



**Universidad Autónoma de San Luis Potosí**

**Facultad de Ingeniería**

**Centro de Investigación y Estudios de Posgrado**

**Desarrollo de un Recubrimiento Antimicrobiano como  
Estrategia de Innovación para Interiores de Automóviles**

**T E S I S**

Que para obtener el grado de:

**Maestro en Planeación Estratégica e Innovación**

Presenta:

**I.Q. Denebh Criseida Galván Martínez**

Asesor:

**Dr. Héctor Méndez Azúa**

San Luis Potosí, S. L. P.

Marzo de 2019





FACULTAD DE INGENIERÍA

21 de febrero de 2019

**I.Q. DENEHB CRISEIDA GALVÁN MARTÍNEZ  
P R E S E N T E**

En atención a su solicitud de Temario, presentada por el **Dr. Héctor Méndez Azúa**, Asesor de la Tesis que desarrollará Usted, con el objeto de obtener el Grado de **Maestra en Planeación Estratégica e Innovación**, me es grato comunicarle que en la Sesión del H. Consejo Técnico Consultivo celebrada el día 21 de febrero del presente año, fue aprobado el Temario propuesto:

**TEMARIO:**

**"Desarrollo de un Recubrimiento Antimicrobiano como Estrategia de Innovación para Interiores de Automóviles"**

Introducción.

1. Estudio sobre las características de aditivos antimicrobianos
2. Metodología para el desarrollo de una formulación para el recubrimiento con características antimicrobianas
3. Proceso para la obtención del recubrimiento antimicrobiano

Conclusiones.

Referencias.

**"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO"**

**A T E N T A M E N T E**

**M. I. JORGE ALBERTO PÉREZ GONZÁLEZ  
DIRECTOR**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE SAN LUIS POTOSÍ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN



Copia. Archivo  
\*etn.

[www.uaslp.mx](http://www.uaslp.mx)

Av. Manuel Nava 8  
Zona Universitaria - CP 78290  
San Luis Potosí, S.L.P.  
tel. (440) 826 2330 al 39  
fax (440) 826 2336

"2019, aniversario 160 de la fundación del Instituto Científico y Literario de San Luis Potosí"



**UASLP**  
Universidad Autónoma  
de San Luis Potosí



FACULTAD DE  
INGENIERÍA



CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN  
Y ESTUDIOS  
DE POSGRADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área de Investigación y Estudios de Posgrado

### Aclaración

El presente trabajo que lleva por título:

**Desarrollo de un Recubrimiento Antimicrobiano como Estrategia de Innovación para Interiores de Automóviles**

se realizó en el periodo Agosto de 2016 a Diciembre de 2018 bajo la dirección del Dr. Héctor Méndez Azúa.

### Originalidad

Por este medio aseguro que he realizado este documento de tesis para fines académicos sin ayuda indebida de terceros y sin utilizar otros medios más que los indicados.

Las referencias e información tomadas directa o indirectamente de otras fuentes se han definido en el texto como tales y se ha dado el debido crédito a las mismas.

El autor exime a la UASLP de las opiniones vertidas en este documento y asume la responsabilidad total del mismo.

Este documento no ha sido sometido como tesis a ninguna otra institución nacional o internacional en forma parcial o total.

Se autoriza a la UASLP para que divulgue este documento de Tesis para fines académicos.

Nombre y Firma del autor

  
Denebh Criselda Galván Martínez

*A mis padres,  
Valerio Galván e Isabel Martínez,  
por ser el pilar fundamental de mi vida y  
por haberme apoyado incondicionalmente  
a lograr una meta más en mi vida profesional.*

## **Agradecimientos**

Agradezco profundamente a mi Madre quien no dejo que me rindiera, fue su apoyo constante y sus palabras de ánimo que me ayudaron a superar los inconvenientes que se presentaron en el camino.

Agradezco principalmente a mi asesor de tesis Dr. Héctor Méndez Azúa y a mis profesores de la maestría, quienes con su experiencia, conocimiento y motivación me orientaron y ayudaron en darle forma y a concluir este trabajo de investigación.

Agradezco especialmente a las diferentes instituciones que me brindaron las herramientas y recursos necesarios para llevar a cabo mi trabajo de investigación.

## RESUMEN

En la actualidad, el uso de los aditivos antimicrobianos se emplea dentro de diversas industrias como son la industria alimentaria, la industria de empaques, la industria médica entre otras. A lo largo de la historia de la industria automotriz, la búsqueda por la innovación se ha convertido en parte fundamental de la competencia y búsqueda de una posición de más prestigio entre empresas. Con el paso del tiempo y, sobre todo, durante las últimas décadas, la seguridad y desarrollo de automóviles confiables ha sido la prioridad. Para lograr lo anterior, la industria automotriz ha tenido que desarrollar nuevos materiales que además de ser confiables tengan diseños novedosos y atractivos para los usuarios finales. Este trabajo de tesis presenta el desarrollo de un recubrimiento antimicrobiano que puede ser implementado dentro del proceso de producción actual de la industria automotriz. El resultado es sometido a pruebas de compatibilidad de materiales para obtener la opción que se apegue a los procesos productivos utilizados en la Industria, sin dejar de lado la relación de costo y beneficio. Las pruebas aplicadas al producto final demuestran que se cumple con la inhibición de los microorganismos que se puedan encontrar en los componentes del interior de los automóviles.

**Palabras clave:** *Recubrimiento antimicrobiano, innovación, interiores automotrices, aditivo antimicrobiano.*

## ABSTRACT

Currently, the antimicrobial additives are being used in several industries such as food, medical and packaging industry. Through history of the automotive industry, the research for innovation has become a fundamental component for competitiveness, looking for a more prestigious position among the companies. During decades, and especially during the last ones, the safety and development of reliable automobiles has been the priority. In order to reach these objectives, automotive industry has had to develop new reliable and innovate materials, with innovative designs, attractive for final users. This work presents the development of an antimicrobial coating that can be implemented within the current production process of the automotive industry. The results were tested to verify material's compatibility in order to obtain the best option that fits to the current production processes, with the proper cost-benefit relationship. Finally, Tests applied to the final product demonstrate that the final product complies with the inhibition of microorganisms that can be found in the components of car interiors.

**Keywords:** *antimicrobial coating, innovation, car interiors, antimicrobial additive.*

## Contenido

<i>Introducción</i> .....	1
<i>Capítulo 1: Estudio sobre las características de aditivos antimicrobianos</i> .....	4
<b>1.1 La importancia de la innovación en el sector automotriz</b> .....	5
<b>1.2 Objetivo General</b> .....	9
<b>1.3 Objetivos específicos</b> .....	9
<b>1.4 Justificación</b> .....	10
<b>1.5 Problemática</b> .....	11
<b>1.6 Marco teórico</b> .....	14
a) Aditivos antimicrobianos.....	14
b) La innovación en la Industria Automotriz .....	18
<b>1.7 Hipótesis</b> .....	21
<b>1.8 Definición del alcance de la innovación propuesta</b> .....	21
<b>Conclusiones del capítulo 1</b> .....	22
<i>Capítulo 2: Metodología para el desarrollo de una formulación para el recubrimiento con características antimicrobianas</i> .....	23
<b>2.1 Planteamiento metodológico</b> .....	24
<b>2.2 Selección de herramientas para el desarrollo de la Metodología</b> .....	28
<b>2.3 Definición de indicadores para la validación de la propuesta</b> .....	31
<b>2.4 Plan de Implementación</b> .....	36
<b>Conclusiones del capítulo 2</b> .....	39
<i>Capítulo 3: Proceso para la obtención del recubrimiento antimicrobiano</i> .....	40
<b>3.1 Desarrollo de las actividades del plan de implementación</b> .....	41
3.1.1 Fase de Investigación y Desarrollo .....	45
3.1.2 Fase de Experimentación .....	55
3.1.3 Fase de Optimización.....	63
3.1.4 Fase de Aprobación.....	73
<b>3.2 Trabajo futuro</b> .....	78
<b>Conclusiones del Capítulo 3</b> .....	78
<i>Conclusiones</i> .....	80
<b>Glosario</b> .....	85
<i>Referencias</i> .....	89

## Índice de figuras

Figura 1: Ejemplos de componentes de PVC y TPO de mayor contacto con el ser humano. Fuente: Portal BMW .....	8
Figura 2: Problematización de los componentes para el interior de los automóviles con recubrimiento antimicrobiano. Fuente: Elaboración propia. ....	12
Figura 3: Problematización de los aditivos antimicrobianos. Fuente: Elaboración propia. ....	13
Figura 4: Metodología general del desarrollo de un proyecto. Fuente: Elaboración propia. ....	25
Figura 5: Ejemplo de mapa mental de aditivos antimicrobianos. Fuente: Elaboración propia. ....	28
Figura 6: Ejemplo de gráfica estadística. Fuente: Elaboración propia.....	29
Figura 7: Ejemplo de optimización de respuesta DoE. Fuente: Elaboración propia.....	30
Figura 8: Máquina Taber para pruebas de abrasión. Fuente: Taber Industries .....	30
Figura 9: Máquina de ensayo universal. Fuente: CSM Metrology.....	31
Figura 10: Indicadores de la metodología. Fuente: Elaboración propia.....	32
Figura 11: Tipos de adhesión. Fuente: La web de los adhesivos .....	33
Figura 12: Tipo de fallas de adhesión. Fuente: La web de los adhesivos.....	34
Figura 13: Proceso de lacado. Fuente: Elaboración propia .....	34
Figura 14: Vista parcial del plan de implementación. Fuente: Elaboración propia.....	36
Figura 15: Ejemplo del interior del automóvil con asiento para bebé. Fuente: N/A. ....	49
Figura 16: Ejemplo del interior del automóvil. Fuente: Chrysler Town & Country. ....	49
Figura 17: Vista parcial de documento para solicitud de materia primas de prueba. Fuente: Empresa colaboradora. ....	52
Figura 18: Medidor de brillo. Fuente: BYK Additives & Instruments. ....	55
Figura 19: Formato de orden de compra. Fuente: Empresa colaboradora.....	56
Figura 20: Equipos necesarios para el mezclado: Fuente: Empresa colaboradora.....	58
Figura 21: Esquema ilustrativo del mezclado de lacas y laca terminada. Fuente: Elaboración propia y Empresa colaboradora. ....	59
Figura 22: Equipos necesarios para las pruebas de calidad después del mezclado. ....	60
Figura 23: Características de cada etapa del proceso. Fuente: Empresa colaboradora. ....	64
Figura 24: Vista parcial del formato para lote de prueba. Fuente: Empresa colaboradora.....	65
Figura 25: Ejemplo de máquina de adición de capas (a) y estación de aplicación de capas (b). Fuente: Empresa colaboradora. ....	66
Figura 26: Ejemplo de máquina de lacado (a) y estación de aplicación de laca (b). Fuente: Empresa colaboradora. ....	66
Figura 27: Estación de la máquina de estampado (a) y ejemplo de un rodillo grabado (b). Fuente: Empresa colaboradora. ....	67
Figura 28: Resultados de la prueba en producción del recubrimiento con aditivo antimicrobiano. Fuente: Empresa colaboradora. ....	67
Figura 29: Equipos utilizados en cada etapa del proceso de producción del recubrimiento. Fuente: Imagen de referencia y empresa colaboradora. ....	68
Figura 30: Actividad antimicrobiana en muestras de PVC. Fuente: Laboratorio externo.....	71
Figura 31: Vista parcial del documento de especificación de la materia prima. Fuente: Empresa colaboradora. ....	74
Figura 32: Vista parcial del documento Aprobación de la Materia Prima. Fuente: Empresa colaboradora.....	75



Figura 33: Vista parcial de aprobación de proveedor. Fuente: empresa colaboradora..... 76

Figura 34: Vista parcial de documento de aprobación de producto nuevo. Fuente: Empresa colaboradora.  
..... 77

Figura 35: Material con características antimicrobianas del catálogo de muestras. Fuente: Empresa  
colaboradora..... 83

## Índice de tablas

Tabla 1: Delimitación del problema de componentes para el interior de los automóviles con recubrimiento antimicrobiano. Fuente: elaboración propia .....	11
Tabla 2: Concepto general de la problematización de los componentes con recubrimiento antimicrobiano. Fuente: elaboración propia .....	14
Tabla 3: Veinte principales causas de enfermedad Nacional, por grupos de edad. Fuente: Secretaria de Salud; México 2016 .....	16
Tabla 4: Tipos de antimicrobiano. Fuente: Handbook of antimicrobial coatings (Tiwari, 2017) .....	17
Tabla 5: Tipos, métodos y mecanismo de reacción de los antimicrobianos. Fuente: Handbook of antimicrobial coatings (Tiwari, 2017) .....	18
Tabla 6: Clasificación y características de los automóviles. Fuente: Emol Autos .....	19
Tabla 7: Principales características de las propiedades de los recubrimientos. Fuente: Elaboración propia .....	27
Tabla 8: Ejemplo de DoE. Fuente: Elaboración propia.....	29
Tabla 9: Características químicas de la formulación de la laca. Fuente: elaboración propia .....	32
Tabla 10: Características físicas del recubrimiento. Fuente: elaboración propia .....	33
Tabla 11: Principal característica del proceso de lacado. Fuente: elaboración propia .....	35
Tabla 12: Lista de actividades de las etapas del proyecto: Fase de investigación y desarrollo. Fuente: Elaboración propia .....	42
Tabla 13: Lista de actividades de las etapas del proyecto: Fase de experimentación. Fuente: Elaboración propia.....	43
Tabla 14: Lista de actividades de las etapas del proyecto: Fase de optimización. Fuente: Elaboración propia.....	43
Tabla 15: Lista de actividades de las etapas del proyecto: Fase de aprobación. Fuente: Elaboración propia .....	44
Tabla 16: Efecto de los antimicrobianos. Fuente: Handbook of antimicrobial coatings (Tiwari, 2017).....	45
Tabla 17: Espectro de los antimicrobianos. Fuente: Microbiología Biomédica (Juan A. Basualdo, 2006)	45
Tabla 18: Tipos, métodos y mecanismo de reacción de los antimicrobianos. Fuente: Handbook of antimicrobial coatings (Tiwari, 2017) .....	46
Tabla 19: Componentes de la formulación de la laca. Fuente: elaboración propia .....	47
Tabla 20: Características críticas de la formulación de lacas. Fuente: Empresa colaboradora .....	47
Tabla 21: Características químicas de la formulación de la laca. Fuente: elaboración propia .....	48
Tabla 22: Principales características de las propiedades de los recubrimientos. Fuente: Elaboración propia .....	48
Tabla 23: Características físicas del recubrimiento. Fuente: elaboración propia .....	48
Tabla 24: Microorganismos en el interior de un automóvil. Fuente: Laboratorio de análisis microbiológicos .....	50
Tabla 25: Factores para la selección del proveedor. Fuente: Proveedor A, B Y C. ....	51
Tabla 26: Características del aditivo antimicrobiano seleccionado. Fuente: Proveedor seleccionado.....	53
Tabla 27: Características de la laca D70/1776/9. Fuente: Empresa colaboradora .....	54
Tabla 28: Tabla de brillos de las lacas base agua. Fuente: Empresa colaboradora .....	54
Tabla 29: Características de la laca D70/1776/9. Fuente: Empresa colaboradora .....	55

Tabla 30: Contenido de aditivo antimicrobiano en la formulación de la laca. Fuente: Empresa colaboradora .....	55
Tabla 31: Formulación de la laca D70/1776/9 con diferente cantidad de aditivo antimicrobiano. Fuente: Empresa colaboradora .....	57
Tabla 32: Resultados de las formulaciones de la laca con diferente contenido de aditivo antimicrobiano. Fuente: Empresa colaboradora .....	60
Tabla 33: Prueba de estabilidad de las fórmulas de lacas. Fuente: Empresa colaboradora .....	62
Tabla 34: Confiabilidad de los resultados en la muestra estándar sin aditivo antimicrobiano (M1100037A1500A). Fuente: Laboratorio externo .....	70
Tabla 35: Actividad antimicrobiana (R) y porcentaje de inhibición de crecimiento bacteriano (MV000644A1500A). Fuente: laboratorio externo.....	71
Tabla 36: Muestras de material. Fuente: Empresa colaboradora y laboratorio externo .....	72
Tabla 37: Resultados de las muestras contra MRSA. Fuente: Laboratorio externo .....	72
Tabla 38: Resultados de las muestras contra E. Coli. Fuente: Laboratorio externo .....	73
Tabla 39: Comparación de costos entre lacas. Fuente: Empresa colaboradora.....	84

# Introducción

*"La prueba de una innovación no es su novedad, ni su contenido científico, ni el ingenio de la idea... es su éxito en el mercado".*

*- Peter Drucker.*

## **Introducción**

A lo largo del tiempo las diferentes industrias han buscado satisfacer las necesidades del ser humano, dando como resultado el nacimiento de cadenas de comida rápida, el enlatado de vegetales y hasta la comida congelada, que cumple la necesidad básica de alimentarse del ser humano, otro ejemplo de satisfacción de la necesidad del hombre dio como resultado la creación de los automóviles, al inicio de vapor después de combustión interna (Benz, 1885) o en algunos casos como en la actualidad, eléctricos; todo esto con el fin de satisfacer la necesidad de movilidad de los seres humanos.

Sin embargo, en la actualidad los seres humanos se preocupan, ya sea de forma consciente o inconsciente, por el ambiente que los rodea provocando que las diferentes industrias brinden productos que ayuden a la protección del ser humano, un caso específico es el uso de aditivos antimicrobianos que inhiben el crecimiento de los microorganismos que pueden ser causantes de diversas enfermedades en los humanos. El uso de aditivos antimicrobianos data de principios del siglo XX en el área de la medicina con el descubrimiento de los antibióticos ya sea mediante síntesis química o natural (Aminov, 2017).

Tomando el ejemplo de las demás industrias, la industria automotriz también debe brindar productos innovadores que cumplan con la seguridad y la salud del usuario final en cuestiones como funcionalidad, el confort y la apariencia de los automóviles. Un campo de oportunidad es el interior de los automóviles ya que es donde los conductores pasan la mayor parte del tiempo estando en contacto con todos los componentes del interior de un auto, ejemplos son, el asiento, el volante, el descansabrazos, etc., ya que el ritmo de vida en los últimos años ha modificado patrones de conducta de la gente y ha hecho que todo se realice a un ritmo acelerado, tomando como ejemplo la situación del tráfico que provoca que los usuarios lleven a cabo acciones cotidianas como comer y beber, dentro del automóvil y si, en conjunto con esto no se tiene una limpieza adecuada, y se añade la humedad del medio ambiente, provocando que diversos microorganismos crezcan y como consecuencia se pueden contraer enfermedades que atenten contra la salud del usuario.

Por lo tanto, en este trabajo de tesis se propone el desarrollo innovador de un recubrimiento antimicrobiano para interiores de automóviles, que ayude a disminuir e inhibir los microorganismos

que estén presentes en los diversos componentes que conforman el interior de los automóviles. Este desarrollo apoyará a que la industria automotriz cumpla con la necesidad actual en base a la protección de la seguridad y de la salud del usuario final.

# Capítulo 1: Estudio sobre las características de aditivos antimicrobianos

*“Comienza con el final en mente.”*

- *Stephen R. Covey.*

## **Capítulo 1: Estudio sobre las características de aditivos antimicrobianos**

En esta sección se verán las principales aportaciones de la Industria Automotriz a lo largo de los años para obtener una mejor funcionalidad en los automóviles, así como un incremento en la seguridad de este.

Se hará mención de las principales aportaciones de diferentes industrias que han hecho uso de los agentes y/o aditivos antimicrobianos, así como algunos ejemplos de estos usos y que cumplen con las necesidades básicas de seguridad y salud de los consumidores.

Se aborda también la razón del porqué es importante brindar componentes con recubrimiento antimicrobiano para el interior de los automóviles y que cumplen con la seguridad del usuario final con respecto a su salud, haciendo énfasis en aquellos usuarios que tienen infantes y que son los más afectados en contraer una enfermedad gastrointestinal.

De igual forma se hace referencia a la empresa que será colaboradora en la realización de esta tesis, así como sus principales innovaciones, sus productos y las áreas que la conforman.

### **1.1 La importancia de la innovación en el sector automotriz**

Para realizar un encuadre de este trabajo, se presentan a continuación, primeramente, un panorama general de la industria automotriz y la importancia que en este ramo tiene la innovación tecnológica. Posteriormente se presentará el interés que se tiene actualmente en el tema de la protección contra microorganismos como medio para la prevención de enfermedades.

#### **a) Antecedentes de la Industria automotriz**

Para destacar dentro de la Industria Automotriz es importante estar siempre a la vanguardia buscando innovaciones que no solo cumplan con lo requerido por el cliente como cuestiones de seguridad sino también al brindarle beneficios que no está esperando.



La industria automotriz tuvo inicios en la década de 1890, siendo Estados Unidos el principal productor de autos, ya que producían 90% del total de autos que había en 1929 alrededor del mundo. Fue hasta 1980 que Japón también se convirtió en productor mundial, después en 2009 China tomó el primer lugar al fabricar 13.8 millones de unidades al año (Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles, 2012).

