pruebas, se comprobó que es posible realizar un estudio más fondo para una comparación con los ofertados en el mercado.

Las pruebas que se realizaron para comprobar la característica de antioxidante no dieron los resultados esperados, aunque no se realizó con la instrumentación necesaria para calificar la viabilidad los resultados obtenidos no dan la confianza necesaria para realizar un estudio más detallado de esta característica antioxidante.

Para obtener el plástico, el acetato de celulosa que quedó después de separar el agua fue combinado en un envase con acetona la cual al reaccionar disuelve el exceso de acetato de celulosa, una vez diluido se va a vaciar el compuesto en un molde, obteniendo así unos ceniceros de plástico que serán útiles como alternativa para la contaminación generada por las colillas en la sociedad.

Esto va a ser posible ya que el acetato de celulosa, es un polímero lineal compuesto por unidades de glucosa (anhidroglucopiranosas), unida por enlaces glucosídicos que proporcionan rigidez a la molécula de celulosa (Garduño et al., 2017).

Volviendo al principio de la degradación de colillas a base de hongos basidiomicetos, con el material restante es posible obtener celulosa destinada a la elaboración de papel, por cada tonelada procesada de esos desechos se podría evitar la tala de hasta 14 árboles, indica Benítez (2018).

Al realizar papel a base de las colillas se llegó a la conclusión de que este también posee propiedades aislantes y térmicas, por lo que se debería profundizar su estudio para posteriores proyectos medioambientales.

Como otra posible reutilización de este desecho se tiene la fabricación de ladrillo, aunque no como principal elemento para la fabricación sino como un complemento que puede agregar características que antes no tenía un ladrillo convencional.

Al someter a este ladrillo, el cual tiene como composición 99% arcilla y 1% colillas, a unas pruebas de conductividad eléctrica, térmica e impacto por el método de Charpy; Jamain, Sanchez, Yuwen y Patiño (2019) llegaron a la conclusión que los resultados comparativos con ladrillo con una composición del 100% arcilla era nula en las pruebas de conductividad eléctrica y térmica, sin embargo se notó que para el ensayo de Charpy la muestra con 1% de colillas tuvo mayor resistencia a impacto.

3.2.2.1. A Nivel Nacional

Para este informe no se encontraron proyectos nacionales para la reutilización de colillas de cigarro, pero si campañas de labor social aplicadas por organizaciones internacionales realizadas en nuestro país; tal como se muestra en la investigación, que nos servirá como soporte, realizada por Ocean Conservancy, una organización sin fines de lucro

cuyo fin es formular políticas ambientales las cuales a la larga puedan ser aplicadas, a raíz de sus investigaciones.

En asociación con organizaciones voluntarias de todo el mundo, Ocean Conservancy moviliza a las personas a generar un impacto inmediato en la salud de nuestro océano. Son millones de libras de basura la que los voluntarios retiran millones de de playas y vías fluviales en todo el mundo mientras se fomenta la conciencia sobre el problema de los desechos marinos y un sentido de administración para uno de los mayores recursos naturales de nuestro planeta.

En el año 2017, cerca de 800 000 voluntarios recolectaron basura en las costas y mar de 25 países, el Perú dentro de este grupo.

En el caso específico de Perú, se recolectaron 121,555 kilos de basura; siendo las colillas de cigarro el cuarto elemento más encontrado, por debajo de las bolsas de plástico, envoltura de golosinas y botellas de plástico. (Ocean Conservancy, 2018)

Otro caso importante a tratar en este punto es el de Terracycle, la cual es una empresa innovadora de reciclaje que se ha convertido en un líder mundial en el reciclaje de los residuos difíciles de reciclar.

Terracycle (s.f.) ofrece variedad de programas, los cuales buscan nuevas formas de reciclaje para productos tales como las colillas de cigarro, financiadas por marcas, fabricantes de todo el mundo para ayudar a la recolección de los residuos.