Sin embargo, a lo largo de los años algunas armadoras (*OEM: Original Equipment Manufacturer*) produjeron diversas innovaciones tales como:

- 1932 Ford presenta el motor V8 que es un motor de mono bloque (Ford, 2018)
- 1949 Chrysler introduce en el mercado amortiguadores tipo “oriflow” (mejoran las características de marcha), encendido del motor con las actuales llaves, freno a disco en las cuatro ruedas etc. (FCA US LLC, 2017)
- 1958 Chrysler introduce la navegación crucero (FCA US LLC, 2017)
- 1997 Toyota comienza a vender sedanes híbridos (gas/electricidad) (Toyota, 2018)
- 2000 Honda comercializa un híbrido gasolina-electricidad en Estados Unidos (Honda, 2018)
- 2003 Tesla comienza a producir autos totalmente eléctricos (Tesla, 2017)
- 2011 Tesla firma contrato con Lotus Cars para producir coches completos sin batería, motor ni componentes eléctricos (Tesla, 2017)
- 2014 Tesla libera patentes para la construcción de vehículos eléctricos (Tesla, 2017)

En la actualidad, la tendencia en las principales innovaciones del sector automotriz va encaminada hacia los vehículos eléctricos. Una forma de utilizar estos vehículos es mediante el préstamo de vehículos, como si fueran bicicletas que tomas de un lugar, las usas y las dejas en otro lugar como un estacionamiento donde se lleva a cabo la carga de las baterías de las bicicletas. Desde el año 2011 en Paris, Francia (Teruer, 2011), se implementó el uso de automóviles eléctricos de préstamo. Es este préstamo de vehículos en donde los microorganismos que se generen en el interior de un automóvil se transmiten de un usuario a otro de una forma más fácil.

## **b) Aditivos antimicrobianos**

El uso de los aditivos antimicrobianos se dio a inicios del siglo XX, principalmente en el área de la medicina, con descubrimientos como el Salvarsán descubierta mediante síntesis química por Paul Ehrlich, que consistía en eliminar enfermedades como Sífilis sin ser una sustancia toxica para el ser humano (Gensini, Conti, & Lippi, 2007). Otro caso importante en la historia de los antimicrobianos son los antibióticos naturales como la Penicilina descubierta por Alexander Fleming en 1928 y que combatía enfermedades como la septicemia (Benett, 2001).

A partir de este descubrimiento se comenzó con la síntesis de antibióticos para combatir las enfermedades como por ejemplo en 1952 la Eritromicina descubierta por McGuire y que tiene efectos bactericidas, otro descubrimiento fue la Gentamicina en 1963 y que fue la versión benigna de la Estreptomicina que era un antibiótico tóxico para los seres humanos. En 1973 la Quinolonas y en 2010 los Lipopeptidos que empezaron a utilizarse cuando los microorganismos ya no mostraban efecto contra los antibióticos comunes. (Aminov, 2017).

En otros campos de la industria, como en la farmacéutica y la alimentaria, los recubrimientos antimicrobianos más conocidos son aquellos que se utilizan en los pisos y paredes que son empleados en quirófanos y en la producción de enlatado de alimentos (Espitia, 2016).

## **c) Características de la Empresa Colaboradora**

En cuanto a la industria automotriz, existen diversas empresas que cuentan con los medios necesarios para mantenerse a la vanguardia dentro del sector, como en el caso particular de una industria automotriz ubicada en el estado de San Luis Potosí, México; que se dedica a la producción y fabricación de componentes automotrices para el interior de los automóviles.

Esta empresa tiene una experiencia de más de 100 años desde su fundación en Europa, brindando productos de excelente calidad al sector Premium de la industria automotriz, entregando a sus proveedores rollos de piel sintética para la creación de los componentes interiores. Además, constantemente se encuentra innovando en materiales interiores, como el caso del desarrollo de recubrimiento anti manchas el cual consiste en que la limpieza de los componentes sea más fácil de limpiar; o bien, el desarrollo de componentes fabricados a base de materias primas naturales como

son los recubrimientos hechos con textil de fibras de bambú. Así mismo la empresa tiene una experiencia en el Estado de San Luis Potosí de 10 años, por lo que este tipo de innovaciones le permite posicionarse como unos de los proveedores Premium de la industria automotriz, cuenta con diferentes departamentos tales como Compras, Ventas, Producción e Investigación y Desarrollo que le permite desarrollar los productos solicitados por los Clientes. Además, cuenta con un laboratorio de Metrología en donde se realizan las principales pruebas mencionadas en la especificación del producto.

Esta empresa cuenta con dos procesos para fabricar la piel sintética, ya sea mediante materiales flexibles como el vinil a base de Polivinil Cloruro (PVC) o de materiales duros a base de Olefinas Termoplásticas (TPO), la producción del material dependerá del uso del componente en el interior del automóvil. Por ejemplo, para los asientos se utiliza materiales de PVC y para los tableros se utiliza materiales de TPO (Drobny, 2007). Un ejemplo de estos componentes se presenta en la figura 1.

*Panel de instrumentos (TPO)*

*Consola central (PVC)*

*Descansabrazos (PVC)*



**Figura 1: Ejemplos de componentes de PVC y TPO de mayor contacto con el ser humano. Fuente: Portal BMW**

Al tomar en cuenta las aportaciones de las diferentes industrias y sus productos con características antimicrobianas y al seleccionar la empresa adecuada se pretende llevar a cabo un recubrimiento innovador con características antimicrobianas que brinde la seguridad al conductor y que aporte un producto nuevo para el interior de los automóviles.

## **1.2 Objetivo General**

La aportación de esta tesis es desarrollar un recubrimiento que tenga características especiales que permitan al usuario conducir un automóvil sin la preocupación de que al estar en contacto con el mismo tenga problemas en cuanto a cuestiones que puedan afectar su salud.

Ante esto, el objetivo general definido para este trabajo es:

*Desarrollar un recubrimiento capaz de proporcionar protección ante microorganismos con la finalidad de ser utilizado en componentes para interiores de automóviles.*

El desarrollo de este material con recubrimiento antimicrobiano pretende inhibir el crecimiento de microorganismos que se generen en los componentes interiores de automóviles.

## **1.3 Objetivos específicos**

Se establecen además los objetivos específicos que permitirán alcanzar el cumplimiento del objetivo general y que son:

1. Identificar los microorganismos más comunes en los interiores de automóviles con la finalidad de determinar aquellos para los que se ofrecerá la protección.
2. Desarrollar una formulación para el tratamiento de recubrimientos que ofrezca la protección contra los microorganismos seleccionados.
3. Generar un recubrimiento que cumpla con la protección deseada, sin demeritar las características y propiedades físicas, químicas y de apariencia exigidas para este tipo de componentes.
4. Probar el recubrimiento en un componente automotriz.

## **1.4 Justificación**

Este proyecto surge debido a que la industria automotriz busca siempre estar a la vanguardia, presentando diversos productos e innovaciones para los clientes. Se desea generar un recubrimiento que pueda ser utilizado en los interiores de los vehículos ofreciendo una característica que, hasta el momento, no ha sido aprovechada en la industria automotriz. Basados en el interés y preocupación que ha despertado en la sociedad, principalmente en aquellos usuarios que tienen hijos, ya que son los más propensos a desarrollar enfermedades que afecten su salud, así como aquellos usuarios que buscan características diferentes en los automóviles adicionales a lo estético. En este trabajo se propone el desarrollo de un recubrimiento que ofrezca protección para los infantes y para los usuarios finales mediante la incorporación de un aditivo antimicrobiano al proceso de fabricación de los recubrimientos.

Se pretende que este recubrimiento no sólo cumpla requerimientos mecánicos o químicos, sino también que satisfaga las necesidades que el usuario final necesita o desea en cuanto a seguridad y salud. Este recubrimiento antimicrobiano puede ser usado con la finalidad de brindar protección a los usuarios, no sólo a el conductor o a sus acompañantes, principalmente a los infantes que están más expuestos a contraer enfermedades generadas a partir de los microorganismos que se encuentran en el interior del automóvil, como son E. Coli y Staphylococcus (Brooke, 2015) ya que son los niños y niñas los menos conscientes de estos riesgos, principalmente la población infantil de 1 a 5 años (Salud, 2016). Este recubrimiento con características antimicrobianas ayudará a disminuir el riesgo, inhibiendo el crecimiento de estos microorganismos.

Una de las finalidades de esta tesis, al tener una colaboración con una empresa automotriz para desarrollar el material es que éste cumpla con las propiedades antimicrobianas evitando la generación de microorganismos que puedan causar enfermedades gastrointestinales e irritación en la piel. Esta innovación no sólo tiene la posibilidad de abrir un mercado dirigido a proteger la salud de los usuarios del automóvil sino también ser el primero en ofrecer este tipo de materiales dentro del sector automotriz.

Finalmente, la aportación de esta tesis no solo consiste en el desarrollo de un recubrimiento con características antimicrobianas, sino también la atracción de nuevos clientes interesados en innovaciones dentro de la industria automotriz, ya que al estar un paso adelante presagia que sean los primeros en ser buscados por los usuarios finales. Sin embargo, no sólo los usuarios finales se verán beneficiados sino también todos aquellos que colaboren con el desarrollo de este recubrimiento ya que aportará a los trabajadores de la empresa nuevos conocimientos, ya sea en cuanto a pruebas o métodos, beneficiando en si a la empresa colaboradora con un aumento en su capital intelectual.

## 1.5 Problemática

Analizando la innovación que propone la tesis presentada en conjunto con la planta de ramo automotriz, situada en San Luis Potosí, se presenta la tabla 1 en la cual se especifica cómo se llevará a cabo el desarrollo, en donde se aplicará, así como cuál es el problema a atacar que en este caso se presenta como innovación.

**Tabla 1: Delimitación del problema de componentes para el interior de los automóviles con recubrimiento antimicrobiano.**

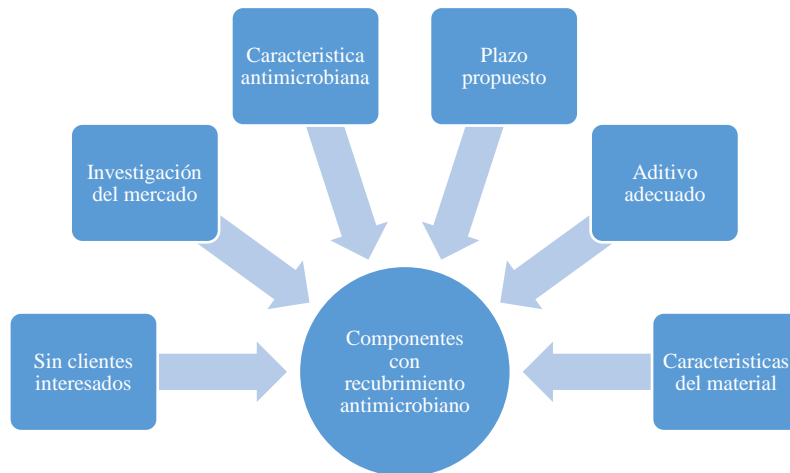
Fuente: elaboración propia

Problema a Investigar	Propuesta de material para el Interior de los automóviles con recubrimiento antimicrobiano
<b>Delimitación Geográfica</b>	Zona de S.L.P., Empresa del ramo automotriz.
<b>Delimitación Cronológica</b>	6 a 8 meses (desarrollo del producto)
<b>Delimitación de Forma</b>	Componentes del interior de los automóviles con contacto directo con el hombre y fabricados directamente en la empresa.
<b>Delimitación de Fondo</b>	Propuesta de material con recubrimiento antimicrobiano para los componentes del interior de los automóviles.  Selección del aditivo antimicrobiano a ser incorporado en la formulación del recubrimiento para el interior de los automóviles.
<b>Delimitación de costo – beneficio</b>	Aditivo antimicrobiano a incorporar se ajuste a los requerimientos del cliente.

La tabla 1 permite tener una delimitación del problema que se plantea de la siguiente forma:

*“El presente trabajo de tesis en colaboración con una empresa del ramo automotriz localizada en la Ciudad de San Luis Potosí plantea la propuesta de incorporar un aditivo antimicrobiano a la producción de los componentes para el interior de los automóviles poniendo especial énfasis en aquellos que tienen un contacto directo con el hombre y que son producidos directamente dentro de la empresa además de que el producto final con características antimicrobianas se ajuste a los requerimientos del cliente”*

De igual forma se presentan los principales problemas que se pueden dar en la innovación de los componentes automotrices con recubrimiento antimicrobiano los cuales se visualizan en la figura 2.



**Figura 2: Problematización de los componentes para el interior de los automóviles con recubrimiento antimicrobiano. Fuente: Elaboración propia.**

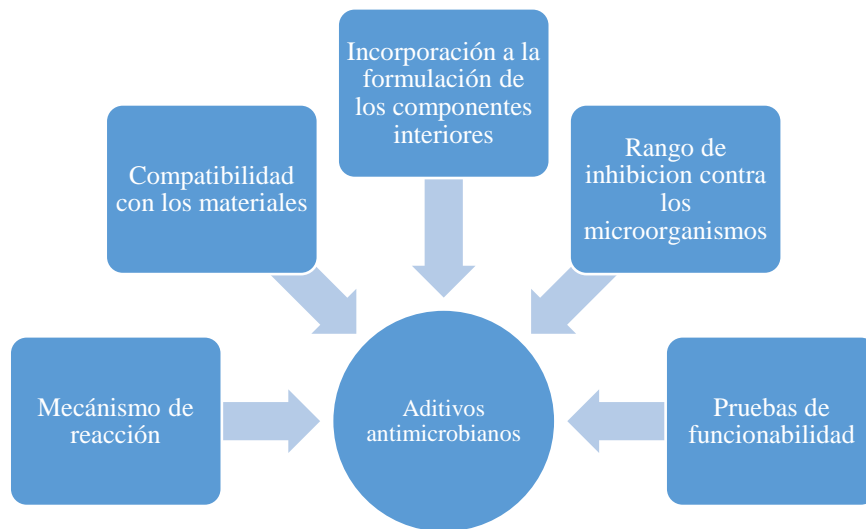
De modo que de la figura 2, se pueden saber cuáles son los principales factores que pueden afectar al presentarse la innovación de los componentes en el interior de los automóviles mediante la incorporación del aditivo antimicrobiano, por lo tanto, se tiene lo siguiente:

*"Los componentes con el aditivo antimicrobiano pueden presentar problemas como que el aditivo no sea compatible con la formulación actual o bien que al añadirlo interfiera con las características normales del material o también puede ser que no cumpla con la característica*

*antimicrobiana, además el material debe abrirse paso en un mercado ya conocido o bien buscar nuevos clientes que estén interesados"*

De la figura 3, se pueden saber cuáles son los principales problemas que se enfrentarán al hacer la elección del aditivo antimicrobiano, obteniendo lo siguiente:

*“La propuesta de los aditivos antimicrobianos que pueden ser utilizados en los componentes para el interior de los automóviles deben ser compatibles al incorporarse a la formulación del recubrimiento de modo que su mecanismo de reacción cubra el rango de microorganismos encontrados en el interior de los autos y logre inhibirlos, dando los mismos resultados de funcionabilidad de los recubrimientos”*



**Figura 3: Problematización de los aditivos antimicrobianos. Fuente: Elaboración propia.**

A continuación, se presenta la tabla 2, en la cual se lleva a cabo el conjunto de todas las figuras anteriores con el fin de mostrar una problemática general del desarrollo de recubrimientos antimicrobianos.



**Tabla 2: Concepto general de la problematización de los componentes con recubrimiento antimicrobiano. Fuente: elaboración propia**

<b>Componentes con recubrimiento antimicrobiano</b>	<b>Mercado</b>	Falta de clientes	Investigación de mercado
	<b>Producto</b>	Características Antomicrobianas	Mecanismos de reacción
			Rango de inhibición
		Características del material	Compatibilidad con los materiales
		Incorporación	Pruebas de funcionalidad
	<b>Desarrollo</b>	Plazo propuesto	

Una vez que se cumplan con los problemas encontrados y resumidos en las figuras 2 y 3, se planea obtener un producto que combata y de respuesta a estos tópicos con la finalidad de brindar un recubrimiento innovador con características antimicrobianas para el interior de los automóviles.

## 1.6 Marco teórico

### a) Aditivos antimicrobianos

En esta sección se habla de las principales aportaciones de los aditivos antimicrobianos en diferentes tipos de industria, principalmente la farmacéutica y la alimentaria, así como en el área de la medicina. Se hace referencia a los principales tipos de aditivos antimicrobianos y como es su mecanismo de reacción. Con la finalidad de obtener un aditivo antimicrobiano que sea compatible con la formulación de los recubrimientos para el interior de los automóviles.

El interés por la salud y seguridad de los seres humanos data desde comienzos del siglo XX con el descubrimiento de la Penicilina cuya síntesis natural permite que se eliminen enfermedades sin afectar al ser humano (Benett, 2001). Sin embargo, en la actualidad los microorganismos son cada vez más resistentes a los antibióticos comunes y son cada vez más difíciles de erradicar (Fedorka-Cray, 2014). A través de los años, las investigaciones en el área de los aditivos antimicrobianos han aumentado, principalmente en áreas de la industria como la alimentaria y la de salud, siendo estas principalmente donde se requiere ambientes libres de microorganismos que generen enfermedades gastrointestinales y cutáneas. Estas dos industrias son principalmente las que tienen estándares más altos en cuestiones de salud de los usuarios.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de diversas industrias en donde se han aprovechado las características que los aditivos antimicrobianos brindan:

- Concreto antimicrobiano, cuyo objetivo es evitar el crecimiento y reproducción de los microorganismos al alterar la función metabólica (Concretos Moctezuma, 2017).
- Películas y recubrimientos comestibles con sustancias antimicrobianas. Al incorporar agentes antimicrobianos dan estabilidad a la microbiología de los alimentos y acarrean aditivos que ayudan a extender la vida en anaquel, además de reducir el riesgo de crecimiento de patógenos en la superficie de los alimentos (R. Ávila - Sosa, 2008).
- Textiles con acabados antimicrobianos, su objetivo es reducir enfermedades infecciosas y proteger el textil del moho y hongos, causados por los microorganismos (C. Uribe, 2014).

Situándonos en la industria automotriz se han realizado estudios en donde se ha encontrado que existen microorganismos que se pueden generar en el interior de un automóvil debido a la falta de una constante limpieza, encontrando que los principales microorganismos son E. Coli y Staphylococcus que son unos de los causantes de las enfermedades gastrointestinales más comunes y que en los últimos años ha provocado que este considerada dentro de las principales 20 causas de mortalidad en México, como se puede observar en tabla 3. (Salud, 2016).

Tabla 3: Veinte principales causas de enfermedad Nacional, por grupos de edad. Fuente: Secretaría de Salud; México 2016

Número	Padecimiento	Código de la lista detallada CIE 10a. Revisión	Grupos de edad										Ign	Total	
			<1	1-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-44	45-49	50-59	60-64			65+
1	Infecciones respiratorias agudas	J00,J20,J21 excepto J02.0,y J03.0	1780293	4511468	3203864	1953975	127455	1E+06	4162165	1214833	1797400	808942	1402064	9712	23445722
2	Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas	A04,A08-A09 excepto A08.0	265968	786471	454211	317430	246662	331296	984665	252243	358123	155914	323421	2637	4476041
3	Infección de vías urinarias	N30, N34,N39.0	20300	132964	179291	147335	294831	431013	1259538	344611	528004	240559	522604	2916	4106966
4	Úlceras, gastritis y duodenitis	K25-K29	426	1750	13666	70532	105791	139361	423448	147232	191620	91565	150942	1229	1337562
5	Gingivitis y enfermedades periodontales	K05	652	11890	46341	64136	98348	130797	348656	96593	139708	66378	101872	752	1106123
6	Conjuntivitis	H10	57825	105286	80595	53885	42002	61920	219691	60698	95936	43350	88250	668	909106
7	Otitis media aguda	H65.0-H65.1	16051	80804	90113	59102	44556	44662	114292	37470	43060	18670	24455	784	574022
8	Obesidad	E66	3856	7341	17649	27474	25039	38767	215460	65128	87263	29755	34579	201	552512
9	Vulvovaginitis aguda	N76.0	77	1207	2811	7575	48265	85942	230010	50146	40937	12170	10593	563	490296
10	Hipertensión arterial	I10-I15	N/A	N/A	N/A	N/A	1177	6327	92211	57659	109619	57027	112184	1235	437439
11	Diabetes mellitus no insulino dependiente (Tipo II)	E11-E14	N/A	N/A	N/A	N/A	647	3828	78422	53892	105301	49926	75174	649	368069
12	Intoxicación por picadura de alacrán	T63.2,X22	1871	19667	25383	28840	31953	29853	79635	16135	22660	9291	17886	579	283753
13	Síndrome febril	R50	10060	33266	26215	20600	17419	24722	79136	15320	20072	6789	12602	59	266260
14	Asma y estado asmático	J45,J46	7136	48877	49051	28392	14063	12992	42324	14184	20088	9086	14195	143	259531
15	Amebiasis intestinal	A06.0-A06.3,A06.9	8081	39009	32855	22958	15134	14575	39032	11906	15753	7400	13136	366	220205
16	Insuficiencia venosa periférica	I87.2	3	16	63	184	811	3641	44843	23519	44901	21723	43230	473	183407
17	Candidiasis urogenital	B37.3-B37.4	N/A	N/A	N/A	2091	15605	33007	85802	18671	14410	5706	4537	156	179985
18	Neumonía y bronconeumonías	J12-J18 excepto J18.2,J13y J14	17323	25223	8093	4033	3094	4280	20470	7511	16467	9954	49930	381	166759
19	Otras helmintiasis	B65-B67, B70-B76, B78, B79, B81-B83	1716	27711	29277	18260	8839	8739	30016	7565	12697	5999	11876	31	162726
20	Varicela	B01	9671	47816	50196	16852	7674	8500	14448	1008	846	260	572	19	157862
	Total 20 principales causas		2201309	5880766	4309674	2843654	1149365	3E+06	8564264	2496324	3664865	1650464	3014102	23553	39684346
	Otras causas		55335	162719	141354	125131	154870	195943	587427	139062	205644	97597	221089	2978	2089149
	<b>Total Global</b>		2256644	6043485	4451028	2968785	1304235	3E+06	9151691	2635386	3870509	1748061	3235191	26531	41773495

Al incorporar el aditivo antimicrobiano en la formulación del material que se utiliza para los recubrimientos interiores se pretende que cumpla con los altos estándares de calidad del producto y que además cumpla con la función principal de esta tesis, que es disminuir el crecimiento de microorganismos en el interior de los automóviles.

Los microorganismos son seres vivos unicelulares que solo son visibles mediante el uso de microscopio como, por ejemplo, los virus, bacterias, levaduras y hongos. (Tiwari, 2017). Algunos microorganismos son benéficos y son utilizados en los alimentos ya sea para alargar su vida de anaquel o cambiar sus propiedades; sin embargo, existen otros microorganismos que son patógenos y que ocasionan enfermedades a los seres humanos; para evitar este daño existen agentes antimicrobianos que eliminan e inhiben el crecimiento de los microorganismos, como se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4: Tipos de antimicrobiano. Fuente: Handbook of antimicrobial coatings (Tiwari, 2017)**

Tipo de antimicrobiano	Descripción
<b>Bacteriostático</b>	Inhibe la multiplicación de las bacterias
<b>Bactericida</b>	Mata las bacterias
<b>Esterilización</b>	Destrucción de toda forma de vida
<b>Desinfectante</b>	Se utiliza en superficies
<b>Séptico</b>	Se utiliza cuando hay presencia de microorganismos en tejidos
<b>Sanitizador</b>	Reduce la población bacteriana 99%

Existen diversos agentes antimicrobianos cuya finalidad es inhibir el crecimiento de los microorganismos a través de diferentes métodos de esterilización. Los agentes se pueden dividir en dos categorías, físicos y químicos. Tabla 5.

**Tabla 5: Tipos, métodos y mecanismo de reacción de los antimicrobianos. Fuente: Handbook of antimicrobial coatings (Tiwari, 2017)**

Tipo	Método	Mecanismo de reacción	Ejemplo
<b>Físicos</b>	Calor húmedo	Fusión y desorganización de las membranas	Autoclave
	Calor seco	Oxidación de los constituyentes intracelulares	Horno
	Filtración	Evita el paso de los microorganismos	Membranas
	Radiación	Modificación irreversible de la estructura funcional de ácidos nucleicos, proteínas y lípidos	Reactor
<b>Químicos</b>	Esterilización por gas	Gas tóxico controlado	Etileno
	Orgánicos	Solventes	Cloroformo
	Inorgánicos	Desnaturalización de proteínas	Metales pesados

Con la información hasta el momento vista se puede identificar que existen diferentes tipos de agentes antimicrobianos, así como sus distintos mecanismos de reacción sin embargo es durante la fase de desarrollo donde se hará la selección del aditivo antimicrobiano que satisfaga la problemática presentada anteriormente en la Tabla 2: concepto general de la problematización de los componentes con recubrimiento antimicrobiano, para que sea incorporado a la formulación del recubrimiento para el interior de los automóviles.

## **b) La innovación en la Industria Automotriz**

En esta sección se presenta las principales aportaciones de la empresa del ramo automotriz que será colaboradora para realizar el trabajo de tesis, así mismo se explica brevemente cuales son los procesos de fabricación de los recubrimientos, con la finalidad de obtener una formulación innovadora para el recubrimiento de los componentes del interior de los automóviles.




Dentro de la industria automotriz siempre ha existido la necesidad de innovar, ya sea para mejorar la seguridad del usuario, como, por ejemplo, los frenos ABS; o bien con el fin de mejorar la apariencia del vehículo como el uso de materiales ligeros que ayudan a que los automóviles

tengan un diseño más aerodinámico. En el campo de la salud del usuario, es muy poca o casi nula la aportación al sector de la industria automotriz, aun cuando hay diferentes investigaciones antimicrobianas en las demás industrias, sin embargo, una de las pocas investigaciones que se han hecho es en el área de la medicina, para las ambulancias en donde se ha observado que los pacientes que son trasladados en la unidad de emergencias pueden llegar a contraer microorganismos como el MRSA y que por lo tanto se usa equipo médico con recubrimiento antimicrobiano así como equipo de seguridad personal (S.J. Eibicht, 2011).

Este trabajo de tesis pretende abordar e innovar en esta área de oportunidad, que es el interior de los automóviles, siendo en este caso los automóviles que los conductores usan comúnmente como son micro autos, hatchback, sedan, SUV, todoterreno etc., (Emol, 2017).

Esta clasificación se puede apreciar en la tabla 6, en la cual se ven de forma gráfica los principales tipos de autos y sus características.

**Tabla 6: Clasificación y características de los automóviles. Fuente: Emol Autos**

Clasificación de automóviles	Características de los automóviles
<b>Microauto</b> 	Son más reconocidos en Europa donde los llaman Microcar. Son vehículos con capacidad máxima para dos pasajeros. Normalmente circulan con motores bajo los 1.000 cc
<b>Hatchback</b> 	La traducción del inglés es vehículos compactos. Estos modelos muestran una apariencia cortada, ya que no cuentan con cola y el portalón trasero se abre junto al parabrisas.
<b>Sedán o Berlina</b> 	La forma más fácil y básica de entender esta clasificación es saber que estos autos se componen de capó, techo y puerta de maletero que se abre sin mover el parabrisas posterior.

**SUV**



Son los modelos que lideran la tendencia en el mercado mundial. Su nombre es la sigla de Sport Utility Vehicle y aproximadamente llevan una década circulando en el mundo. Están orientados a ofrecer confortabilidad en espacio combinado con un modelo que pueda servir para diferentes terrenos.

**Todoterreno**



Son vehículos que han sido concebidos para enfrentar todo tipo de caminos, ya sea arena, barro y piedras. Es por ello que están dotados de motores altamente capaces, tracción en las cuatro ruedas, cajas de cambios con avanzada tecnología y antiguamente agregaban una transmisión reductora.

**Coupé**



Esta palabra en francés quiere decir “cortado”. La carrocería de estos modelos es de dos o tres volúmenes, pero siempre con dos puertas en sus costados. Si bien puedan entrar cuatro personas en su interior, las plazas traseras son muy angostas e incómodas para que vayan pasajeros adultos allí. Estos modelos son parte del grupo de los deportivos.

**Cabrio**



También son llamados convertibles, Cabriolet o descapotables. Son autos a los que se les puede sacar o guardar el techo y así el habitáculo queda descubierto. La capota (el techo) antiguamente siempre era de lona, pero hoy también puede ser plástico o metal. La carrocería también está formada con dos puertas laterales.

**Spider o Roadster**



Estos son deportivos descapotables aptos para dos personas. Dependiendo de la marca es la elección del nombre entre Spider (italiano) y Roadster (inglés). Son vehículos de tracción trasera y que, por lo general, son muy livianos en peso. De hecho, ese es uno de los motivos por los que consiguen una alta potencia.

Con esta información se busca que el recubrimiento con características antimicrobianas se pueda utilizar en el interior de los automóviles sin importar su clasificación, ya que será el usuario final el beneficiado con esta innovación.

## **1.7 Hipótesis**

La hipótesis de esta tesis toma como base el objetivo general y del cual surge lo siguiente:

*El desarrollo de un material innovador para recubrimientos de los interiores automotrices que brinde protección a los usuarios ante microorganismos presentes en el interior de los vehículos, generará una ventaja competitiva e innovadora para el fabricante de los vehículos y ofrecerá una opción atractiva para el sector automotriz y para los usuarios de los vehículos.*

Para poder realizar la hipótesis planteada, se trabajará en colaboración con la empresa seleccionada al igual que en diversos laboratorios que cuenten con el equipo necesario y puedan realizar las pruebas antimicrobianas.

## **1.8 Definición del alcance de la innovación propuesta**

Esta tesis pretende desarrollar un material que se pueda utilizar en el interior de los automóviles pero que contenga un aditivo antimicrobiano que ayude, de acuerdo a los objetivos planteados, a inhibir el crecimiento de los microorganismos que se encuentren en el interior de los automóviles especialmente en aquellos componentes que tengan mayor contacto con los seres humanos.

El desarrollo de este material como recubrimiento antimicrobiano ayudará a que los usuarios de los automóviles tengan mayor seguridad en cuestiones de salud además de las normas de seguridad que ya están establecidas.

Como beneficio en la empresa colaboradora le permitirá agrandar su capital intelectual, además de que es una oportunidad de expandir el mercado a diversas aplicaciones como en el caso de los componentes del interior de los automóviles permitiendo que el aditivo antimicrobiano inhiba el crecimiento de los microorganismos y evitando enfermedades gastrointestinales e irritaciones de la piel, protegiendo de este modo la seguridad y la salud del usuario final.



En cuanto al alcance del material con el aditivo antimicrobiano se eliminarán los microorganismos que se identifiquen en el interior de los automóviles principalmente en aquellos componentes donde hay mayor contacto con los seres humanos.

## **Conclusiones del capítulo 1**

En esta primera parte del trabajo de tesis se explicó el motivo e importancia del desarrollo de un recubrimiento con características antimicrobianas que consiste en que la seguridad del usuario final sea proteger su salud, evitando que los microorganismos que crecen en los componentes del interior de un automóvil ayudado de las condiciones adecuadas afecten la salud de los conductores como con enfermedades gastrointestinales o que provoquen irritaciones en la piel.

Los componentes que están en mayor contacto con los seres vivos son aquellos a base de compuestos suaves, es decir, compuestos de polivinil cloruro y que permiten tener una mayor variedad en cuanto a los diferentes diseños.

El aditivo antimicrobiano a utilizar se escoge en base a su mecanismo de reacción, así como a su compatibilidad con la formulación del proceso de fabricación de los componentes del interior de los automóviles, y que además no afecten las características que se mencionan en la especificación del cliente.

## **Capítulo 2: Metodología para el desarrollo de una formulación para el recubrimiento con características antimicrobianas**

*“La ciencia se compone de errores, que a su vez son los pasos hacia la verdad”.*

*- Julio Verne*

## **Capítulo 2: Metodología para el desarrollo de una formulación para el recubrimiento con características antimicrobianas**

Para llevar a cabo el desarrollo de esta propuesta de innovación, la cual consiste en desarrollar un recubrimiento con características antimicrobianas para el interior de los automóviles, se llevará a cabo un desarrollo por etapas y los resultados que se obtengan de cada una de ellas permitirán que el desarrollo parta de lo general a lo particular. Cada etapa se desarrollará en un periodo de tiempo propuesto con el fin de lograr los objetivos planteados en cada una de las etapas.

La metodología que se plantea es de tipo analítica, ya que se desarrollará basada en el análisis, selección del aditivo antimicrobiano con la finalidad de verificar cual es mecanismo de reacción que más convenga utilizar de acuerdo a los microorganismos encontrados en el interior del automóvil. El aditivo resultante será incorporado a la formulación del recubrimiento con el objetivo de inhibir el crecimiento de los microorganismos.

### **2.1 Planteamiento metodológico**

La metodología propuesta está organizada en 4 etapas, las cuales conforman el desarrollo de un proyecto o producto. Cada una de estas etapas constituye una fase, las cuales, internamente, contienen un conjunto de subetapas o actividades. Las fases que componen la metodología son:

- Fase de investigación y desarrollo; en donde se pretende recabar información para seleccionar el aditivo antimicrobiano que cumpla con los objetivos de este trabajo.
- Fase de experimentación: definir y realizar el conjunto de experimentos que permitan probar el producto.
- Fase de optimización: Aquí se pretende identificar las posibles mejoras para el producto desarrollado.
- Fase de aprobación: Se busca, en esta fase, obtener la aprobación formal de los actores involucrados en el proyecto.

Las fases metodológicas son presentadas en la Figura 4.

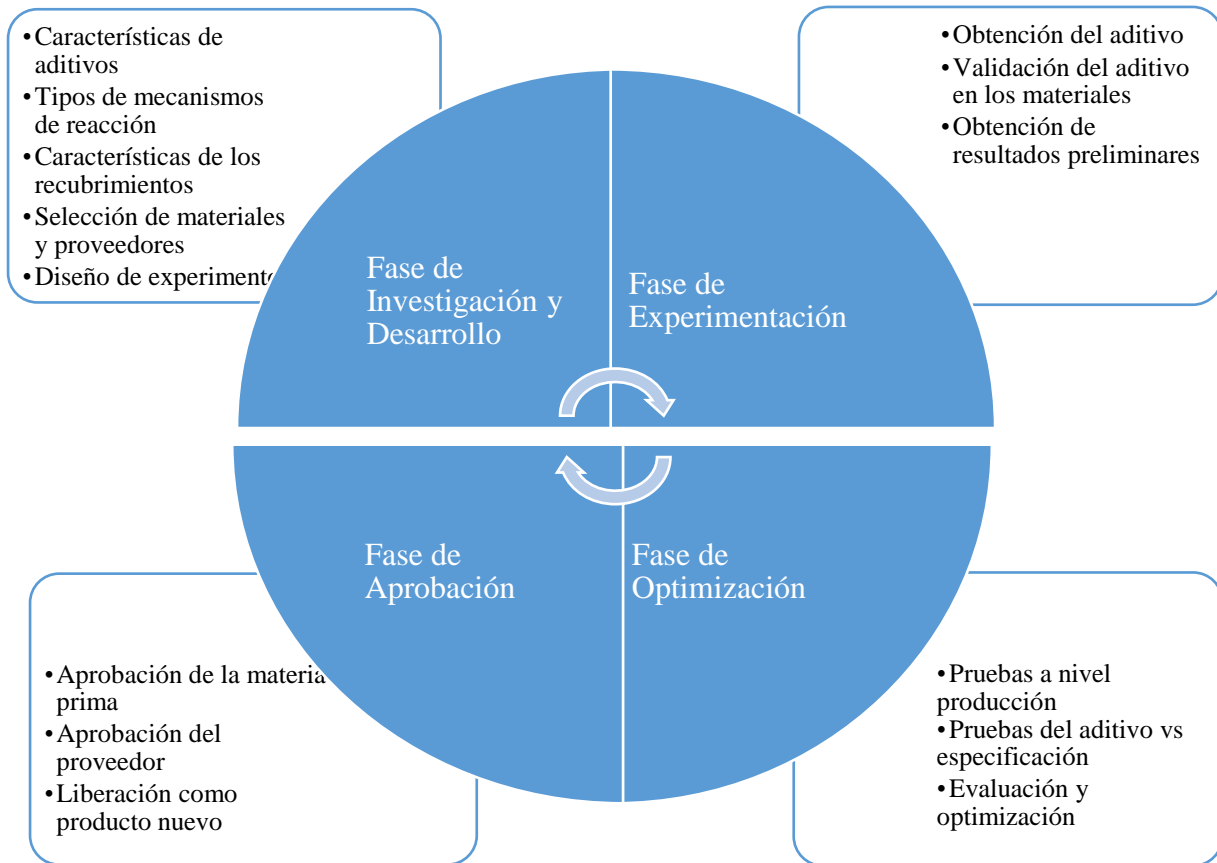


Figura 4: Metodología general del desarrollo de un proyecto. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el desglose de cada fase.

### 1. Fase de investigación y Desarrollo

En esta sección se pretende realizar una investigación más específica de los aditivos antimicrobianos que hay en el mercado, así como las principales características que ofrecen; sus mecanismos de reacción y los tipos que hay, ya sean físicos o químicos.

Los puntos a cumplir en esta etapa son los siguientes:

- *Investigación sobre organismos antimicrobianos para la aplicación:* En los aditivos que ofrecen protección antimicrobiana, se presentan diferentes opciones para brindar esta protección, En esta actividad se busca identificar las características principales de cada uno de ellos.

- *Mecanismos de reacción de los aditivos antimicrobianos:* esta actividad busca identificar cómo actúan y cuál es su eficiencia contra los microorganismos, ante cuáles son una buena opción, buscando seleccionar la que más se adecue a las necesidades de este trabajo.
- *Características de los recubrimientos automotrices:* En esta actividad se pretenden identificar las características de los recubrimientos que se deben cuidar al momento de generar una propuesta, tomando en cuenta aquellas características como apariencia y resistencia.
- *Selección de materiales y proveedores:* Esta actividad pretende identificar el material, componente o compuesto que cumpla con los requisitos establecidos y su viabilidad de obtención. Algunas características que se deben tomar en cuenta son, la compatibilidad con la formulación actual del recubrimiento además de las características de los recubrimientos.
- *Diseño de los experimentos,* en esta sección se pretende realizar la selección del aditivo, mediante pruebas de compatibilidad con la formulación actual y verificar cual es la cantidad adecuada del aditivo antimicrobiano en la formulación. En esta etapa también se debe hacer mención de las características que se deben cuidar en la formulación.

## **2. Fase de experimentación**

Se realiza la selección de los aditivos antimicrobianos que tengan mejores características con el fin de realizar las primeras pruebas para descartar opciones.

Los puntos a cumplir en esta etapa son los siguientes:

- *Obtención del compuesto:* definición de la mezcla en base a las características de los aditivos y en las características del microorganismo que se encuentren en el interior de los automóviles, con el fin de validar su eficacia contra los mismos.
- *Validación del compuesto en los materiales:* se buscará que no modifique las características actuales de los recubrimientos automotrices ni de la formulación actual.
- *Obtención de resultados preliminares:* en base a que microorganismos se busca inhibir y a las características del recubrimiento mediante estudios de campo.

### 3. Fase de optimización

En esta etapa se realizan pruebas con la formulación preliminar sobre un recubrimiento con la finalidad de observar los primeros resultados y en base a ellos se pueda optimizar la formulación.

Los puntos a cumplir en esta etapa son los siguientes:

- *Realizar pruebas a nivel producción:* con esta actividad se pretende verificar el comportamiento de la formulación en el proceso.
- *Pruebas del aditivo contra la especificación antimicrobiana* en ambientes reales.
- *Validar en recubrimientos* con pruebas mecánicas, químicas y de apariencia.
- *Análisis de los resultados* obtenidos y ajustes finales.

En esta fase también es importante verificar las características de los recubrimientos que se muestran a continuación en la tabla 7.

Tabla 7: Principales características de las propiedades de los recubrimientos. Fuente: Elaboración propia

Características	Propiedades
Mecánicas	Abrasión
Apariencia	Color Brillo (recubrimiento)

### 4. Fase de aprobación

Finalmente, aquí se presentan los resultados positivos a la junta administrativa de la empresa.

Los puntos a cumplir en esta etapa son los siguientes:

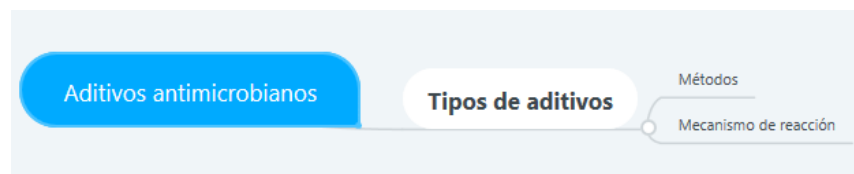
- *Aprobación de la materia prima,* se asigna un número de parte al aditivo, se libera la hoja técnica y de seguridad del aditivo.
- *Aprobación del proveedor del aditivo antimicrobiano:* se asigna un número al proveedor.
- *Aprobación del material como producto nuevo:* el material puede ser usado en producción normal.

## 2.2 Selección de herramientas para el desarrollo de la Metodología

Para llevar a cabo el desarrollo de la metodología planteada es necesario el uso de herramientas que ayuden a cumplir con cada punto de las fases. A continuación, se presentan algunas de las herramientas a utilizar y cómo será su empleo en cada fase:

### **a. Fase de investigación y Desarrollo**

En esta fase se utilizarán mapas mentales para poder recolectar la información, así como para clasificarla y poder manejar de manera más fácil los datos e información obtenida previamente en la investigación realizada en el marco teórico. La figura 5 es un ejemplo de este tipo de mapas mentales.



**Figura 5: Ejemplo de mapa mental de aditivos antimicrobianos. Fuente: Elaboración propia.**

Con este tipo de mapas se pretende también que la información sea más fácil de comparar y así determinar la eficiencia de cada aditivo.

En la fase de investigación también se realizará un estudio dentro del interior del automóvil para validar que microorganismos se encuentran en los compuestos interiores, así como para saber la población de los mismos, con la finalidad de identificar cuales aditivos pueden ser más eficientes y capaces de inhibir el crecimiento de los microorganismos, aquí se utilizarán gráficas estadísticas como la presentada en la Figura 6.

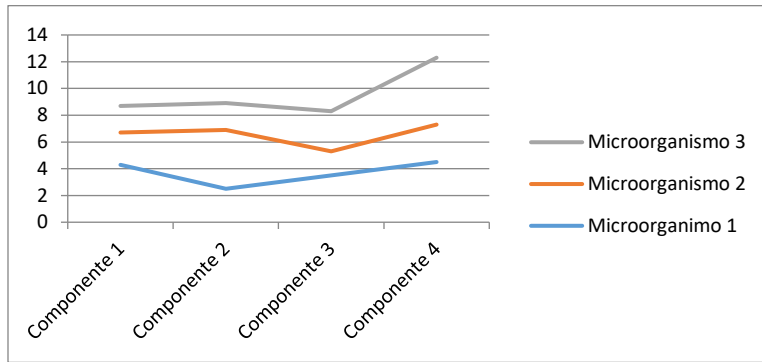


Figura 6: Ejemplo de gráfica estadística. Fuente: Elaboración propia

Además de las gráficas, se hará uso de un diseño de experimentos con las principales características de los recubrimientos actuales y también de las características de las formulaciones.