El diario El Comercio (2014) redactó una noticia respecto a esta iniciativa por parte de Terracycle, dando a conocer como fue aplicada de manera correcta en New Jersey y como buscaban replicar esta misma iniciativa en países de Latinoamérica, teniendo a Perú como opción.

Cabe mencionar que tal como informa El Comercio (2014) la empresa Terracycle será la encargada del transporte de los residuos y además esta realizará un pago de 4 dólares por cada medio kilo de estos desechos. Con los filtros recaudados, aunque tienen aspecto de ser de fibra, son de acetato de celulosa, un plástico, por lo que hay que molerlo y eliminar las toxinas con rayos gamma. Para de esta manera obtener abono.

Como se puede observar, si bien no es un proyecto realizado en Perú, es una gran oportunidad la que nos brinda Terracycle; pues no importa de qué país se trate, ellos se encargan del transporte de las colillas de cigarro hasta su sede en New Jersey.

3.2.3. Tipos de Aislantes

Existen diferentes tipos de aislantes termoacústicos, sin embargo solo mencionaremos los más distribuidos.

Para esto tomaremos los distintos materiales que Promateriales (2018), en su revista informativa Aislamiento Térmico y Acústico: técnica de las opciones, toma en cuenta y los define, esta descripción servirá a nuestro informe para dar a conocer los materiales actuales en el mercado y con los que el producto que investigamos será comparado en un posterior análisis de ser requerido.

- **Coquillas, segmentos y codos:** La facilidad de mecanizado de las espumas rígidas de poliuretano y poliisocianurato permite mediante sistemas de corte de control numérico obtener de un bloque de material distintas formas y presentaciones. (p. 57).
- **Lana de Roca:** La lana de roca es un aislamiento mineral, que se forma por dos materias primas que son: las rocas basálticas (de origen volcánico) y el mineral coque (carbón) (p. 56)
- **Lana de Vidrio:** Es un material aislante térmico y acústico utilizado en la construcción y en la industria. Se fabrica fundiendo arena a altas temperaturas, y luego mediante un proceso de fibrado se obtiene un producto de óptimas propiedades para aislamiento térmico acústico. (p. 56)
- **Paneles de caras flexibles y rígidas:** La combinación única de características, como son su reducida conducción térmica, elevada resistencia a la compresión, mínima transmisión del vapor de agua, amplio rango de temperaturas de trabajo, facilidad de mecanizado, y baja absorción de agua, la hacen especialmente indicada para una amplia gama de aplicaciones. (p. 57).
- **Planchas revestidas:** Fabricadas con una gran diversidad de revestimientos. Sus usos más comunes son en el campo de la construcción, para el aislamiento de cerramientos verticales, suelos, terrazas, falsos techos, conductos de aire acondicionado, etc. (p. 57).
- **Planchas:** Cortadas sobre pedido, a partir de grandes bloques, en las dimensiones y espesor indicado por el cliente. Las principales aplicaciones son la elaboración de paneles sándwich con distintos tipos de parámetros. (p. 57).

- **Poliestireno Extruido XPS:** El poliestireno extruido es una espuma plástica y aislante de carácter termoplástico, estructura celular cerrada y expandida por extrusión sin CFC ni HCFC. (p. 56).

3.2.4. Proyectos De Aislantes A Base De Otros Materiales Reutilizables

Para complementar la información obtenida de los proyectos antecedentes, usaremos proyectos e informes de la realización de productos aislantes a base de otros materiales reutilizables y ecoamigables.

El primer proyecto nos indica que es posible realizar aislantes con materiales como fibras naturales presentes en bolsas de yute, como lo mencionan Berardi y Iannace (2015).