Con la ayuda de este tipo de diseño de experimentos, como el que se muestra en la tabla 8, el cual es de tipo factorial se pretende hacer una serie de pruebas en el laboratorio para verificar si el tipo de aditivo seleccionado es compatible con la formulación actual además de que no afecte a las principales características.

Tabla 8: Ejemplo de DoE. Fuente: Elaboración propia

Orden Est	Orden Corrida	PTCentral	Bloques	Tipo de Aditivo	Contenido de Aditivo	Superficie del Material
1	1	1	1	Tipo 1	%	Superficie 1
2	2	1	1	Tipo 1	%	Superficie 2
3	3	1	1	Tipo 3	%	Superficie 3
4	4	1	1	Tipo 4	%	Superficie 4

### **b. Fase de experimentación**

Durante esta fase, y con la ayuda de las herramientas antes mencionadas, se puede saber cuál es el aditivo que cumpla con los objetivos deseados que son la inhibición de los microorganismos en el interior de un automóvil sin afectar las características actuales de los recubrimientos automotrices.



Nuevamente en esta etapa se hará uso del diseño de experimentos y con los resultados de las pruebas en el interior de los automóviles se puede optimizar el modelo; la figura 7 es un ejemplo de la optimización del diseño de experimentos.

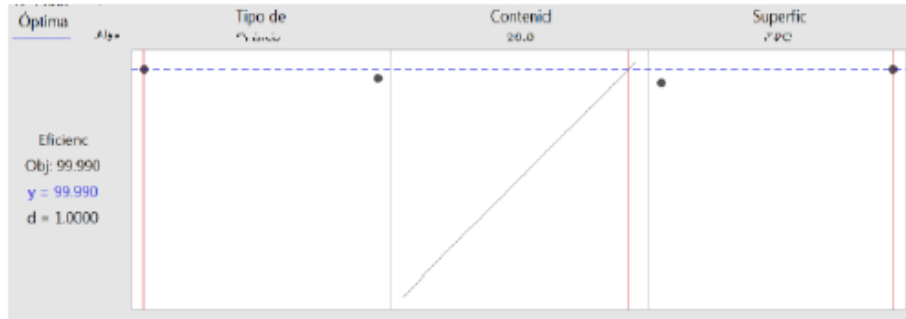


Figura 7: Ejemplo de optimización de respuesta DoE. Fuente: Elaboración propia

### c. Fase de optimización

Durante esta etapa se utilizará el diseño de experimentos con los factores de la optimización con la finalidad de evaluarse sobre la superficie de un material para evaluar las características del recubrimiento con el aditivo antimicrobiano. En esta etapa se hará uso de las especificaciones del Cliente, así como los distintos métodos de evaluación física y química que solicita la especificación, entre las pruebas las más solicitadas son la prueba de abrasión y la prueba de adhesión entre otras. Para las pruebas de abrasión se hará uso de diferentes dispositivos como son la máquina de *Taber Abrasion Test*, figura 8; la cual consiste en que mediante la aplicación de peso y un ciclo de tiempo se deteriora la superficie del material con la finalidad de evaluar el daño realizado en una escala de grises.



Figura 8: Máquina Taber para pruebas de abrasión. Fuente: Taber Industries

Para la prueba de adhesión se hará uso de una máquina de ensayo universal, figura 9, la cual aplica fuerza en una determinada distancia con la finalidad de desprender el recubrimiento del sustrato y así verificar que se cumpla con la fuerza mínima de adhesión que se solicita en la especificación del cliente.



**Figura 9: Máquina de ensayo universal. Fuente: CSM Metrology**

Estos dispositivos ayudan a tener resultados con la finalidad de mejorar en cada prueba que se realiza.

#### ***d. Fase de aprobación***

Finalmente, aquí se presentan los resultados positivos a la junta administrativa de la empresa y se libera el producto a producción en serie. Aquí se utiliza herramientas del manual de calidad como por ejemplo las hojas de seguridad, las hojas técnicas y los manuales de instrucciones de trabajo.

### **2.3 Definición de indicadores para la validación de la propuesta**

Con la finalidad de verificar que en cada fase se cumplan con los puntos antes mencionados es necesario establecer indicadores como los que se muestran en la figura 10.

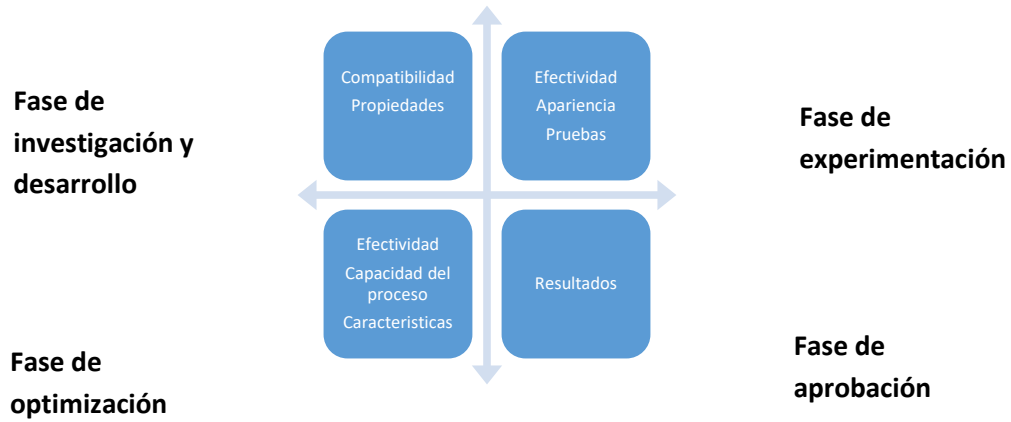


Figura 10: Indicadores de la metodología. Fuente: Elaboración propia

Durante la *fase de investigación y desarrollo* es importante hacer mención a la compatibilidad del aditivo antimicrobiano, así como el porcentaje o contenido dentro de la formulación de la laca ya que es importante mantener las principales características químicas de la formulación, que son las que se enlistan en la tabla 9.

Tabla 9: Características químicas de la formulación de la laca. Fuente: elaboración propia

Características químicas	Propiedades	Tolerancia
<b>pH</b>	Ayuda a que la laca con el aditivo antimicrobiano se mantenga en el recubrimiento	Laca base agua: 8.8 – 9.2
<b>Viscosidad</b>	Es cinemática ya que se mide la resistencia de la laca al deslizamiento	Laca base agua: 38 – 42 seg.
<b>Brillo (laca)</b>	Ayuda a que el material sea opaco o brillante	Laca base agua: depende de la formulación

En la *fase de experimentación* es importante validar que el aditivo antimicrobiano sea eficaz contra los microorganismos encontrados en el interior del automóvil y que este a su vez no dañe la apariencia del recubrimiento. La tabla 10 indica las principales características físicas del recubrimiento.

Tabla 10: Características físicas del recubrimiento. Fuente: elaboración propia

Características físicas y otras		Tolerancia
<b>Eficacia</b>	Inhibición del 99.99% de los microorganismos	De acuerdo al resultado de la población y del tipo de microorganismos, se busca que se reduzca 99.99%
<b>Apariencia</b>	Consiste en que el color y el brillo del recubrimiento sean homogéneos	Colorimetría CIE L, a, b: $\Delta a: \pm 0.01$ $\Delta b: \pm 0.01$ $\Delta L: \pm 0.01$  Brillo: $\pm 0.01$
<b>Pruebas</b>	La adhesión del recubrimiento con el sustrato debe de ser mediante falla cohesiva*	$\geq 30N$ y/o falla cohesiva

La adhesión es una medida para saber la fuerza del recubrimiento con el sustrato, ésta puede ser medida en diferentes formas, la figura 11 muestra los tipos de adhesión y se observa que:

- Fuerza es la de “tensión” en donde tanto el corte como el sustrato ejercen fuerzas opuestas de forma vertical mediante el medidor universal para medir la fuerza de la unión
- Fuerza de “arrastre (*peel off*)” en la cual el sustrato está fijo y el corte es arrastrado por un medidor de tensión universal para saber la fuerza que existe en la unión
- Fuerza “deslizante (*shear*)” en la cual tanto el sustrato como el corte se deslizan de forma horizontal en direcciones opuestas por el medidor universal para medir la fuerza de unión entre ambos.

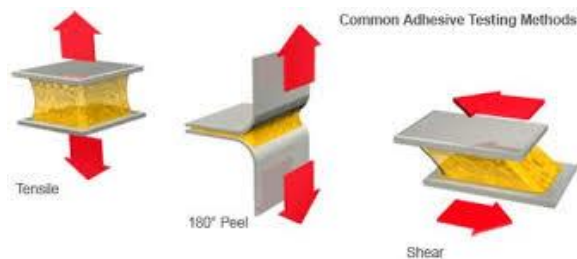


Figura 11: Tipos de adhesión. Fuente: La web de los adhesivos

La más común de realizar la prueba de la fuerza de unión es el peel off test a 180°, y una vez que se realiza esta prueba los resultados que se observan son de tres tipos y se conocen como fallas. En la figura 12 se muestran los tipos de fallas más comunes:

- La primera que se observa es la falla estructural (*structural*), que es cuando el corte o el sustrato se rompen
- La falla adhesiva (*adhesive*) en donde el adhesivo que es lo que hace la unión queda ya sea en el corte o en el sustrato
- La falla cohesiva (*cohesive*) que indica que ambos materiales, corte y sustrato, son los suficientemente fuertes para desprenderse cada uno con parte del adhesivo. El mejor resultado que se puede esperar es tener una falla de tipo cohesiva.

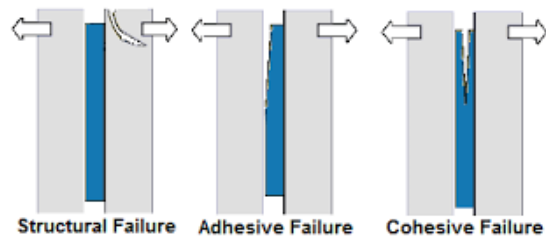


Figura 12: Tipo de fallas de adhesión. Fuente: La web de los adhesivos

En la *fase de optimización* se tiene nuevamente a la efectividad como indicador de que el aditivo cumple su función, además de la capacidad del proceso, al integrar el aditivo antimicrobiano en la formulación de la laca para el proceso de fabricación del recubrimiento, en donde el proceso no se verá afectado por este cambio. Durante el proceso de integración, el cual es llamado Lacado, figura 13, se debe tomar en cuenta las características del proceso de lacado que se muestran en la tabla 11:

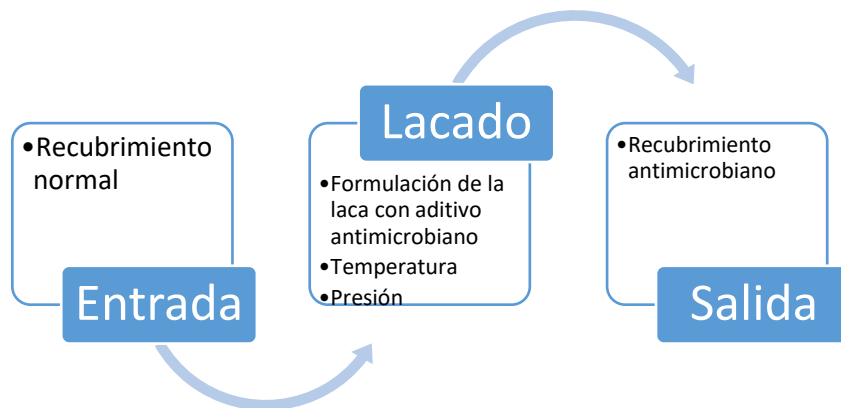


Figura 13: Proceso de lacado. Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Principal característica del proceso de lacado. Fuente: elaboración propia

Proceso	Características	Comentarios	Tolerancia
<b>Lacado</b>	Temperatura	Asegura que la formulación de la laca con el aditivo antimicrobiano se seque correctamente en el recubrimiento	Laca base agua: 90 – 130 °C
	Presión	Asegura que la formulación de la laca se adhiera correctamente en el recubrimiento o material	< 70 Bar
	Formulación con aditivo antimicrobiano	Esencial para cumplir con las características antimicrobianas	Inhibir el crecimiento de los microorganismos

Y finalmente en la *fase de aprobación* se presentan los resultados, que es un conjunto de todo lo que se ha mencionado, pero con la seguridad de que es un recubrimiento con características antimicrobianas que cumple con todas las especificaciones de los materiales que son utilizados en el interior de los automóviles.

## 2.4 Plan de Implementación

A continuación, se muestra el cronograma del plan de implementación de la metodología para llevar a cabo el desarrollo del recubrimiento con características antimicrobianas. La figura 14 muestra el plan de implementación, así como las fechas de cada actividad.

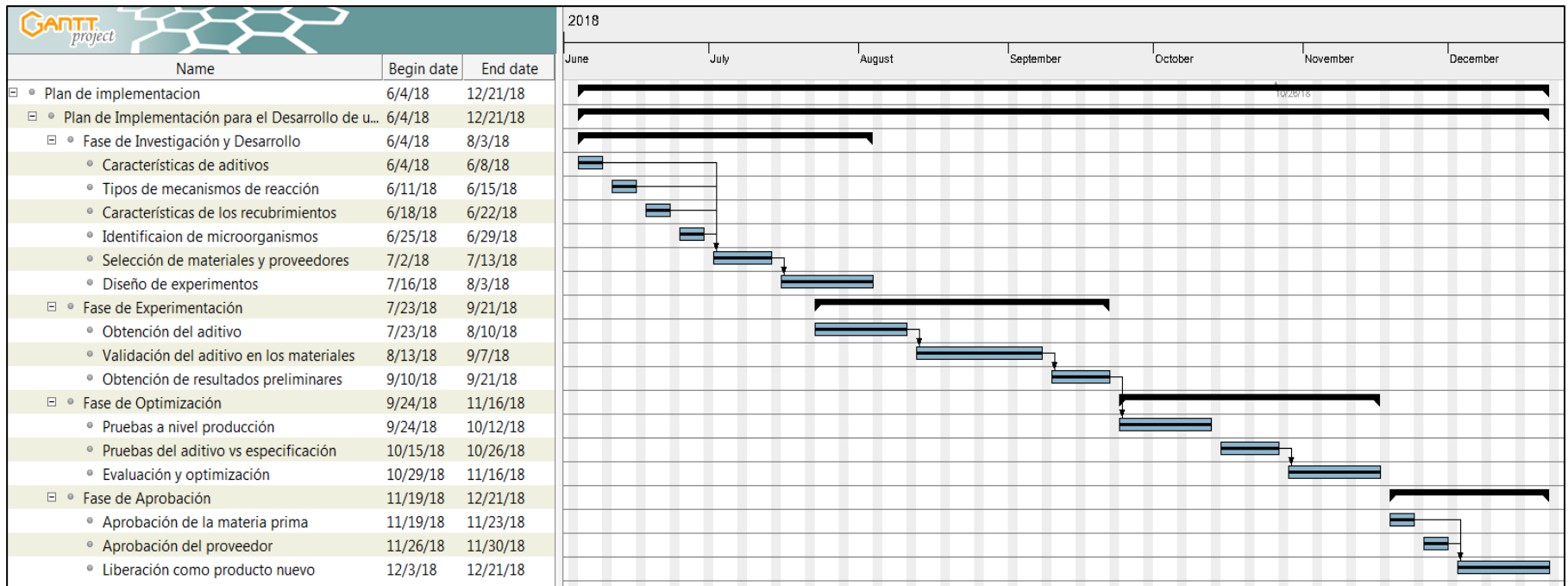


Figura 14: Vista parcial del plan de implementación. Fuente: Elaboración propia.

La administración del tiempo para el plan de implementación se da con base en las actividades que presenta cada fase de la metodología y el desglose es el siguiente:

### **Fase de Investigación y Desarrollo**

Características de los aditivos, para esta actividad solo es necesaria una semana para compilar toda la información acerca de los aditivos ya que solo se buscarán aquellos que brinden propiedades antimicrobianas, por lo que se reduce el campo de investigación.

Tipos de mecanismos de reacción, una vez conociendo los principales aditivos con características antimicrobianas, se puede hacer una selección en base a sus mecanismos de reacción con el fin de verificar cual es el más efectivo y compatible con la formulación, para esto nuevamente se da una semana.

Características de los recubrimientos, aquí es importante definir cuáles son las principales características que se deben de tomar en cuenta en los recubrimientos en este caso esta actividad se realizará en un plazo de dos semanas debido a que es necesario consultar las especificaciones del material y/o recubrimiento para tener la certeza que se están eligiendo las características adecuadas.

Selección de materiales y proveedores, nuevamente aquí son necesarias dos semanas, ya que esta actividad va de la mano de las 3 primeras actividades, y es en esta actividad donde se contactará a los proveedores para verificar que puedan surtir el material seleccionado además de que se solicitan muestras de los aditivos, así como las cotizaciones preliminares.

Diseño de experimentos, esta actividad requiere de tres semanas ya que, en base a todas las actividades anteriores, se hace un correcto diseño de experimentos, es decir, se plantean las variables, los factores que pueden afectar las características.

### **Fase de Experimentación**

Obtención del aditivo, aquí ya se tiene un aditivo con el mejor comportamiento en la formulación, así como con el recubrimiento y en esta actividad se propone 3 semanas debido a que un plazo de respuesta de los proveedores para el envío de los materiales va de 2 a 4 semanas.



Validación del aditivo en los materiales, en esta actividad y ya con el aditivo seleccionado se puede llevar a cabo las pruebas en el laboratorio y con la ayuda del diseño de experimentos se puede tener una mayor certeza de cómo será el comportamiento del aditivo cuando se decida llevar a nivel producción. Son necesarias 4 semanas.

Obtención de resultados preliminares, aquí se pretende evaluar el material de manera rápida y solo tomando en cuenta aquellas pruebas que evalúen la eficacia del aditivo antimicrobiano y para esto con 1 semana es suficiente.

### **Fase de Optimización**

Pruebas a nivel producción, aquí ya con la certeza de que los resultados obtenidos a partir de las pruebas en el laboratorio son exitosos y también con la seguridad de que el aditivo cumple con su función de inhibir los microorganismos, se puede programar las pruebas a nivel producción con la finalidad de verificar que la incorporación del aditivo con características antimicrobianas a la formulación actual, no afecte el proceso de lacado. Se contemplan 2 semanas para esta actividad.

Pruebas del aditivo vs especificación, ya realizado las pruebas a nivel producción se evalúa el material nuevamente, sin embargo, ahora es contra la especificación completa del material o recubrimiento además de nuevamente evaluar que el aditivo antimicrobiano cumpla con su principal función. Son necesarias 2 semanas.

Evaluación y optimización, una vez que se obtengan resultados exitosos en la fase de experimentación solo será necesario hacer ajustes mínimos en la formulación y nuevamente hacer una prueba a nivel producción solo para validar que la optimización sea la correcta. En este caso se necesitan 3 semanas.

### **Fase de Aprobación**

Aprobación de materia prima, aquí se notifica a las principales cabezas de la organización que las pruebas han sido exitosas, así como el desarrollo de un nuevo producto, se firma la liberación del material por parte de todos los departamentos involucrados, como son producción, seguridad e higiene, comparas etc. Para esto es necesario solo 1 semana.

Aprobación de proveedor, en esta actividad se notifica al proveedor que su material ha sido seleccionado para un nuevo producto y se comparten los resultados, se presenta el plan de negocios, cotizaciones oficiales y se firman la especificación del aditivo por ambas partes. Solo es necesario 1 semana para llevar a cabo esta actividad.

Liberación como producto nuevo, aquí se notifica al personal operativo acerca del nuevo producto, se presentan los resultados de las pruebas, así como cuales son los beneficios que el nuevo producto tendrá para la empresa y para todos los colaboradores; también es necesario dar una capacitación acerca del manejo del aditivo y como se va a procesar, dar a conocer con detalle la formulación. Son necesarias 3 semanas para completar esta actividad.

## **Conclusiones del capítulo 2**

En esta sección se presentó el plan de validación de cada una de las actividades propuestas en la metodología con la finalidad de que se cumpla con el plazo propuesto para cada una de las actividades.

Además del plazo de cada actividad se presentaron los indicadores que ayudarán a medir el correcto avance de cada fase, en algunos indicadores se presentaron tolerancias, así como la forma en que se evaluarán en la fase del desarrollo.

Cada una de las actividades a las que se hace mención en cada fase de la metodología representa un paso para lograr cumplir con cada uno de los objetivos y que todos están encaminados al desarrollo de un recubrimiento antimicrobiano capaz de utilizarse en la superficie de los componentes del interior de los automóviles.

## **Capítulo 3: Proceso para la obtención del recubrimiento antimicrobiano**

*“La mejor manera de empezar algo es dejar de hablar de ello y empezar a hacerlo.”*

*- Walt Disney.*

## **Capítulo 3: Proceso para la obtención del recubrimiento antimicrobiano**

El desarrollo de la metodología consiste en llevar a cabo las actividades que se plantearon en la propuesta metodológica, haciendo uso de las herramientas propuestas, así como de los indicadores que permitan verificar que se cumpla con cada una de ellas y el grado de cumplimiento de las actividades.

El desarrollo, al igual que la metodología, se lleva a cabo en fases, por lo que todas las actividades que se planteen en cada fase deben estar terminadas antes de pasar a la siguiente fase.

La forma en que se valida cada fase consiste en el seguimiento de cada una de las actividades, así como los resultados que se obtienen en cada actividad, la cual es mostrada como una evidencia del avance del proyecto.

### **3.1 Desarrollo de las actividades del plan de implementación**

Para llevar a cabo la implementación de la metodología, se ejecutan las actividades propuesta en el capítulo 2, cuyo cumplimiento se avala con los documentos generados en cada actividad. Los documentos que se presentan son los utilizados en el entorno laboral de la empresa colaboradora.

A continuación, se muestra la tabla en donde se hace mención de cada uno de los documentos que avalan el fin de las actividades de la metodología. Se describe en qué consiste cada una de las actividades. (Ver Tablas 12,13,14 y 15.)

**Tabla 12: Lista de actividades de las etapas del proyecto: Fase de investigación y desarrollo. Fuente: Elaboración propia**

Etapa	Actividad	Nombre de la Actividad	Descripción	Entregable
<b>Fase de Investigación y Desarrollo</b>	1.1	Características de aditivos	Investigar sobre los aditivos antimicrobianos en el mercado, los cuales deben de ser compatibles con las formulaciones utilizadas en la empresa.	Documento impreso con el análisis presentado en forma de tabla donde contenga las principales características de los aditivos antimicrobianos y grado de compatibilidad
	1.2	Tipos de mecanismos de reacción	Investigar sobre los mecanismos de reacción de los aditivos antimicrobianos en el mercado y cuyo mecanismo sea el adecuado para la formulación y el sustrato.	Documento impreso con el análisis de los principales mecanismos de reacción, presentado en forma de tabla.
	1.3	Características de la formulación a integrar en el recubrimiento	Definir cuáles son las principales características de la formulación de la laca	Documento impreso que enliste las características de la formulación de la laca
	1.4	Características de los recubrimientos	Definir cuáles son las características críticas de los recubrimientos automotrices	Documento impreso en donde se presente a modo de tabla las características críticas de los recubrimientos automotrices
	1.5	Identificación de microorganismos	Investigar y realizar un estudio donde se determine cuáles microorganismo se encuentran comúnmente al interior de un automóvil	Documento impreso donde se presente el análisis de los microorganismos encontrados en el interior de automóviles y de ser posible cual es la población que presenta
	1.6	Selección de materiales y proveedores	Tomando en cuenta las características listadas en las actividades: 1.1, 1.2 y 1.3; definir el proveedor del aditivo antimicrobiano. También debe considerarse que el aditivo sea compatible con la formulación, que sea fácil de adquirir y que sea de bajo costo	Documento impreso donde se justifique el proveedor seleccionado en base a los puntos mencionados en la descripción de la actividad 1.4
	1.7	Diseño de experimentos	Definir en base a las características antes señaladas tanto del sustrato como de la formulación, el diseño de experimentos el cual será de tipo factorial	Documento impreso en el cual se debe detallar cuáles factores y que niveles son los utilizados en el DoE

**Tabla 13: Lista de actividades de las etapas del proyecto: Fase de experimentación. Fuente: Elaboración propia**

Etapa	Actividad	Nombre de la Actividad	Descripción	Entregable
<b>Fase de Experimentación</b>	2.1	Obtención del aditivo	Una vez definido el proveedor y el aditivo antimicrobiano, se creará la orden de compra para realizar pruebas a nivel laboratorio	Documento impreso en este caso la orden de compra donde indique la fecha de entrega
	2.2	Validación del aditivo en la formulación de la laca	Creación de formulaciones con el aditivo antimicrobiano	Documento impreso de las formulaciones
	2.3	Obtención de resultados preliminares	Selección de las formulaciones de acuerdo a DoE y mezcla de los materiales a nivel laboratorio	Documento impreso donde se indique en una tabla los resultados de las formulaciones (compatibilidad, % aditivo, características cumplidas de la formulación...)

**Tabla 14: Lista de actividades de las etapas del proyecto: Fase de optimización. Fuente: Elaboración propia**

Etapa	Actividad	Nombre de la Actividad	Descripción	Entregable
<b>Fase de Optimización</b>	3.1	Pruebas a nivel producción	Creación y producción del lote de prueba	Documento impreso del TBR (trial batch request) y número de lote asignado, resultados de la prueba en producción
	3.2	Pruebas del aditivo vs especificación	Comparar los resultados obtenidos del lote de prueba con el aditivo antimicrobiano vs un material sin aditivo antimicrobiano	Documento impreso de los resultados de laboratorio
	3.3	Evaluación y optimización	Optimización de la formulación en base a los resultados obtenidos	Documento impreso, en caso de que aplique, acerca del DoE optimizado donde indique que variables cambiaron y el motivo del cambio, lo mismo aplica para la formulación

**Tabla 15: Lista de actividades de las etapas del proyecto: Fase de aprobación. Fuente: Elaboración propia**

Etapa	Actividad	Nombre de la Actividad	Descripción	Entregable
<b>Fase de Aprobación</b>	4.1	Aprobación de la materia prima	Creación del número de parte del aditivo antimicrobiano	Documento impreso RMA (raw material approval) donde se indique que el aditivo antimicrobiano fue liberado para su uso en producción normal
	4.2	Aprobación del proveedor	Creación del número de parte del proveedor	Documento impreso SMA (Supplier Material Approval) donde se indique que el proveedor fue liberado para su uso en producción normal
	4.3	Liberación como producto nuevo	Notificación a los departamentos involucrados acerca del nuevo aditivo antimicrobiano para su uso en producción normal	Documento impreso donde se notifique acerca del nuevo aditivo, el documento debe de contener la firma de los responsables de los departamentos involucrados

### 3.1.1 Fase de Investigación y Desarrollo

**Características de aditivos:** consiste en tener un listado en forma de tabla de las principales características de los aditivos antimicrobianos.

De acuerdo con la información presentada en la sección del marco teórico, los microorganismos son seres vivos unicelulares que solo son visibles mediante el uso de microscopio como, por ejemplo, los virus, bacterias, levaduras y hongos. (Tiwari, 2017). Para evitar el daño que algunos microorganismos causan existen agentes antimicrobianos que eliminan e inhiben el crecimiento de los microorganismos, los antimicrobianos se clasifican en base a lo siguiente (Juan A. Basualdo, 2006):

- *Efecto*, es decir la forma en la que actúa sobre los microorganismos. En la tabla 16 se indican algunos ejemplos de cómo los microorganismos son afectados por el tipo de antimicrobiano.

**Tabla 16: Efecto de los antimicrobianos. Fuente: Handbook of antimicrobial coatings (Tiwari, 2017)**

Efecto de los antimicrobiano	Descripción
<b>Bacteriostático</b>	Inhibe la multiplicación de las bacterias
<b>Bactericida</b>	Mata las bacterias
<b>Esterilización</b>	Destrucción de toda forma de vida
<b>Desinfectante</b>	Se utiliza en superficies
<b>Séptico</b>	Se utiliza cuando hay presencia de microorganismos en tejidos
<b>Sanitizador</b>	Reduce la población bacteriana 99%

- *Espectro*, es la gama de bacterias contra la que actúa el antimicrobiano. En la tabla 17 se muestra cuáles son los espectros de los antimicrobianos y contra cuantas familias son eficaces.

**Tabla 17: Espectro de los antimicrobianos. Fuente: Microbiología Biomédica (Juan A. Basualdo, 2006)**

Espectro de los antimicrobianos	Descripción
<b>Amplio Espectro</b>	Eficaz contra una gran gama de familias de bacterias
<b>Espectro limitado</b>	Eficaz contra uno o dos tipos específicos de familia de bacterias
<b>Espectro reducido</b>	Eficaz solo contra un tipo específico de familia de bacterias



**Tipos de mecanismo de reacción:** se refiere a una forma de clasificación de los antimicrobianos en base al método de esterilización o de eliminación de los microorganismos, es decir la forma en cómo el antimicrobiano ataca a los microorganismos hasta lograr la eliminación o inhibición de éstos. En la tabla 15 se muestran algunos ejemplos de cuál es el mecanismo de reacción, así como el método que utilizan los antimicrobianos.

- *Mecanismo de reacción*, son los métodos de esterilización de los antimicrobianos. (Ver tabla 18).

**Tabla 18: Tipos, métodos y mecanismo de reacción de los antimicrobianos. Fuente: Handbook of antimicrobial coatings (Tiwari, 2017)**

Tipo	Método	Mecanismo de reacción	Ejemplo
<b>Físicos</b>	Calor húmedo	Fusión y desorganización de las membranas	Autoclave
	Calor seco	Oxidación de los constituyentes intracelulares	Horno
	Filtración	Evita el paso de los microorganismos	Membranas
	Radiación	Modificación irreversible de la estructura funcional de ácidos nucleicos, proteínas y lípidos	Reactor
<b>Químicos</b>	Esterilización por gas	Gas tóxico controlado	Etileno
	Orgánicos	Solventes	Cloroformo
	Inorgánicos	Desnaturalización de proteínas	Metales pesados

**Características de la formulación a integrar en el recubrimiento:** se detallan cuáles son las características principales que se deben de tomar en cuenta al momento de realizar la integración del aditivo antimicrobiano en la formulación y por lo tanto en el recubrimiento.

Antes de mencionar las principales características de la formulación de la laca es necesario hacer mención de los componentes de la laca, así como cuál es la definición de la misma. La laca es una pintura opaca o transparente de singular brillo y tersura, utilizada en acabado de interiores, sobre madera o acero (RAE, Real Academia Española, 2018). En la empresa colaboradora, una laca está conformada por los siguientes componentes, así como en porcentajes asegurando que la laca sea procesable (Ver tabla 19):

**Tabla 19: Componentes de la formulación de la laca. Fuente: elaboración propia**

Componentes de una Laca	Porcentaje [%]	Descripción
<b>Resina PU</b>	60	Cuerpo de la laca, brinda resistencia y flexibilidad
<b>Solventes orgánicos</b>	20	Para disolver la mezcla de la resina con los aditivos
<b>Aditivo antiespumante</b>	5	Para evitar burbujas en la superficie del material
<b>Aditivo surfactante</b>	5	Para que se aplique adecuadamente sobre el material
<b>Aditivo deslizante</b>	5	Ayuda a que el material tenga un tacto suave
<b>Entrecruzante</b>	5	Inicia la polimerización de la laca

Es necesario también hacer mención de las características críticas de la laca y que son establecidas por parte de la empresa colaboradora con la finalidad de que el proceso de lacado sea adecuado y de esta forma se asegura el cumplimiento de la tolerancia mínima de las especificaciones de los clientes.

De acuerdo a la siguiente tabla 20, que menciona las características críticas de la laca; el contenido de sólidos, de solvente y de entrecruzante ayuda a que la laca al ser aplicada en el recubrimiento cumpla con las propiedades químicas, físicas, mecánicas y alguna otra como puede ser de apariencia, mismas que se mencionan en la especificación del cliente.

**Tabla 20: Características críticas de la formulación de lacas. Fuente: Empresa colaboradora**

Características críticas	
<b>Contenido de sólidos</b>	27 %
<b>Contenido de solvente</b>	12 %
<b>Contenido de entrecruzantes</b>	< 2 %

Cada una de las características cumple una función específica que ayuda a que la laca se procese correctamente durante el lacado. La tabla 21, mostrada más adelante bajo el nombre de características químicas de la laca, hace mención a las tolerancias que debe cumplir la laca después de ser preparada en este caso mezclada, antes de que se comience a usar en el proceso de lacado.

Tabla 21: Características químicas de la formulación de la laca. Fuente: elaboración propia

Características químicas	Propiedades	Tolerancia
<b>pH</b>	Ayuda a que la laca con el aditivo antimicrobiano se mantenga en el recubrimiento	Laca base agua: 8.8 – 9.2
<b>Viscosidad</b>	Es cinemática ya que se mide la resistencia de la laca al deslizamiento	Laca base agua: 38 – 42 seg
<b>Brillo (laca)</b>	Ayuda a que el material sea opaco o brillante	Laca base agua: depende de la formulación

**Características de los recubrimientos:** se refiere a aquellas características que son importantes de mantener durante la implementación del aditivo antimicrobiano en la formulación de la laca y que finalmente será integrada al recubrimiento. Estas características sirven principalmente para las pruebas de resistencia que se mencionan en la especificación del cliente. La tabla 22, menciona algunas de las características de los recubrimientos que se consideran como pruebas de resistencia especificadas por el cliente.

Tabla 22: Principales características de las propiedades de los recubrimientos. Fuente: Elaboración propia

Características	Propiedades
<b>Mecánicas</b>	Abrasión
<b>Apariencia</b>	Color y Brillo (recubrimiento)

La tabla 23 hace mención a las características físicas que debe de cumplir el recubrimiento una vez que se le agrega el aditivo antimicrobiano.

Tabla 23: Características físicas del recubrimiento. Fuente: elaboración propia

Características físicas y otras	Tolerancia
<b>Eficacia</b>	Inhibición del 99.99% de los microorganismos
<b>Apariencia</b>	Consiste en que el color y el brillo del recubrimiento sean homogéneos
<b>Pruebas</b>	La adhesión del recubrimiento con el sustrato debe de ser mediante falla cohesiva*

**Identificación de microorganismos:** se realiza un estudio con la finalidad de encontrar los principales microorganismos dentro del interior de los automóviles. El estudio fue realizado en el

interior de un automóvil el cual tiene la característica de ser un automóvil que es conducido por una madre de familia y que usa un asiento de bebé, el automóvil se usa de manera regular, es decir, se conduce se manera frecuente y la exposición de la comida que los niños puedan ingerir en el interior y la exposición normal del sol que abarca una duración promedio de 9 horas, son factores constantes que se mantienen durante una semana. (Ver figura 15).



**Figura 15:** Ejemplo del interior del automóvil con asiento para bebé. Fuente: N/A.

Para el conteo de los microorganismos se limpió el interior de los diversos componentes del automóvil, que se muestran en la figura 16, con un trapo húmedo.



**Figura 16:** Ejemplo del interior del automóvil. Fuente: Chrysler Town & Country.

El conteo de la población de los microorganismos se realiza en un laboratorio especializado en análisis microbiológicos encontrando los siguientes resultados mostrados en la tabla 24:

Tabla 24: Microorganismos en el interior de un automóvil. Fuente: Laboratorio de análisis microbiológicos

Prueba	Recuento aeróbico en placa	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Clostridium species</i>	Levaduras	<i>Bacillus spp</i>	
Resultados (unidades formadas por colonia)	Asiento para niños	8.6 x 10 <sup>3</sup>	<10	<10	<10	<10	4.5 x 10 <sup>2</sup>	1.8 x 10 <sup>2</sup>
	Volante	1.2 x 10 <sup>3</sup>	60	<10	10	<10	30	40
	Asientos	3.7 x 10 <sup>3</sup>	1.9 x 10 <sup>3</sup>	<10	<10	<10	9.6 x 10 <sup>3</sup>	5.5 x 10 <sup>4</sup>
	Tablero	3.0 x 10 <sup>3</sup>	10	<10	<10	<10	40	3.0 x 10 <sup>2</sup>
	Tapetes	1.1 x 10 <sup>4</sup>	<10	<10	<10	20	1.2 x 10 <sup>3</sup>	7.5 x 10 <sup>3</sup>

Este estudio ayuda a identificar con facilidad cuales son los microorganismos que bajo las condiciones adecuadas crecen en el interior, por lo tanto, con estos datos y con las características de los aditivos antimicrobianos al igual que las características de la formulación de la laca y de los recubrimientos automotrices se puede hacer una mejor selección del aditivo antimicrobiano a utilizar.

**Selección de materiales y proveedores,** en esta etapa se verifica cuáles son las opciones más viables de aditivos antimicrobianos, así como su disposición en el mercado y la misma disposición del proveedor para diseñar y desarrollar en conjunto el recubrimiento con características antimicrobianas.

La *selección del material* se basa en el tipo de laca, que en este caso es base agua y debido a que el mejor mecanismo de reacción por su origen químico, es mediante la desnaturalización de la proteína, la opción adecuada es la de metales pesados.

La *selección del proveedor* se basa en los siguientes factores:

- Catálogo de aditivos que se basen en metales pesados
- Precio del aditivo
- Soporte técnico
- Tiempo de entrega

La tabla 25, compara los factores de selección que se aplicaron a los proveedores, dando como resultado al proveedor A como el proveedor con mejor calificación, ya que cuenta con aditivos a base de metales pesados, el precio del aditivo es regular y tiene un soporte técnico que es ideal para la implementación del aditivo antimicrobiano en el recubrimiento para interiores.

**Tabla 25: Factores para la selección del proveedor. Fuente: Proveedor A, B Y C.**

Factores	Proveedor A	Proveedor B	Proveedor C
<b>Catálogo de aditivos</b>	*	*	*
<b>Precio del aditivo</b>	**	*	**
<b>Soporte técnico</b>	***	*	**
<b>Tiempo de entrega</b>	*	*	*

Nota: (\*) regular, (\*\*) bueno, (\*\*\*) excelente

En base a la información del aditivo y del proveedor se utiliza un formato proporcionado por la empresa colaboradora el cual contiene la información necesaria para crear el número de parte de prueba del aditivo y del proveedor.

La figura 17 muestra los nuevos datos del aditivo y del proveedor, el material denominado como XR68210 es el número que se le da internamente para poder hacer las pruebas en el laboratorio, así como para manipular la muestra gratis que el proveedor envía.

En la figura 17 también se mencionan algunas características del aditivo como por ejemplo la densidad y el proveedor además de otros datos que son de interés para la empresa colaboradora.

<b>CREACIÓN DE NÚMEROS DE PARTE PARA MATERIAS PRIMAS DE PRUEBA</b>	
Responsable R&D:	CG
Número de parte asignado:	<b>XR68210</b>
Descripción del material:	Aditivo antimicrobiano
Uso del material:	Recubrimiento / Laca
Nombre del proveedor:	<b>Proveedor A</b>
Número de parte del proveedor:	Por asignar
Proveedor dirigido por parte de Compras:	No
Proyecto R&D:	<b>Laca antimicrobiana</b>
Planta:	BK-SLP
Consumo anual estimado:	Por definir
Densidad del material: [kg/m <sup>3</sup> ]	<b>1.05</b>
Inspección de calidad requerido:	No

Figura 17: Vista parcial de documento para solicitud de materia primas de prueba. Fuente: Empresa colaboradora.

El aditivo XR68210 tiene las características que se mencionan en las tablas anteriores (Tablas 16, 17 y 18) y que son necesarias para la inhibición y reducción de los microorganismos encontrados en el interior del automóvil.

A continuación, en la tabla 26 se muestran las características finales del aditivo seleccionado para realizar las pruebas en el recubrimiento y que le brindarán las características antimicrobianas.

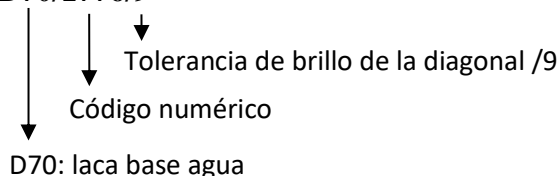
Tabla 26: Características del aditivo antimicrobiano seleccionado. Fuente: Proveedor seleccionado

Características del Aditivo	
Nombre Comercial	XR68210
Nombre en la empresa colaboradora	-----
Proveedor	Proveedor A
Efecto	Sanitizador
Espectro	Amplio
Mecanismo de reacción	Químico, Inorgánico mediante la desnaturalización de proteínas, metales pesados (Nanopartículas de plata)

Diseño de experimentos, para esta actividad debido a las restricciones de la empresa colaboradora, las cuales son las características críticas que se mencionan anteriormente en la tabla 20: características críticas de la formulación de laca, y que define que el contenido de sólidos, solvente y entrecruzante son determinantes para que la formulación de laca al ser aplicada sobre el recubrimiento cumpla con las características del cliente que son las pruebas físicas, mecánicas y de apariencia.

Por lo tanto, solo es posible hacer pruebas de formulaciones de laca con diferente contenido de aditivo antimicrobiano ya que al ser un aditivo a base de nano partículas de plata es necesario tener un porcentaje de 1.5-3% del aditivo en el total de la laca (recomendación por parte del proveedor seleccionado), esta cantidad es suficiente para lograr la inhibición de los microorganismos encontrados en el interior del automóvil y de esta forma no afecta de manera significativa el contenido total de la laca, esto en cuanto a sólidos. Además, con éste contenido del aditivo se evita que se pueda dañar la apariencia del recubrimiento haciendo que quede fuera de las especificaciones del color y brillo citadas por el cliente.

Dentro de la empresa colaboradora la forma correcta de nombrar a una formulación de laca es mediante un código LMR (Lacquer Material Recipe, por sus siglas en inglés) y por lo tanto a partir de ahora se hará uso del código generado para la formulación de laca con aditivo antimicrobiano de: **LRM330233** cuya descripción es **D70/1776/9**





La laca D70/1776/9 conlleva las siguientes características específicas propias del código numérico asignado. (Ver tabla 27).