Las mediciones realizadas en muestras de fibras naturales tienen demostrado que, de manera similar a los materiales porosos tradicionales, estas fibras tienen buenos coeficientes de absorción acústica, especialmente a frecuencias medias y altas. [...] La inserción de la fibra natural en bolsas de yute, un material acústicamente transparente, recientemente ha permitido realizar paneles de absorción de sonido estéticamente aceptables. (p. 11)

En este informe nos indica que se mide la resistividad del flujo de aire y el coeficiente de absorción acústica para verificar la viabilidad de estas fibras como posible aislante, sin embargo también nos indican que los modelos teóricos existentes no tienen en cuenta la falta de homogeneidad de las fibras naturales.

Otros productos altamente contaminantes y que pueden ser reutilizados para la elaboración de aislantes son las cañas y pajillas, en la actualidad se ha podido evidenciar la contaminación de estos, específicamente en la vida marítima, pues la fauna marítima es la principal perjudicada por estos desechos.

Se realizó un examen del rendimiento acústico de los materiales que consisten en diferentes configuraciones de cañas y pajillas enteras, este reveló que también poseen un potencial considerable para su aplicación como absorbentes de sonido de banda ancha. (Oldham, Egan y Cookson, 2011).

Un gran contaminante del medio ambiente son los neumáticos en desuso, los cuales en algunos lugares son quemados contaminando más al medio ambiente, como medida se ha

evaluado la posibilidad de que sus componentes sirvan como base para la fabricación de aislantes acústicos debido a sus propiedades aislantes.

Como afirman Maderuelo, Barrigón, Martín, Gómez y Rey (2013) en su informe, los desechos elastoméricos, llamados caucho para neumáticos molidos, pueden reciclarse en productos de base acústica que pueden competir adecuadamente con los productos acústicos disponibles y, en algunos casos, tienen un mejor rendimiento de sus propiedades acústicas.

Gracias a la gran cantidad de este desecho este proyecto es viable, estos innovadores absorbentes de sonido tienen un futuro positivo, ya que son más baratos y ecológicos en comparación con otros materiales disponibles y pueden competir adecuadamente con los productos acústicos ofertados en el mercado. (Maderuelo et al., 2013)

En el ámbito Nacional, somos un territorio de diversos climas, específicamente en Puno al ser una ciudad con una altura considerable, el frío está presente debido a su muy baja temperatura, debido a esto y a que en su mayoría la población es de escasos recursos es que se buscó la manera de aprovechar un recurso de la zona para la realización de producto aislantes.

En este caso el componente principal del producto aislante es una vegetación propia del altiplano andino, el Stipa Ichu, el cual no es aprovechado para otro tipo de actividades.

Después de realizar el proyecto y analizar múltiples variables Atahuachi y Carcausto (2019) llegaron a la conclusión:

Las propiedades físicas del Stipa Ichu como densidad, contenido de humedad y porosidad, son adecuadas para utilizarla como elemento principal del material propuesto como aislante termoacústico.

El material de construcción propuesto como aislante termoacústico a base de Stipa Ichu, tiene un costo inferior frente a productos existentes en el mercado, siendo accesible a la economía de las personas en general. (p. 144)

3.3. Bases Conceptuales

Ensayo de Charpy: Consiste en la ruptura de una probeta entallada mediante la aplicación de un impacto con un martillo. En este ensayo se mide la energía absorbida por el material al deformarse y romperse. (Zarza, Vargas, Acevedo, Torres y Herazo, 2018)

Escorrentía: También llamada por su traducción al inglés como Urban Runoff, según la definición propuesta por Pérez (s.f.) podemos definirla como el flujo de nieve, lluvias o agua; sobre la superficie terrestre. Cuando la escorrentía circula a lo largo de la tierra, esta recoge variedad de contaminantes de la superficie terrestre tales como fertilizantes, pesticidas.

Fumador pasivo: La Asociación Española Contra el Cáncer (2018) define a un fumador pasivo como las personas, que sin la necesidad de ser fumadoras, son expuestas al aire contaminado por la presencia de humo de tabaco.