**Tabla 27: Características de la laca D70/1776/9. Fuente: Empresa colaboradora**

Descripción	Tipo de Laca	Resistencia a los solventes	Resistencia a la abrasión	Anti squeak	Agente antideslizante	Tacto
<b>1776</b>	PU /PVC	Alta	Alta	Si	Alta	Húmedo/Suave

La diagonal /9 de la laca base agua puede variar en base a la siguiente tabla (Tabla 28, brillos de lacas base agua), para obtener el valor de las columnas H e I, se utiliza un medidor de brillo como el mostrado más adelante en la figura 18. Esta tabla sirve de referencia al momento de hacer el mezclado de la laca en el laboratorio.

**Tabla 28: Tabla de brillos de las lacas base agua. Fuente: Empresa colaboradora**

Brillo de acuerdo a Columna		
Laca	Base Agua	
Diagonal	H	I
<b>9.9</b>		
<b>9.5</b>	1.2	1.4
<b>9</b>	1.6	2
<b>8.5</b>	2.1	2.4
<b>8</b>	2.5	3.1
<b>7.5</b>	3.2	3.8
<b>7</b>	4	4.6
<b>6.5</b>	4.7	5.3
<b>6</b>	5.4	6
<b>5.5</b>	6.1	6.7
<b>5</b>	6.9	7.5
<b>4.5</b>	10.2	10.8
<b>4</b>	12.2	12.8
<b>3</b>	15.5	16.5
<b>2</b>	22	24
<b>1</b>	45	55



Figura 18: Medidor de brillo. Fuente: BYK Additives & Instruments.

Además del brillo que se obtiene de la diagonal de la laca, también es importante verificar que la laca cumpla con las pruebas de calidad después del mezclado de las materias primas para obtener la laca antimicrobiana; estas pruebas de calidad propias del código de la laca asignado, D70/1776/9, se muestran a continuación en la tabla 29:

Tabla 29: Características de la laca D70/1776/9. Fuente: Empresa colaboradora

Características de la laca	Tolerancia
<b>Ph</b>	8.8 – 9.2
<b>Viscosidad [s]</b>	38 – 42
<b>Brillo /9</b>	1.6 – 2.0

En base a esto se tienen las siguientes formulaciones que se enlistan en la tabla 30, en las cuales lo que cambia es el contenido del aditivo dentro del rango de 0.5 a 3.5% con la finalidad de observar cuales son los resultados al salirse del rango recomendado de 1.5 a 3%.

Tabla 30: Contenido de aditivo antimicrobiano en la formulación de la laca. Fuente: Empresa colaboradora

Contenido [%]	LRM330233						
	A	B	C	D	E	F	G
Antimicrobiano	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5

### 3.1.2 Fase de Experimentación

**Obtención del aditivo,** para esta actividad se presenta un formato el cual debe ser llenado con información del proveedor y de la empresa colaboradora, con el fin de comprar el aditivo que ya

ha sido seleccionado y que en este caso es el XR68210 que es un aditivo antimicrobiano inorgánico a base de metales pesados como mecanismo de inhibición.

En la figura 19 se presenta información del aditivo antimicrobiano como la densidad, el proveedor y la cantidad a solicitar.

<b>FORMATO DE COTIZACIÓN DE MATERIA PRIMA DE PRUEBA / ORDEN DE COMPRA</b>			
<input type="checkbox"/>	SOLO COTIZACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	ORDE DE COMPRA
FECHA::	<u>2018</u>		
SOLICITANTE:	<u>CG</u>		
PROYECTO / CLIENTE:	_____		
PROVEEDOR PROPUESTO:	<u>Proveedor A</u>		
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:	<u>XR68210 aditivo antimicrobiano</u> <u><math>\rho = 1.05 \text{ kg/m}^3</math></u>		
CANTIDAD A ORDENAR:	<u>50 kg</u>		
FECHA DE ENTREGA PROPUESTA:	<u>Asap</u>		
COMENTARIOS:	_____ _____ _____		
FIRMA DEL SOLICITANTE	VO BO DEL GERENTE DE MATERIALES		
<u>CG</u>	<u>IDH</u>		
FECHA Y FIRMA DE DEPTO DE COMPRAS:	_____		

**Figura 19: Formato de orden de compra. Fuente: Empresa colaboradora.**

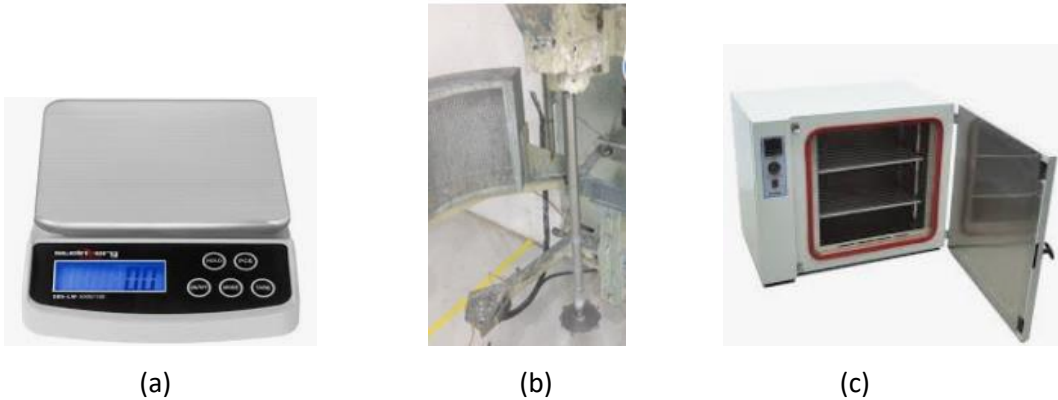
**Validación del aditivo en la formulación de laca**, en esta sección se presentan la formulación de la laca con diferente contenido de aditivo antimicrobiano, esta etapa se lleva a cabo en el laboratorio denominado como cuarto de lacas (LA1), las diferentes versiones de la laca D70/1776/9 con diferente contenido de aditivo se presentan en la tabla 31, la cual muestra de manera general como está constituida la laca y en qué cantidades.

**Tabla 31: Formulación de la laca D70/1776/9 con diferente cantidad de aditivo antimicrobiano. Fuente: Empresa colaboradora**

R&D	AD_LAC_020/2018						
	Laca Antimicrobiana						
Formula	LRM330233						
	A	B	C	D	E	F	G
Resina A	16.300	16.300	16.300	16.000	16.300	16.300	16.200
Resina B	29.400	29.400	29.400	29.000	29.000	29.400	29.000
Resina C	7.600	7.600	7.600	7.000	7.600	7.600	7.600
Aditivo antimicrobiano	0.140	0.280	0.410	0.550	0.690	0.850	1.000
Solvente A	20.800	20.800	20.800	21.000	20.800	20.800	20.800
Solvente B	6.200	6.300	6.200	7.000	6.800	6.200	6.200
Aditivo A	0.210	0.210	0.210	0.200	0.210	0.210	0.210
Aditivo B	0.480	0.480	0.480	0.450	0.450	0.480	0.480
Aditivo C	0.480	0.480	0.480	0.450	0.450	0.480	0.480
Aditivo D	1.660	1.660	1.660	1.650	1.600	1.660	1.660
Aditivo E	9.360	9.360	9.360	9.300	9.360	9.300	9.360
Aditivo F	2.110	2.110	2.110	2.100	2.100	2.100	2.110
Entrecruzante A	1.060	1.060	1.060	1.050	1.060	1.060	1.060
Entrecruzante B	4.400	4.400	4.410	4.400	4.400	4.410	4.400
<b>Total</b>	<b><u>100.200</u></b>	<b><u>100.440</u></b>	<b><u>100.480</u></b>	<b><u>100.150</u></b>	<b><u>100.820</u></b>	<b><u>100.850</u></b>	<b><u>100.560</u></b>
Contenido de sólidos %	27.1	27.2	27.3	27.0	27.3	27.6	27.7
Contenido de solvente %	12.1	12.1	12.1	12.2	12.0	12.0	12.0
Contenido de antimicrobiano %	0.52	1.03	1.49	2.03	2.51	3.05	3.59
Contenido de entrecruzante %	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	1.22	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21

La mezcla de materias primas para obtener las formulaciones con diferente cantidad de aditivo antimicrobiano para una misma laca, en este caso la D70/1776/9, se lleva a cabo en el laboratorio (LA1) utilizando el siguiente equipo (Figura 20):

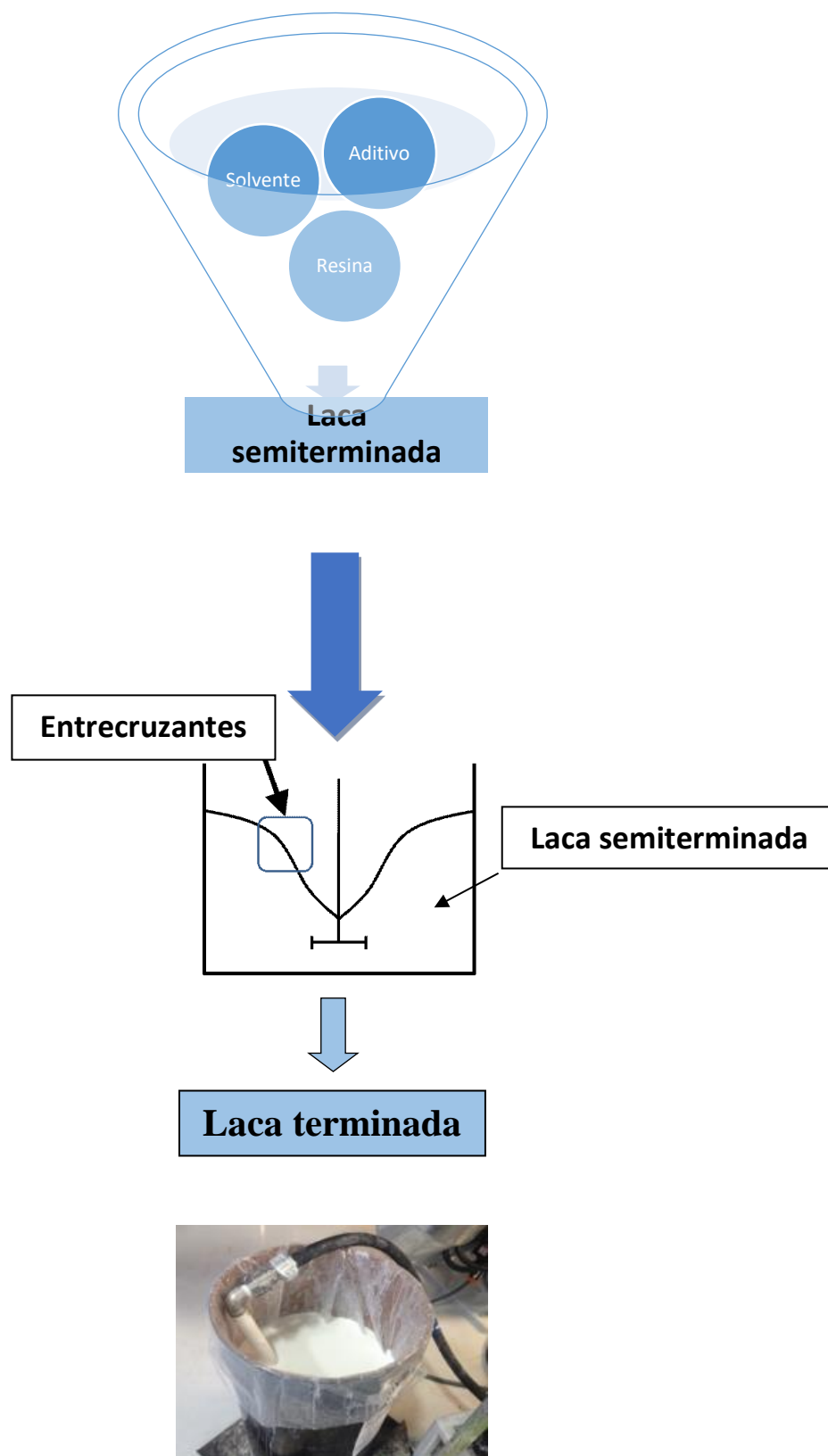
- Bascula (a)
- Mezclador (b)
- Horno de secado (c)



**Figura 20: Equipos necesarios para el mezclado: Fuente: Empresa colaboradora.**

La mezcla de la laca que se lleva a cabo en el laboratorio (LA1) se realiza en el siguiente orden (Ver Figura 21)

1. Se agregan las resinas y los solventes y se mezcla por 15 min.
2. Durante el mezclado y transcurridos los 15 minutos, se agregan los aditivos y se deja mezclar por 10 min, para obtener una laca semiterminada.
3. Los entrecruzantes se agregan al último y se mezcla por 10 min con la finalidad de obtener una laca terminada y lista para el proceso.



**Figura 21:** Esquema ilustrativo del mezclado de laca y laca terminada. Fuente: Elaboración propia y Empresa colaboradora.

Y para medir las características y/o pruebas de calidad después del mezclado de la laca D70/1776/9 se utiliza los siguientes aparatos (Figura 22) y con esto se asegura que el producto que entrega el cuarto de lacas (LA1) sea una laca dentro de los estándares de calidad para poder ser utilizada en el proceso de lacado (AL1) el cual se explica más adelante:

- Medidor portátil de pH (a)
- Copa Ford 4mm (b)
- Medidor de brillo (c)

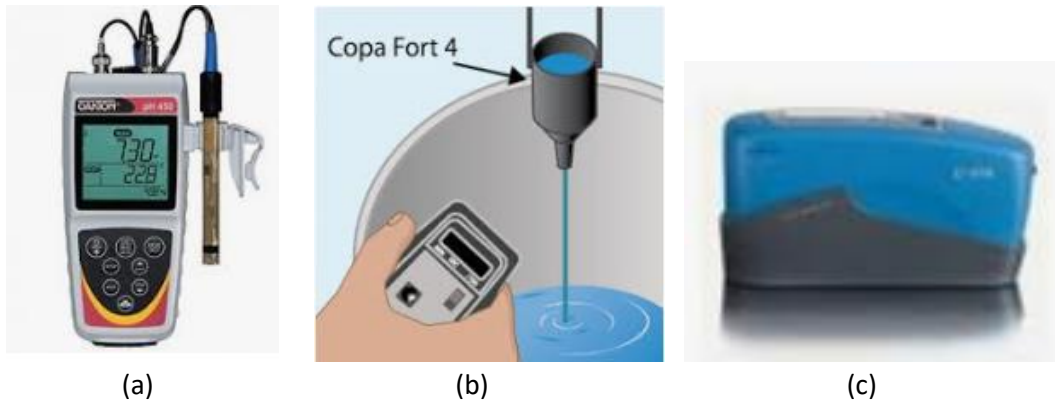


Figura 22: Equipos necesarios para las pruebas de calidad después del mezclado.

**Obtención de resultados preliminares.** aquí se muestra los resultados de las principales características de la formulación de la laca.

Al realizar las formulaciones mostrados anteriormente en la tabla 31, se obtienen los siguientes resultados que son las pruebas de calidad después del mezclado. (Ver tabla 32).

Tabla 32: Resultados de las formulaciones de la laca con diferente contenido de aditivo antimicrobiano. Fuente: Empresa colaboradora

Características	LRM330233						
	A	B	C	D	E	F	G
<b>pH (8.8 - 9.2)</b>	8.7	8.9	8.8	8.9	9	9.1	9.2
<b>Viscosidad (38 - 42s)</b>	36	39	38	39	40	42	43
<b>Brillo /9/ (1.6 - 2.0)</b>	1.6	1.9	1.7	1.8	2	1.9	2.2

En este caso la mayoría de los resultados de las formulas están dentro de tolerancia de las características mencionadas en la tabla 32, es decir dentro de tolerancias de pH, viscosidad y brillo; debido a esto es necesario realizar un estudio de estabilidad de cada una de las lacas que ayude a decidir cuál es el mejor contenido de aditivo antimicrobiano en la fórmula de la laca.

El estudio de estabilidad consiste en mezclar la laca completamente y seguir mezclando por un lapso de 5 horas y en cada hora se miden los valores de las pruebas de calidad. Los resultados se observan en la tabla 33 y muestran como es el cambio de cada laca conforme pasa el tiempo de mezclado; este tiempo es de 5 horas, y se observa que la laca con mejores resultados es la LMR330233 **D** ya que al igual que la LMR330233 **C** ambas están dentro de la tolerancia sin embargo la **LRM330233 “D”** tiene una mejor estabilidad conforme avanzan el tiempo de las 5 horas, por lo tanto, esta es la formulación de laca seleccionada con 2% de aditivo antimicrobiano.

El estudio de estabilidad se realiza a todas las formulaciones de la laca en la fase de desarrollo ya que es importante verificar que la laca sea fácil de procesar durante todo el proceso de producción del recubrimiento o material, es decir, durante el proceso de Lacado (AL1).



Tabla 33: Prueba de estabilidad de las fórmulas de laca. Fuente: Empresa colaboradora

<b>R&amp;D</b>	Fecha:		2018			
	Nombre del proyecto: <b>Laca Antimicrobiana</b>					
<b>Nombre de la laca</b>						
	<b>LRM330233 "A"</b>					
	<b>0h</b>	<b>1h</b>	<b>2 h</b>	<b>3 h</b>	<b>4 h</b>	<b>5 h</b>
<b>pH</b>	8.70	8.80	8.80	8.90	9.00	9.10
<b>Viscosidad ( 4mm) [s]</b>	36	38	39	40	42	45
<b>Brillo</b>	1.60	1.60	1.70	1.70	1.70	1.80
<b>Nombre de la laca</b>						
	<b>LRM330233 "B"</b>					
	<b>0h</b>	<b>1h</b>	<b>2 h</b>	<b>3 h</b>	<b>4 h</b>	<b>5 h</b>
<b>pH</b>	8.90	8.90	8.90	9.00	9.00	9.10
<b>Viscosidad ( 4mm) [s]</b>	39	39	40	41	41	42
<b>Brillo</b>	1.90	1.90	2.00	2.00	2.10	2.10
<b>Nombre de la laca</b>						
	<b>LRM330233 "C"</b>					
	<b>0h</b>	<b>1h</b>	<b>2 h</b>	<b>3 h</b>	<b>4 h</b>	<b>5 h</b>
<b>pH</b>	8.80	8.80	8.90	9.00	9.10	9.20
<b>Viscosidad ( 4mm) [s]</b>	38	38	39	39	41	42
<b>Brillo</b>	1.70	1.70	1.80	1.80	1.90	2.00
<b>Nombre de la laca</b>						
	<b>LRM330233 "D"</b>					
	<b>0h</b>	<b>1h</b>	<b>2 h</b>	<b>3 h</b>	<b>4 h</b>	<b>5 h</b>
<b>pH</b>	8.90	8.90	8.90	8.90	9.00	9.00
<b>Viscosidad ( 4mm) [s]</b>	39	39	39	40	40	40
<b>Brillo</b>	1.80	1.80	1.80	1.80	1.90	1.90
<b>Nombre de la laca</b>						
	<b>LRM330233 "E"</b>					
	<b>0h</b>	<b>1h</b>	<b>2 h</b>	<b>3 h</b>	<b>4 h</b>	<b>5 h</b>
<b>pH</b>	9.00	9.00	9.00	9.10	9.10	9.20
<b>Viscosidad ( 4mm) [s]</b>	40	40	40	41	41	42
<b>Brillo</b>	2.00	2.00	2.00	2.10	2.10	2.10
<b>Nombre de la laca</b>						
	<b>LRM330233 "F"</b>					
	<b>0h</b>	<b>1h</b>	<b>2 h</b>	<b>3 h</b>	<b>4 h</b>	<b>5 h</b>
<b>pH</b>	9.10	9.10	9.00	9.00	9.10	9.20
<b>Viscosidad ( 4mm) [s]</b>	42	42	41	41	42	42
<b>Brillo</b>	1.90	1.90	1.90	2.00	2.10	2.20
<b>Nombre de la laca</b>						
	<b>LRM330233 "G"</b>					
	<b>0h</b>	<b>1h</b>	<b>2 h</b>	<b>3 h</b>	<b>4 h</b>	<b>5 h</b>
<b>pH</b>	9.20	9.20	9.20	9.20	9.30	9.30
<b>Viscosidad ( 4mm) [s]</b>	43	43	43	44	44	45
<b>Brillo</b>	2.20	2.20	2.20	2.30	2.30	2.30

### 3.1.3 Fase de Optimización

**Pruebas a nivel producción**, se presenta el formato de solicitud de creación de material de prueba (TBR, trial batch request, por sus siglas en inglés), en el cual se muestran todas las materias primas que conforman el recubrimiento y entre ellos se encuentra la laca con el aditivo antimicrobiano o bien LRM330233 - D70/1776/9.

Con este documento lo que se obtiene es un nombre o código interno en la empresa colaboradora con la cual el recubrimiento con el aditivo antimicrobiano sea más fácil de identificar, obteniendo un número de prueba: MV000644A1500A.

Dentro del TBR se hace mención a todos los pasos de producción del recubrimiento por lo tanto es importante poner características o especificaciones en cada paso del proceso con el fin de monitorear que el recubrimiento cumpla en toda la producción.

El proceso completo de producción del recubrimiento se divide en subprocesos como son adición de capas, lacado y estampado, en los cuales dentro del esquema se hace mención a cada prueba de calidad necesaria de cada etapa o subproceso, ya que al cumplirse estos valores se tiene la certeza de obtener un recubrimiento que cumple con los requerimientos del cliente.

En la figura 23, a continuación, se muestran las características que se deben de considerar en cada subproceso y que son importantes para validar que el material cumpla con el proceso de producción. Cada etapa muestra las pruebas de calidad que se deben de realizar y que se deben de cumplir antes de pasar a la siguiente etapa del proceso.

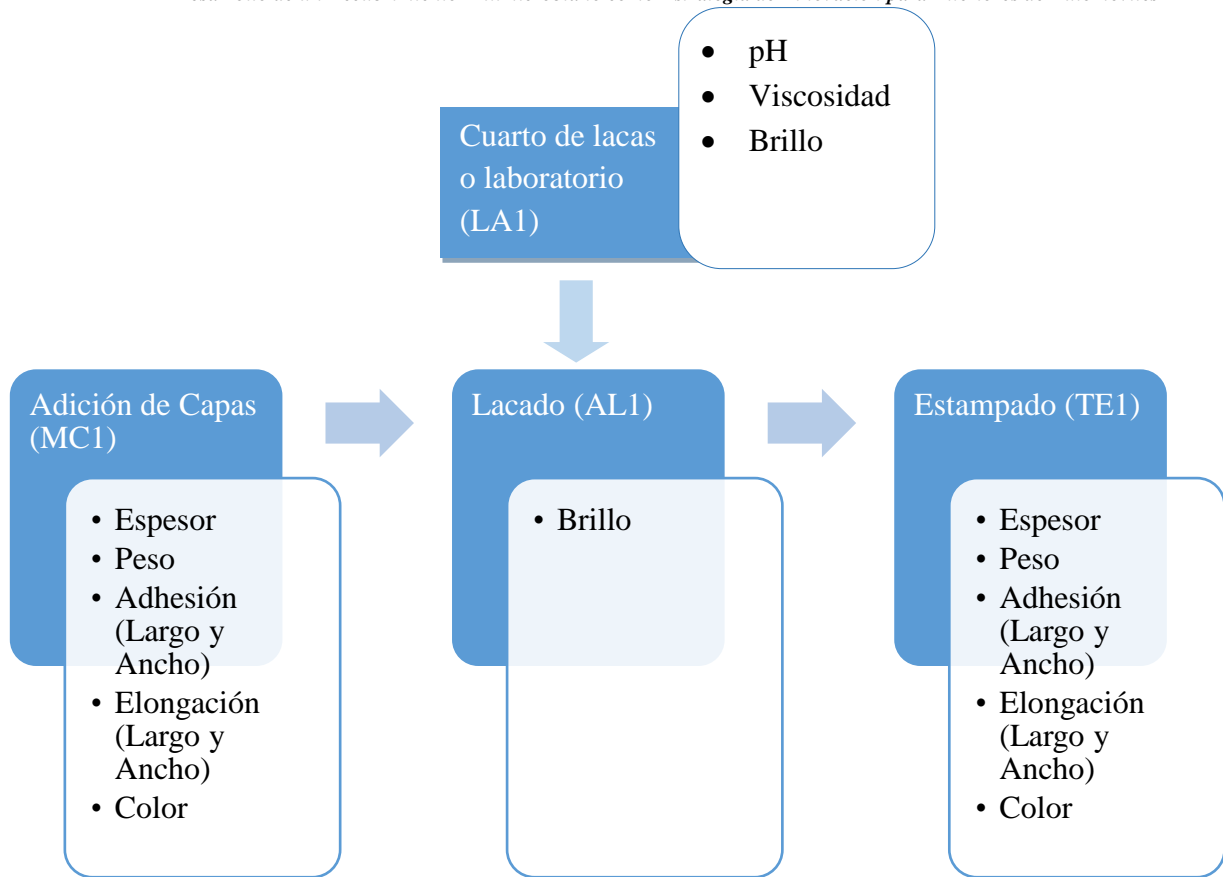


Figura 23: Características de cada etapa del proceso. Fuente: Empresa colaboradora.

Teniendo en cuenta estas características se llena el formato de requerimiento de pruebas a nivel producción, figura 24, este formato tiene datos como el nombre del material, las tolerancias de las características en cada etapa del proceso, así como las velocidades y porcentaje de scrap de cada etapa, el tipo de grabado del rodillo de estampado etc.

Material number: <b>MV000644A1500A</b>		technical specification	
Project: <b>MV000</b>		Blocking of batch yes <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	
Material name: <b>RELEASER PAPER VERDE</b>		Product hierarchy	
Color <b>P1F95008/8E2</b> short text		additional text (will be printed on delivery papers) 0	
Information to color mixing 0		0	
0		0	
Please select the type of trial <b>MV0 = PVC trial Development,</b>			
invisible airbag yes <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/>		part. No. Customer ( to be printed on roll labe 0	
Customer width <b>1500 mm</b> No. of lanes 1 <b>1500 mm</b>		information for cutting/packaging 0	
order quantity in customer width (Mtr or sheets)		HVVP <b>HVVP54121+P85836</b>	
Responsible R&D <b>Carolina Galván</b>		Roll length <b>40m</b> Rolls per pallet <b>6</b>	
Responsible Project Designer		size of sheet 0 No. of sheet per pallet 0	
Project number: <b>AD LAC 020/2018</b>		repeated production to: 0	
customer service manager <b>Lourdes Vato</b>		Reference (trial or serial number)	
Customer Logistics		deviations to reference (textile, foam,etc....) 0	
Customer <b>Several</b> customer number <b>Several</b>		0	
OEM <b>MV</b>		Ideal Master sample lot	
Grain reference: <b>Brescia</b> Embossing roller n° <b>2262</b>		yes <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/>	
name of textil / foam		D - flammability yes <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	
material number textil / foam - width		Remarks Project Designer:	
Specification for color develop.		Master for color measurement	
Spectrophotometer geometriy		Remarks FarbE	
Lab sample approved			

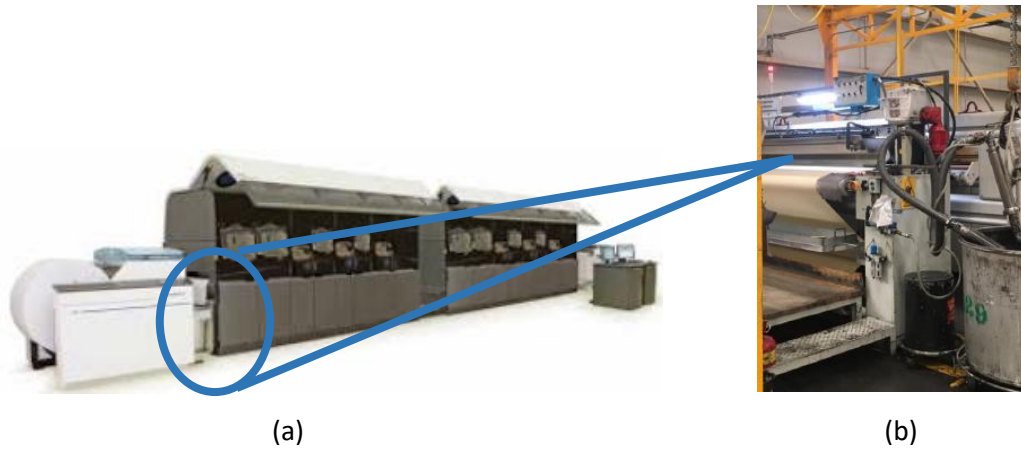
  

OP	cost center	Machine	Process	Delivery date	Done	Components
0010	50100	MC1	actual amount needed in complete width Coating: Machine Velocity <b>19 m/min</b> scrap: 3% Top layer: <b>MARM120200</b> GRM: GRM Description: Plasticizer to be added/Amount Foam layer: <b>MARM120200</b> GRM: GRM Description: Glue layer: <b>MARM120100</b> GRM: GRM Description: release paper <b>MAR00001700 - Release Paper Verdeside Flat</b> Textile <b>MAR00001700 - Release Paper Verdeside Flat</b> Glue roller <b>RODILLO_PEGAMENTO_MAR0001</b> Side of textile: <b>Reverso</b>			200 g/sqm  200 g/sqm  100 g/sqm

Figura 24: Vista parcial del formato para lote de prueba. Fuente: Empresa colaboradora.

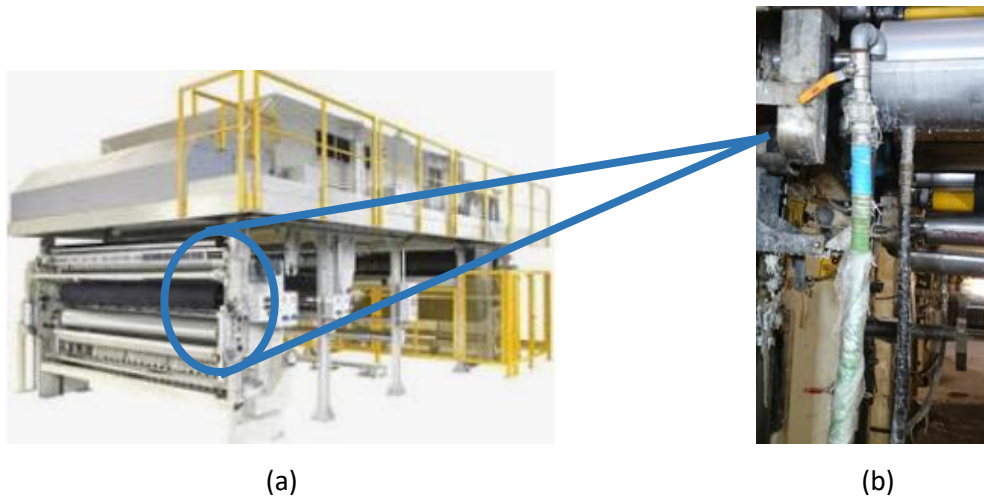
Una vez que se ha creado el número de material de prueba que en este caso es el MV000644A1500A, se lleva a cabo la producción del mismo en el orden que se muestra anteriormente en la figura 23 es decir adición de capas, lacado y estampado. De manera general las operaciones de cada etapa del proceso se llevan a cabo de acuerdo a lo siguiente:

- Adición de capas (MC1), en esta etapa se prepara una mezcla de resina de PVC con plastificante y se coloca sobre una base de textil, pasando a través de un horno de convección para obtener un rollo de vinil. Se utiliza el siguiente equipo. (Ver figura 25):



**Figura 25:** Ejemplo de máquina de adición de capas (a) y estación de aplicación de capas (b). Fuente: Empresa colaboradora.

- Lacado (AL1), en este proceso es cuando al rollo de vinil llamado sustrato se añade la laca que es una capa tipo barniz con la finalidad de obtener un recubrimiento capaz de brindar las características necesarias y requeridas por el cliente como son la abrasión y el tacto. El proceso se lleva a cabo utilizando el siguiente equipo. (Ver figura 26):



**Figura 26:** Ejemplo de máquina de lacado (a) y estación de aplicación de laca (b). Fuente: Empresa colaboradora.

- Estampado (TE1), en esta parte del proceso se lleva a cabo el grabado con el grano, es decir el estampado, requerido por el cliente; el estampado es mediante rodillos grabados con el grano del cliente y a esta técnica se le denomina rotograbado. Para este proceso se utiliza el siguiente equipo. (Ver figura 27):



Figura 27: Estación de la máquina de estampado (a) y ejemplo de un rodillo grabado (b). Fuente: Empresa colaboradora.

Una vez que el recubrimiento ha pasado por todos los procesos y ya tiene la característica antimicrobiana se realizan las pruebas de calidad donde se obtienen los resultados de cada etapa en los cuales se observa que el material cumpla con los valores de cada una de las etapas del proceso del recubrimiento, sin embargo, donde se da mayor enfoque es durante el lacado en donde se obtienen los siguientes resultados. (Ver figura 28).

En la figura 28 se observa que el material cumple con las características de cada etapa del proceso como por ejemplo la elongación, el peso, el espesor el brillo entre otros.

Descripción:	----
Material:	MV000644A1500A
Lote:	2010771

MC1: Adición de capas						
Sección del rollo	Espesor 1.00 - 1.15 [mm]	Peso 650 - 750 [g/m <sup>2</sup> ]	Adhesión WMD > 30 [N]	Adhesión AMD > 30 [N]	Elongación WMD 12 - 25 [%]	Elongación AMD 24 - 42 [%]
Derecho	1.11	728	39	61	20	32
Centro	1.12	730	39	67	24	36
Izquierdo	1.14	732	38	72	23	38

Color		
Δ's	Tolerancia	Resultado
ΔL	[-0.05/-0.35]	-0.33
Δa	[0.25/-0.05]	0.05
Δb	[0.15/-0.15]	0.01

AL1: Lacado		Estacion de AL1	Laca	Rodillo
Brillo		3	D70/1717/8	DH35
Base:	0.9	4	D70/1717/8	GDH45
Final [1.1 - 1.4]:	1.2	5	D70/1717/8	DH35
		6	D70/1776/9	W70

TE1: Estampado						
Sección del rollo	Espesor 0.95 - 1.15 [mm]	Peso 650 - 750 [g/m <sup>2</sup> ]	Adhesión WMD > 30 [N]	Adhesión AMD > 30 [N]	Elongación WMD 8 - 23 [%]	Elongación AMD 26 - 52 [%]
Derecho	1.07	702	NS	NS	20	40
Centro	1.11	715	NS	NS	19	40
Izquierdo	1.1	715	NS	NS	21	40

Color		
Δ's	Tolerancia	Resultado
ΔL	[0.19/-0.51]	0.16
Δa	[0.10/-0.40]	-0.04
Δb	[0.46/-0.04]	0.27

Figura 28: Resultados de la prueba en producción del recubrimiento con aditivo antimicrobiano. Fuente: Empresa colaboradora.

Para obtener los resultados mostrados anteriormente es necesario el uso de equipo de medición como los que se muestran en la figura 29 y que se enlistan a continuación:

- Báscula analítica (a); para medir el peso del material en cada etapa del proceso.
- Medidor de espesor portátil (b); para medir el espesor del material en cada etapa del proceso.
- Máquina universal (c); para medir la adhesión y elongación del material en cada etapa del proceso.
- Medidor de brillo (d); para medir el brillo del material en la etapa del lacado.
- Medidor de color portátil (e); para medir el color del material en cada etapa del proceso.
- Medición de elongación (f); ejemplo de cómo medir la elongación.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

**Figura 29: Equipos utilizados en cada etapa del proceso de producción del recubrimiento. Fuente: Imagen de referencia y empresa colaboradora.**

**Pruebas del aditivo contra la especificación,** con los resultados de producción positivos en donde se especifica que el recubrimiento cumple con cada parte del proceso se debe mandar a evaluar contra la especificación antimicrobiana, la cual es una norma internacional JIS Z 2801/ISO 22196 (Actividad antibacteriana en superficies plásticas y otras), en donde menciona principalmente los microorganismos de *Staphylococcus aureus* meticilina resistente (MRSA) y *Escherichia coli* (E. Coli).

El material se manda a evaluar en un laboratorio externo ya que la empresa colaboradora no cuenta con la tecnología ni los recursos necesarios para llevar a cabo este tipo de pruebas que establece la norma JIS.

La prueba consiste en evaluar el material y/o recubrimiento con características antimicrobianas (MV000644A1500A) contra el material de serie el cual no tiene características antimicrobianas (M1100037A1500A) y que se toma de un lote de producción de serie.

A continuación, se describe el procedimiento de la Norma JIS Z 2801/ISO 22196

a) Descripción de la muestra:

Los especímenes de ensayo son de medidas en promedio de 5x5 cm con superficie lisa color café claro las cuales son proporcionadas por la empresa colaboradora.

Material biológico, para el análisis se utilizan las siguientes cepas:

- *Escherichia coli* (ATCC25922)
- *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213)

b) Confiability de los resultados

Para determinar si los resultados obtenidos son confiables, se deben cumplir todos los siguientes puntos indicados por la norma para ambas bacterias, tabla 31.

1. La variación en el valor logarítmico del número de células viables de la bacteria debe ser menor a 0.2.
2. El promedio del número de células viables de la bacteria inmediatamente después de la inoculación, en el estándar, debe estar en el rango de  $1 \times 10^5$  a  $4 \times 10^5$  células.
3. El número de células viables de la bacteria después de 24 horas de inoculación, en el estándar, no debe ser menor de  $1 \times 10^4$  células.



Tabla 34: Confiabilidad de los resultados en la muestra estándar sin aditivo antimicrobiano (M1100037A1500A). Fuente: Laboratorio externo

Bacteria	Muestra	Valor logarítmico [ $<0.2$ ]	Rango de células viables (1 a $4 \times 10^5$ )	No. mínimo de células viables 24 h ( $1 \times 10^4$ )
<i>E. Coli</i>	Sin Aditivo	0.009	3.0E+05	3.3E+06
<i>MRSA</i>	Antimicrobiano	0.011	1.5E+05	2.3E+06

c) Resultados del análisis:

Los resultados se calculan utilizando las siguientes fórmulas:

Número de células viables

$$N = \frac{C \times D \times V}{A}$$

N = número de células viables de bacteria (por pieza).

C = número de colonias (promedio del número de colonias por dos cajas de Petri).

D = razón de dilución.

V = volumen de la solución usada para el lavado.

A = área de la película.

Actividad antimicrobiana

$$R = \log\left(\frac{B}{A}\right) - \log\left(\frac{C}{A}\right) = \log\left(\frac{B}{C}\right)$$

R = valor de la actividad antimicrobiana.

A = promedio de N inmediatamente después de la inoculación de las piezas no tratadas.

B = promedio de N a las 24 horas de la inoculación de las piezas no tratadas.

C = promedio de N a las 24 horas de la inoculación de las piezas con antimicrobiana.

Porcentaje de inhibición

$$\% \text{ inhibición} = \frac{N(\text{estándar}) - N(\text{antimicrobiano})}{N(\text{estándar})} \times 100$$

De acuerdo con la tabla 34, los valores obtenidos en este análisis se consideran confiables, por consiguiente, en la tabla 35 se presenta la actividad antimicrobiana de las muestras analizadas, así como el porcentaje de inhibición de crecimiento en ambas bacterias utilizadas para el análisis. Se obtuvieron resultados de 99.99% de inhibición de bacterias.

Tabla 35: Actividad antimicrobiana (R) y porcentaje de inhibición de crecimiento bacteriano (MV000644A1500A). Fuente: laboratorio externo

Bacteria	Muestra	R	% de inhibición
<i>E. Coli</i>	Con Aditivo	4.1	99.99
<i>MRSA</i>	Antimicrobiano	3.57	99.97

En la figura 30 se muestran los resultados de forma visual y que en este caso del lado izquierdo es el material de serie M1100037A1500A y que no tiene ningún aditivo antimicrobiano contra la muestra del material MV000644A1500A con aditivo antimicrobiano, ambas muestras son el resultado final después de realizarse la prueba contra la norma JIS Z 2801/ISO 22196.

La figura 30 tiene dos fotografías en donde la primera (a), es la muestra del recubrimiento sin el aditivo antimicrobiano y en ella se observa que los microorganismos después de la inoculación crecen encima de la muestra de PVC mientras que la segunda fotografía (b) no tiene crecimiento de microorganismos encima de la muestra de material de PVC.

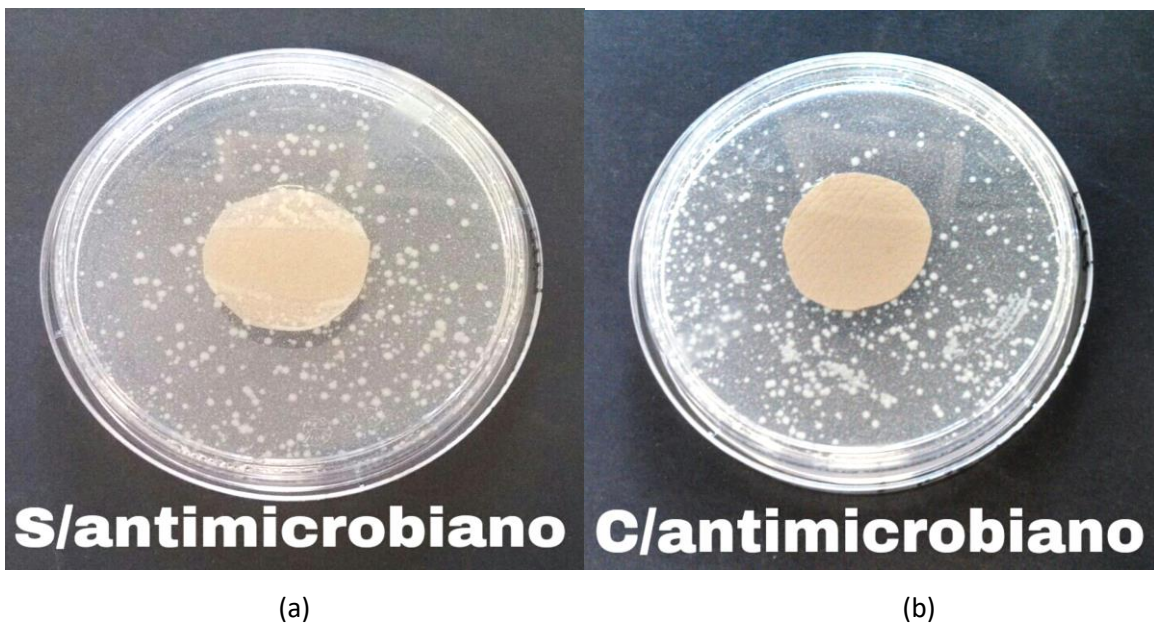


Figura 30: Actividad antimicrobiana en muestras de PVC. Fuente: Laboratorio externo.