Hongos basidiomicetos: Son hongos capaces de degradar eficientemente compuestos aromáticos y heterogéneos porque presentan un complejo enzimático inespecífico con actividad oxidativa contra una amplia variedad de sustancias tóxicas y recalcitrantes que les permite aplicaciones como biorremediadores de suelos y aguas contaminadas en las industrias textil y papelera. (Rojas, 2013)

Hongos ostra: Hongo comercialmente importante en el mercado mundial de hongos. Es ampliamente cultivado y consumido en diferentes partes del mundo por sus valores nutricionales y algunas propiedades medicinales. (Adebayo y Oloke, 2017)

Lixiviado: Líquido residual, generalmente tóxico, que se filtra de un vertedero por percolación.

Mediaguas: Construcción con el techo inclinado, de una sola vertiente.

Microplásticos: Abbas (2019) define a los microplásticos, como partículas de pequeño tamaño derivadas del petróleo. Su biodegradación es muy complicada y se puede afirmar que su origen viene de acciones industriales y el consumo en hogares. Presente en variedad de artículos como detergentes, pastas dentales e incluso en fibras de ropa sintética. Son vertidos de manera frecuente en nuestras aguas residuales.

Tubo de impedancias: También llamados tubos de Kundt, son sistemas para el estudio y obtención de las propiedades acústicas de los materiales ensayados y conocer su impedancia acústica y coeficiente de absorción. (Grupo Álava. 2020).

Capítulo 4: Resultados Y Conclusiones

4.1. Resultados:

Para comprobar el correcto funcionamiento de cualquier proyecto o estudio se deben tener en cuenta los parámetros que engloban su viabilidad desde los cuales llegamos a obtener un resultado ya sea aceptar o descartar un proyecto, en el caso de los aislantes termoacústicos después de analizar la bibliografía que se usó como antecedentes y proyectos similares, podemos definir como principales parámetros los siguientes:

- **Cantidad de población fumadora en un territorio específico (País o ciudad).**

La población fumadora del lugar donde se desee realizar el proyecto es el primer parámetro que debemos tener en cuenta, ya que en ellos se encuentra la generación de la materia prima a usar.

Un país con una población fumadora escasa no va a generar la cantidad de colillas necesarias para la viabilidad de realizar productos aislantes y viceversa.

- **Técnicas de reciclaje y cultura ambiental para captar colillas desechadas.**

Al analizar los informes de proyectos realizados para obtener cualquier producto a base de colillas, todos tuvieron como inconveniente en común la falta de técnicas de reciclaje de colillas y una cultura ambiental no adecuada, ya que las colillas se pueden encontrar en cualquier parte y no hay una clasificación de estas, la recolección de colillas fue un factor que tomó tiempo valioso, el cual se podría reducir con buenas prácticas ambientales.

- **Transformación de las colillas recicladas.**

Un claro limitante que se evidenció fue que no existe una maquinaria para el procesamiento y producción a nivel industrial de aislantes termoacústicos a base de colillas de cigarro, tampoco se conoce un método de limpieza estandarizado para separar los componentes de las colillas, todos estos procesos se hacen de manera artesanal.

- **Competencia de otro tipo de aislantes termoacústicos.**

Según la revisión que se hizo pudimos comprobar que hay gran variedad de aislantes en el mercado, algunos mejores que otros y varían según calidad - precio, también existen aislantes naturales y proyectos que involucran la fabricación de

aislantes a partir de la reutilización de otros desechos altamente contaminantes y de materia prima como plantas.

En cuanto a la propiedad aislante de los filtros de colillas encontramos que estas tienen una capacidad de absorción incluso mayor a los aislantes existentes en el mercado y también es más económico.

4.2. Conclusiones y recomendaciones

4.2.1. Conclusiones

- Se demostró mediante la revisión bibliográfica que la realización de una metodología que aproveche las colillas de cigarro para la producción de aislantes termoacústicos en el ámbito nacional tiene muchas limitaciones, como principal la falta de abastecimiento de materia prima (colillas de cigarro); puesto en el Perú no es un residuo muy presente en campañas de recolección.
- La revisión de fuentes secundarias dio como resultado que las colillas de cigarro son altamente contaminantes, puesto no solo contaminan el suelo; sino que a través de escorrentía llegan a superficies acuáticas afectando de manera negativa la vida de las mismas; incluso llegando a afectar al ser humano; pues es consumidor de productos marinos tales como peces los cuales fueron afectados por los desechos de las colillas de cigarro.
- A nivel internacional se encontró múltiples proyectos que involucran la transformación de colillas de cigarro, ya sea minimizando la contaminación de las mismas aplicando métodos como es el caso del cultivo de hongos basidiomicetos o aprovechándolos como materia prima para la elaboración de diversos productos como pueden ser insecticidas, repelentes, abono, papel y aislantes termoacusticos.
- A nivel nacional se encontró datos relacionados al desechos de las mismas por parte de campañas sociales de limpieza realizadas por Organizaciones No Gubernamentales medioambientalistas; además de proyectos por empresas extranjeras, como es el caso de Terracycle; buscando la captación de colillas de cigarro para un adecuado procesamiento. Más procesos nacionales de reutilización de colillas de cigarro son inexistentes.
- Los requisitos que se deben tener en cuenta para la viabilidad del proyecto son:
 - Cantidad de población fumadora pues serán los proveedores de nuestra materia prima.

- La cultura ambiental para la captación de colillas desechadas, pues será la fuente de abasto del proyecto.
- El método para transformar las colillas recicladas.
- Cumplir con el factor de aislar el sonido y la temperatura en comparación con otros aislantes termoacústicos.
- Se evidenció que existe un método para el adecuado reaprovechamiento de las colillas de cigarro, lo cual conlleva a reducir el impacto generado por su mal desecho en el medio ambiente y en la calidad de las personas como principal beneficio.

4.2.2. Recomendaciones

- Se recomienda generar una cultura de buenas prácticas ambientales de recolección de residuos no solo en el Perú, sino a nivel internacional; puesto el reciclaje, no solo de colillas de cigarro, sino de variedad de desechos se realizará de manera más sencilla y factible.
- Al realizar el proyecto para la reutilización de colillas; este generará, en específico para la limpieza de las colillas, gran desperdicio de agua; se recomienda usar esta cantidad de agua como insecticida o repelente en cultivos.
- Se recomienda realizar a nivel nacional estudios a mayor profundidad respecto a los residuos generados, para tener la información necesaria que impulse a inversiones de proyectos en materia de reciclaje de residuos.

5. Referencias Bibliográficas

- Abbas, N. (2019, abril 11). Qué son los microplásticos: definición y tipos. Recuperado 30 de abril de 2020, de <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-microplasticos-definicion-y-tipos-1543.html>
- Adebayo, Eliajh y Oloke, Julius. (2017). Oyster mushroom (pleurotus species); A natural functional food. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. 7. 254-264. 10.15414/jmbfs.2017/18.7.3.254-264.
- Ahrendt, C. (2018, noviembre 6). La amenaza de las colillas de cigarro. Recuperado 25 de abril de 2020, de <https://www.endemico.org/actualidad/la-amenaza-las-colillas-cigarro/>
- Atahuachi Layme, G. M., Quispesayhua, C., & Nayda, Y. (2018). Aislante termoacústico a base de Stipa Ichu para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11138/Atahuachi_Gaby_Carcusto_Yanet.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arriaza, J. (2019). Un Mar de Micro Plásticos en Chile: Propuestas para minimizar sus efectos en Salud y el Medioambiente. Recuperado de <http://fit.uss.cl/content/uploads/2019/05/Un-Mar-de-Micro-Plasticos.pdf>
- Barrera, A., Valenzuela, M., & Balletero, G. (2012, agosto). Con colillas de cigarrillos crean alternativa para mediaguas. Beauchef MAGAZINE, 3. Recuperado de <https://www.cec.uchile.cl>*
- Benítez, L. J. L. (2012). Degradación de los Residuos Sólidos del Cigarrillo por crecimiento de *Pleurotus ostreatus* y *Trametes versicolor*. Recuperado de <https://1drv.ms/b/s!AvMamKJBNbqPhV7yh5DVKYvE6daL>
- Benitez, L. (2018, mayo 28). A partir de colillas de cigarro, universitario elabora celulosa para fabricar papel. Recuperado de https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2018_337.html

BERARDI, U.; IANNACE, G. "Acoustic characterization of natural fibers for sound absorption applications". *Building and Environment*, 94, 2015, 840-852. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036013231530007X>

Cevallos, C. (2019). Manejo integral de colillas de cigarrillo para mitigar sus efectos en el medio ambiente. Recuperado de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/20422>

Calalán, J. (s. f.). Psicología del hábito de fumar. Recuperado 25 de abril de 2020, de <https://www.cop.es/colegiados/A-00512/tabaco.html>

Cortez, L., & Ponce, D. (2020). Impacto generado por colillas de cigarrillo en el medio ambiente a nivel mundial. *Boletín Informativo CEI*, 6(3), 131-132. Recuperado de <http://editorial.umariana.edu.co/revistas/index.php/BoletínInformativoCEI/article/view/2140>

El Comercio. (2014, julio 22). Nueva Orleans convierte las colillas de cigarrillos en abono. Recuperado 30 de abril de 2020, de <https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/nueva-orleans-convierte-colillas-cigarrillos-abono-344291-noticia/?ref=ecr>

Escobar, Valentín & Maderuelo-Sanz, Rubén. (2017). Acoustical performance of samples prepared with cigarette butts. *Applied Acoustics*. 125. 166-172. 10.1016/j.apacoust.2017.05.001.

Espacioanepma. (2018, agosto 13). Colillas de cigarrillo, el eterno problema en playas y otros espacios públicos. Recuperado 25 de abril de 2020, de <https://espacioanepma.org/2018/08/13/colillas-de-cigarrillo-el-eterno-problema-en-playas-y-otros-espacios-publicos/>

Gambini, R., Palma, Y., Ricra, O., Vivas, G., & Vélez-Azañero, A. (2019). CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLAYA SAN PEDRO DE LURÍN, LIMA, PERU. *The Biologist*, 17(1), 197-205. <https://doi.org/10.24039/rtb2019171305>

- Garduño Gutiérrez, Francisco Gudiño del Río, Andrés, Pineda Hernández Estefanía & Salmerón Guerrero Tamara (2017). Alternativas De Solución A Las Colillas De Cigarro. D.F.
- Gómez Escobar, V., Rey Gozalo, G., & Pérez, C. J. (2019). Variability and Performance Study of the Sound Absorption of Used Cigarette Butts. *Materials* (Basel, Switzerland), 12(16), 2584. <https://doi.org/10.3390/ma12162584>
- Greenpeace. (2016). Nadando en plásticos. *GREENPEACE*, 20(1), 16-20. Recuperado de <https://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/GPmagazine/GPM20/Plasticos-en-los-oceanos/index.html>
- Grupo Álava. (2020). Instrumentación y ensayos: Acústica y vibraciones. Recuperado de <http://www.grupoalava.com/ingenieros/productos/instrumentacion-y-ensayos/acustica-y-vibraciones/tubos-de-impedancia-kundt/>
- Guevara Lizano, A. (2010). Sistema para el adecuado desecho de colillas de cigarro. Recuperado de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2921/Informe_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hoffman, S. J., Poirier, M. J. P., Rogers Van Katwyk, S., Baral, P., & Sritharan, L. (2019). Impact of the WHO Framework Convention on Tobacco Control on global cigarette consumption: quasi-experimental evaluations using interrupted time series analysis and in-sample forecast event modelling. *BMJ*, 12287. <https://doi.org/10.1136/bmj.12287>
- Jamain, C., Sánchez, J. C., Yuwen, L., & Patiño, M. (2019). Ladrillos ecológicos a partir de colillas de cigarro. *Ingenia Materiales*, (1), 52-53. Recuperado de http://polired.upm.es/index.php/ingenia_materiales/article/download/3941/4038.
- Luna, R. A. (2015). *Procesado de filtros de cigarro desechados para la construcción de paneles divisorios*. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/14250/1/Procesamiento%20de%20filt>

ros%20de%20cigarro%20para%20la%20construccion%20de%20paneles%20divisores%20Rafael%20Alonso%20Luna%20Martinez%20SIP%20B120580.pdf

Maderuelo-Sanz R, Barrigón Morillas JM, Martín Castizo M, Gómez Escobar V, Rey Gozalo G. Acoustical performance of porous absorber made from recycled rubber and polyurethane resin. *Latin Am J Solids Struct* 2013;10:585–600. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-78252013000300008&lng=en&tlng=en

Manrique, J., Eslava, I., & Chaparro, J. (2017). USO INTEGRAL DE COLILLAS DE CIGARRILLO CON FINES AMBIENTALES Y COMERCIALES. PROYECTO PILOTO EN LA FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS. Boletín Semillas Ambientales, 11(1), 72-79. Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/12234>

Monzonis Marco, J. C. (2011). Estudio para la minimización del residuo de colillas de tabaco y su posible reutilización. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11025/Memoria.pdf?sequence=1>

Ocean Conservancy. (2018). Building A Clean Swell. Recuperado de <https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2018/07/Building-A-Clean-Swell.pdf>

OCEAN SENTRY. (2019, febrero 18). Hallados químicos del plástico en los huevos de una colonia de aves árticas. Recuperado 25 de abril de 2020, de <https://www.oceansentry.org/es/hallados-quimicos-del-plastico-en-los-huevos-de-una-colonia-de-aves-articas/>

Oldham DJ, Egan CA, Cookson RD. Sustainable acoustic absorbers from the biomass. *Appl Acoust* 2011;72:350–63. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X10002914>

- OMS. (2019). Día Mundial sin Tabaco. Recuperado de <http://onu.org.pe/dias-internacionales/dia-mundial-sin-tabaco/#>
- OPS. (2018). Informe sobre el control del tabaco en la Región de las Américas, 2018. Recuperado de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49237>
- Organización Español Contra el Cáncer. (2018). *FUMADOR PASIVO*. Recuperado de <https://www.aecc.es/es/todo-sobre-cancer/prevencion/no-fumes/riesgos-asociados/fumador-pasivo>
- Pérez, G. (s. f.). Ciclo Hidrológico. Recuperado 30 de abril de 2020, de https://www.ciclohidrologico.com/escorrenta_superficial
- Promateriales. (2018). Aislamiento Térmico y Acústico: técnica de las opciones. Recuperado de <https://promateriales.com/pdf/pm0307.pdf>
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.3 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [11 de Mayo del 2020].
- Rengifo, S., & Maldonado, E. (2015). Regulación jurídica y daño ambiental que generan las colillas de cigarrillo arrojadas al espacio público. Recuperado de <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/3724>
- Rivas, P. (2018). Colillas, ese absurdo y omnipresente residuo. Recuperado 11 de abril de 2020, de El Salto website: <https://www.elsaltodiario.com/residuos/colillas-tabaco-absurdo-omnipresente-toxico>
- Rojas Ramírez, Lena Los basidiomicetos: una herramienta biotecnológica promisoriosa con impacto en la agricultura, *Fitosanidad*, vol. 17, núm. 1, abril-, 2013, pp. 49-55 Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209128776009>
- Slaughter, E., M Gersberg, R., Watanabe, K., Rudolph, J., Stransky, R., & E Novotny, T. (2010, septiembre 18). Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to

marine and freshwater fish. Recuperado 25 de abril de 2020, de
https://www.researchgate.net/publication/51062567_Toxicity_of_cigarette_butts_and_their_chemical_components_to_marine_and_freshwater_fish

Terracycle. (s. f.). Sobre TerraCycle. Recuperado 30 de abril de 2020, de
https://www.terracycle.com/es-ES/about-terracycle?utm_campaign=admittance&utm_medium=menu&utm_source=www.terracycle.com

Updyke, Raymond, "Biodegradation and Feasibility of Three Pleurotus Species on Cigarette Filters" (2014). Honors College. 192.
<https://digitalcommons.library.umaine.edu/honors/192>

Zarza Ospino Maria, Torres Rafael, Acevedo Monterrosa Maria, Torres Edilberto y Herazo Padilla Brianda. (2018). ENSAYO DE IMPACTO CHARPY. Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/328040709_ENSAYO_DE_IMPACTO_CHARPY

6. Apéndices

6.1. Cronograma

| Tareas | Fecha de inicio | Fecha final | Días | Estado |
|--|-----------------|-------------|------|-------------|
| Conformación de duplas | 30-Mar | 31-Mar | 1 | Completado |
| Elección de Tema de Tesina | 31-Mar | 1-Abr | 1 | Completado |
| Llenado de formulario de Tema de Investigación | 31-Mar | 3-Abr | 3 | Completado |
| Validación del Tema de Investigación | 4-Abr | 5-Abr | 1 | Completado |
| Asignación de Asesor | 6-Abr | 7-Abr | 1 | Completado |
| Elaboración del Plantamiento del Problema | 7-Abr | 10-Abr | 3 | Completado |
| Elaboración de los Objetivos de Investigación | 7-Abr | 10-Abr | 3 | Completado |
| Elaboración de Justificación y Delimitación | 9-Abr | 11-Abr | 2 | Completado |
| Evaluación y Corrección con el Asesor | 11-Abr | 13-Abr | 2 | Completado |
| Presentación del Plan General | 13-Abr | 14-Abr | 1 | Completado |
| Elaboración y Presentación de Fichas 1 | 14-Abr | 20-Abr | 6 | Completado |
| Elaboración y Presentación de Fichas 2 | 20-Abr | 27-Abr | 7 | Completado |
| Elaboración de los Aspectos Metodológicos | 27-Abr | 28-Abr | 1 | Completado |
| Elaboración del Estado del Arte | 27-Abr | 30-Abr | 3 | Completado |
| Elaboración del Marco Teórico - Conceptual | 27-Abr | 2-May | 5 | Completado |
| Elaboración Bases Conceptuales | 1-May | 3-May | 2 | Completado |
| Elaboración del Cronograma | 2-May | 3-May | 1 | Completado |
| Elaboración de Bibliografía | 2-May | 3-May | 1 | Completado |
| Presentación de Plan de Tesina | 2-May | 3-May | 1 | Completado |
| Revisión de Plan de Tesina | 4-May | 5-May | 1 | Completado |
| Corrección de Observaciones | 5-May | 9-May | 4 | Completado |
| Elaboración de borrador de tesina | 5-May | 13-May | 8 | Completado |
| Corrección de borrador de tesina con Asesor | 14-May | 16-May | 2 | Completado |
| Revisión de Borrador de Tesina | 16-May | 17-May | 1 | En progreso |

Observaciones

- No se asignó un responsable por tareas ya que la responsabilidad fue compartida en todos los puntos.
- Desde la Asignación del Asesor, se contactó y acordó tener reuniones semanales vía Google Meet.