**Evaluación y optimización.** una vez que se tienen resultados positivos en donde se muestra que el aditivo antimicrobiano actúa contra los microorganismos más comunes como el MRSA y el E. coli, citados en la norma JIS Z 2801/ISO 22196, hay una disminución en la población que crece en los componentes del interior del automóvil.

Adicional a los resultados que son positivos ante los microorganismos encontrados en el interior del automóvil, se hace una simulación contra ciertos líquidos que el conductor puede derramar sobre la superficie de los componentes interiores; éstos líquidos son comunes y otros no tan comunes, todo esto con la finalidad de observar si las características antimicrobianas se mantienen después de la limpieza.

La prueba consiste en sumergir las muestras de 10x10 cm en los líquidos seleccionados durante 24 horas. Ver tabla 36: Muestra de materiales

**Tabla 36: Muestras de material. Fuente: Empresa colaboradora y laboratorio externo**

Muestra	Tipo de tratamiento
<b>Control</b>	Sin tratamiento especial
<b>51619 C</b>	Café
<b>51620 A</b>	Coca Cola
<b>51620 B</b>	Blanqueador
<b>51620 C</b>	Etanol
<b>51621 A</b>	Alcohol

Al término de este tiempo nuevamente se evalúa el material de acuerdo al procedimiento de la Norma JIS Z 2801/ISO 22196, obteniendo los siguientes resultados:

a) *Resultados contra MRSA.*

**Tabla 37: Resultados de las muestras contra MRSA. Fuente: Laboratorio externo**

Muestra	% de Inhibición
<b>Control</b>	N/A
<b>51619 C</b>	99.952
<b>51620 A</b>	99.997
<b>51620 B</b>	99.997
<b>51620 C</b>	99.997
<b>51621 A</b>	99.997

b) Resultados contra E. Coli.

Tabla 38: Resultados de las muestras contra E. Coli. Fuente: Laboratorio externo

Muestra	% de Inhibición
Control	N/A
51619 C	99.998
51620 A	99.999
51620 B	99.999
51620 C	99.999
51621 A	99.999

Con estos resultados se observa que el material mantiene sus características antimicrobianas al entrar en contacto con diferente tipo de líquidos, inhibiendo el 99.99% de los microorganismos seleccionados y encontrados en los componentes del interior del automóvil.

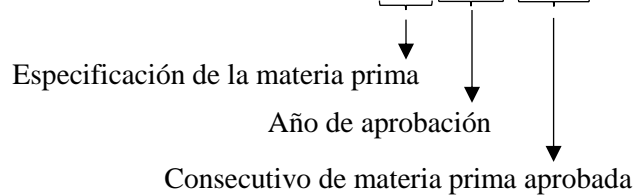
### 3.1.4 Fase de Aprobación

A continuación, se presentan documentos con los cuales se acepta el aditivo antimicrobiano, éstos documentos son propiedad de la empresa colaboradora y deben ser llenados en inglés y compartidos a todas las partes involucradas, sin embargo, es necesario cambiar solo algunas palabras a español con el fin de dar seguimiento al desarrollo del producto de esta tesis. Aplica para MS, RMA y SMA, explicados más adelante.

**Aprobación de la materia prima,** una vez que se ha llegado a la conclusión de que el aditivo antimicrobiano es el correcto para el proceso productivo y de que se integra fácilmente tanto en la laca como en el recubrimiento, lo que resta es la creación de los documentos donde se aprueba la materia prima para usarse en la producción normal (serie).

En primer lugar, se debe crear la Especificación de la Materia Prima o bien Material Specification (MS por sus siglas en inglés), en donde se detallan las principales características del material aprobado, es decir, el aditivo antimicrobiano. Las características que se mencionan son contenido de sólidos y valor de pH y de igual forma se detalla bajo que norma o método deben ser evaluadas. Las características son definidas tanto por el proveedor como por la empresa

colaboradora. El documento generado como especificación de la materia tiene una nomenclatura propia de la empresa colaboradora y que significa lo siguiente: **MS 2018 R020**



En la figura 31 se observa la vista parcial del documento de especificación de la materia prima que se asigna al aditivo antimicrobiano.

BK AG		Material Specification Materialspezifikation				Form number: <b>MS 2018 R 020</b> Page Seite 1 of 3		
Code – Name: Code-name: <b>XR68210 (Antimicrobial additive)</b>		Tradename: Antimicrobial lacquer Handelsname Supplier : Proveedor A Lieferant Manufacturer: Proveedor A Hersteller Production site: Proveedor A planta productiva 1 Herstellerwerk						
Description Beschreibung (e.g. chemical composition): additive with anitmicrobial characteristics for water-borne lacquers, based on silver nanoparticles.								
Density Dichte (typically) (Kg/m³): <b>1.05</b> at 20°C								
Appearance (consistency) Aussehen (Beschaffenheit): white liquid.								
No.	Properties Prüfmerkmal	Unit Einheit	CoA APZ	SC / CC*	Nominal value Sollwert	Min. value Min. Wert	Max. value Max. Wert	Test method Prüfmethode
1.	Solid content [wt.-%]		P		100			DIN EN ISO 3251 (1g/1h)/150°C), Proveedor A test method 104
2.	Determination of pH-value		P		8,0	7,5	9,0	DIN ISO 976, Proveedor A test method 201

Figura 31: Vista parcial del documento de especificación de la materia prima. Fuente: Empresa colaboradora.

Es a partir de la especificación de la materia prima que se crea la aprobación de la materia prima (RMA, raw material approval, por sus siglas en ingles). El documento creado en este caso es RMA2018R020 y en él se incluyen datos como el número de especificación de la materia prima, algunas características propias del aditivo antimicrobiano, así como el proyecto en el cual se aprueba la materia y el reporte con los resultados para avalar un proceso productivo satisfactorio.

Este documento, el anterior y el subsecuente (RMA, MS y SMA) deben ser llenados por el líder del proyecto y aprobado por departamentos como Compras, Desarrollo, Seguridad e Higiene y Producción; y compartido a todos los departamentos de la empresa colaboradora.

La figura 32 muestra la vista parcial del documento de aprobación de la materia prima, RMA2018R020.

BK AG R&D	<b>Raw Material Approval (RMA2018R020)</b>		Material specification No. MS2018R020	
		valid from: revision index:		
Code name: <b>XR68210 (Antimicrobial additive)</b>		Trade name: <b>Antimicrobial Lacquer</b>		
		Supplier: <b>Proveedor A</b>		
		Producer: <b>Proveedor A</b>		
		Plant(s): <b>Proveedor A planta productiva 1</b>		
Chemical composition: <b>Silver nanoparticles</b>		Density (typical) [kg/m <sup>3</sup> ]: <b>1.05 (20°C)</b>		
Appearance: <b>White liquid</b>				
<b>Preconditions for approval</b> Please, show evidence <input type="checkbox"/> Material specification dated: 15.11.2018 <input type="checkbox"/> Conformation REACH Registration (only EU if necessary): <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Serial production tested in lot: <input type="checkbox"/> In R&D project no.: AD LAC 020/2018  <input checked="" type="checkbox"/> Test report available (ID and date): #1609-81198 October, 28 <sup>th</sup> 2018 <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Current approved supplier <input type="checkbox"/> Supplier approval from purchasing is available <input checked="" type="checkbox"/> MSDS (ID and date): 11.07.2018 <u>Reasons for missing preconditions:</u>  <u>Optional:</u> <input checked="" type="checkbox"/> Techn. Data Sheet dated: 11.07.1018 <input checked="" type="checkbox"/> Additional attachments: MSDS (11.07.2018), See trial batch: MV000644A1500A; PVC		<b>Decision for approval / non approval</b> <input checked="" type="checkbox"/> General approval <input type="checkbox"/> Product-related approval (see attachment) <input type="checkbox"/> Plant-related approval: <input type="checkbox"/> Temporary approval until: <input type="checkbox"/> Withdrawal of approval  <u>Remark(s):</u> <input checked="" type="checkbox"/> Initial submission: <input type="checkbox"/> Product / Process changed: <input type="checkbox"/> Correction of Discrepancy: <input type="checkbox"/> Raw material inactive > than 1 year: <input type="checkbox"/> Substitute for product: previous code no.: <input type="checkbox"/> Sub-Supplier or Material Source Change: <input type="checkbox"/> Raw material produced at additional location: <input type="checkbox"/> Specification revised:		
	Remarks	Date	Name	Signature
HSE	According to safety related evaluation, dated:	29.11.18	MG	
R&D		29.11.18	CG	
QM	Only if not all preconditions are fulfilled			

Figura 32: Vista parcial del documento Aprobación de la Materia Prima. Fuente: Empresa colaboradora.

**Aprobación del proveedor**, en este caso el documento a crear es aprobación del Proveedor de la Materia Prima (SMA, Supplier materia approval, por sus siglas en ingles) y en él se detalla el nombre del proveedor seleccionado, el número de parte del aditivo tanto de prueba como el nuevo de serie que se asigna y de igual forma la cantidad de materia prima en el almacén.

La figura 33, muestra una vista parcial del documento de aprobación del proveedor seleccionado, SMA2018R020.

BK AG	Supplier Material Approval (SMA2018R020)	R&D
Date: 02.12.2018		No. C-2018-R020
<input checked="" type="checkbox"/>	Substitution trial raw material to serial raw material	<input type="checkbox"/>
		Replacement of raw material for a new one
<input type="checkbox"/>	Delete raw material from SAP system	
Old number: <u>XR68210</u>		New number: <u>XR45053</u>
<b>I.- R&amp;D Information</b>		
Trial number:	<u>XR68210 &gt; Aditivo Antimicrobiano</u>	
MS number:	<u>MS2018R020</u>	
RMA date:	<u>RMA2018R020 29.11.2018</u>	
Supplier:	<u>Proveedor A</u>	
Comments:	_____	
CG Requester/Signature		IDH Approval name and signature Material Development Manager
<b>II.- Purchase information</b>		
Trial rae material number:	<u>XR68210</u>	with <u>1 kg</u> Stock in SAP
New raw material number:	<u>XR45053</u>	with <u>3 Kg</u> Stock in SAP
<b>AGREEMENT WITH PRODUCTION CONTROL AND PLANNING THE FOLLOW:</b>		
Change in SAP number to be ready by:	<u>13.12.2018</u>	
Stock on SAP will be changed by:	<u>13.12.2018</u>	
Trial raw material will be change by:	<u>13.12.2018</u>	
Acceptance by:		
Purchasing	Name / signature	<u>MT</u>
Production control:	Name / signature	<u>RV</u>
Copies to R&D, Lab, Producción, QM Original documentation will be stored by Purchasing dept.		

Figura 33: Vista parcial de aprobación de proveedor. Fuente: empresa colaboradora.

**Liberación como producto nuevo**, finalmente se realiza una junta en la cual se lleva a cabo una revisión completa por parte de todos los departamentos involucrados y al término de ésta lo que se obtiene es un producto nuevo.

La figura 34 muestra una vista parcial del documento para liberar el producto nuevo, éste documento es una lista para confirmar que todos los documentos anteriores como la hoja técnica, la hoja de seguridad, las pruebas realizadas (lotes), especificación de la materia entre otros; estén completos.

BK AG		Checklist Quality Revision (Q-Gate 1)						
Fecha / date:		Autor / author:		Especificación / specification:		Lote para muestra master/ Release batch for master sample:		
18.12.18		CG		MS2018R020				
Proveedor/Supplier	No de Proyecto Project No	No. De parte interno / internal part no:	Reemplazo/Replacemnt:		Bolsa de aire/Airbag:		Nuevo desarrollo/ new development:	
Proveedor A	AD LAC 020/2018	XR68381	Si/ <input type="checkbox"/> No/ <input checked="" type="checkbox"/> yes no		Si/ <input type="checkbox"/> No/ <input checked="" type="checkbox"/> yes no		Si/ <input type="checkbox"/> No/ <input type="checkbox"/> yes no	
modelo/ model:		Nombre del Proyecto/Project name AD LAC 020/2018: Laca Antimicrobiana						
Nr/ No:	R	Criterio para completar proceso/ Criteria to complete process:	SI/ yes	No/ no	Acciones/ Actions:	Responsable/ responsible:	Fecha límite/ due date:	Status
1	TE	Is the MSDS available? ¿Están disponibles la TDS y MSDS?	x					
2	ESH	Is the material approved by ESH? ¿El material está aprobado por ESH?	x					
3	P	Is the shelf life up to date in SAP? ¿Está actualizado el tiempo de caducidad en SAP?	x					
4	TE	Are the lab testing results available in the system and show acceptable results? ¿Están disponibles resultados de laboratorio y muestran resultados aceptables?	x					
5	LAB	Has the incoming inspection plan been created in SAP? ¿Se ha creado un plan de inspección en SAP?	x					
6	TE	Are the results of pilot or production trials available and showed good performance in technical properties behaviour? ¿Están disponibles los resultados de pruebas y mostraron un buen desempeño en propiedades técnicas?	x					
8	TE	Is there a raw material cpk study with acceptable results? ¿Existe un estudio de cpk de materia prima y muestra resultados aceptables?	x					
7	PE	Are the results of industrialization batch documented in the DMS and showed good performance in process behaviour? Están disponibles los resultados de pruebas y mostraron un buen desempeño en términos de proceso?	x					
8	PE	Is there a finished product cpk study with acceptable results? ¿Existe un estudio de cpk de producto terminado y muestra resultados aceptables?	x					
9	TE	(only for RME) Has a risk analysis been conducted and all actions have been done? (sólo en caso de RME) ¿Se ha conducido un analisis de riesgos y todas las acciones se han llevado a cabo?			N/A			
10	TE	Is a valid technical specification signed (by supplier and BK engineer) available? ¿Existe una especificación técnica válida firmada (por proveedor e ingeniero de BK) disponible?	x					
11	TE	Is a valid packaging specification signed (by supplier and BK engineer) available? ¿Existe una especificación de empaque válida firmada (por proveedor e ingeniero de BK) disponible?	x					
12	P	Does the supplier has all the "Supplier Development Requirements" fulfilled? ¿El proveedor tiene todos los Supplier Development Requirements" completos?	x					
13	TE	Special requirements described in the project request fulfilled? (e.g. in paper qty of passes) ¿Los requerimientos especiales descritos en el proyecto han sido completados? (p.e cantidad de pasadas en el papel)			N/A			

R= Responsible/responsibility      TE = Technical Expert  
ESH= ESH Engineer                      P = Purchasing                              PE = Process Engineer  
LAB = Laboratory Representative

Lista de Participantes/List of participants:	
TE	CG
ESH	MG
P	MT
LAB	NM
PE	CG

Figura 34: Vista parcial de documento de aprobación de producto nuevo. Fuente: Empresa colaboradora.



Con todos los documentos anteriores se obtiene un producto nuevo que la empresa colaboradora puede ofrecer a sus clientes actuales y también para atraer a nuevos clientes.

### **3.2 Trabajo futuro**

Aun cuando se tienen resultados positivos y en base a los objetivos, el desarrollo del recubrimiento se realiza para materiales flexibles, es decir, materiales a base de PVC que se usan en componentes como asientos, descansa brazos, cabeceras y volantes entre otros, sin embargo, el recubrimiento puede tener diferentes aplicaciones como:

- a. Hacer pruebas y validación en materiales rígidos (TPO) que son aquellos materiales que se utilizan en el interior de los automóviles en partes como tablero también conocido como panel de instrumentos y en puertas.
- b. Probar en otros microorganismos usando de referencia la tabla de identificación de microorganismos en el interior de un automóvil.
- c. Hacer una campaña de marketing para que el producto se dé a conocer a más proveedores.

### **Conclusiones del Capítulo 3**

En este capítulo que abarca el desarrollo del plan de implementación se observa que se cumple con obtener un material que tenga la característica antimicrobiana.

El producto que se obtiene de esta fase de desarrollo además de ser antimicrobiano también cumple con las características de cada etapa del proceso de producción como son la elongación, espesor, peso, color y brillo y para cumplir con estas características se ha utilizado el equipo necesario para la evaluación de las pruebas de calidad.

Para obtener el material fue necesario realizar pruebas que ayudaron a identificar los microorganismos que crecen en el interior del automóvil como son E. coli y MRSA; también se realizaron pruebas de formulaciones de laca para verificar cual era el contenido de aditivo antimicrobiano adecuado, que ayuda a inhibir y disminuir el crecimiento del microorganismo.

Los resultados que se obtuvieron fueron exitosos al probar el material bajo la norma de actividad antibacteriana en superficies plásticas y otras, en donde se muestra que hubo una disminución del 99.99% en comparación con un material sin características antimicrobianas.

Al final de este capítulo se puede concluir que el material cumple con el objetivo de ser un producto con características antimicrobianas sin embargo a pesar de tener un producto nuevo aún es necesario probarlo contra alguna especificación propia de algún Cliente.

## Conclusiones

*“Cuando llegues al final de lo que debes saber, estarás al principio de lo que debes sentir.”*

*- Gilbran Jalil.*

## **Conclusiones**

En cuanto al avance general del proyecto de tesis, se concluye que el material obtenido cumple con el principal objetivo de brindar un recubrimiento con características antimicrobianas que pueda ser utilizado en los componentes del interior de un automóvil.

El cumplimiento del material se puede desglosar en base al objetivo general y a los objetivos específicos así mismo también, en base a la verificación de la hipótesis, que se plantearon al inicio de esta redacción.

Haciendo mención al objetivo general que dice:

*“Desarrollar un recubrimiento capaz de proporcionar protección ante microorganismos con la finalidad de ser utilizado en componentes para interiores de automóviles”*

Al final de este capítulo se tiene un producto que además de ser antimicrobiano cumple en cada etapa del proceso de producción con las pruebas de calidad como son la elongación, espesor, peso, color y brillo; por lo tanto, se cumple con el objetivo general de este trabajo de tesis.

En cuanto a los objetivos específicos que se cumplieron se tiene lo siguiente:

- 1. Identificar los microorganismos más comunes en los interiores de automóviles con la finalidad de determinar aquellos para los que se ofrecerá la protección.*

Este punto se completó íntegramente al identificar los microorganismos que crecen en el interior del automóvil identificados mediante un estudio realizado y explicado en la sección *1.5 Identificación de microorganismos* y cuyos resultados muestran la presencia de diferentes microorganismos como el MRSA y el E. Coli entre otros.

- 2. Desarrollar una formulación para el tratamiento de recubrimientos que ofrezca la protección contra los microorganismos seleccionados.*

Este punto se cumplió al presentar la formulación de la laca D70/1776/9 inciso d y que se le dio el código de LRM330233, la cual cuenta con la cantidad de aditivo antimicrobiano necesaria para inhibir los microorganismos previamente identificados.

- 3. Generar un recubrimiento que cumpla con la protección deseada, sin demeritar las características y propiedades físicas, químicas y de apariencia exigidas para este tipo de componentes.*

Este punto se cumple mediante el cumplimiento de los dos primeros objetivos ya que el material que se obtiene se evaluó durante la producción y cumple con cada una de las pruebas de calidad de cada etapa de proceso de producción y estos resultados se obtuvieron en la sección *3.1 Pruebas a nivel producción* y que muestra resultados positivos y dentro de las tolerancias establecidas.

- 4. Probar el recubrimiento en un componente automotriz.*

Este punto se cumple en la actividad *3.2 Pruebas del aditivo contra la especificación* al verificar el material contra la norma JIS Z 2801: actividad antimicrobiana y eficacia, en donde se obtuvo resultados positivos con una inhibición de 99.99%.


Finalmente, se obtiene un producto cuya producción muestra resultados favorables y que se puede brindar como una ventaja a los clientes y fabricantes de la industria automotriz. Haciendo mención de la hipótesis se concluye lo siguiente:

*El desarrollo de un material innovador para recubrimientos de los interiores automotrices que brinde protección a los usuarios ante microorganismos presentes en el interior de los vehículos, generará una ventaja competitiva e innovadora para el fabricante de los vehículos y atractiva para el sector automotriz y para los usuarios de los vehículos.*


Se puede decir que la hipótesis ha sido cumplida ya que ahora la empresa colaboradora cuenta con un producto más para ofrecer en su catálogo de muestras siendo éste el que se presenta a los futuros clientes.

En la figura 35 se observa la hoja que hace mención del material con características antimicrobianas y que pertenece al catálogo de muestras. La hoja se presenta en inglés ya que se ofrece a los clientes tanto de la región NAFTA como de Europa y Asia, sin embargo, hace mención de los beneficios que el producto ofrece, como son superficie antimicrobiana, protección contra los microorganismos más comúnmente encontrados en el interior del automóvil, una inhibición del 99.99% de la actividad microbiana, baja emisión de compuestos orgánicos volátiles entre otros.

También presenta como es la construcción del material y en que parte lleva la protección antimicrobiana y finalmente algunas características del material es decir cuál es el espesor en el que se puede producir y en que componentes se puede aplicar. Además, menciona la norma de la actividad antibacteriana en superficies plásticas y otras, contra la cual se evaluó.



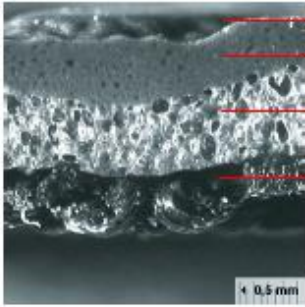
## (Antimicrobial Finish)



### Product Benefits

- Antimicrobial surface
- Protection against most common bacteria found in cars<sup>1</sup>
- Reduction up to 99.99% of Antimicrobial activity
- Made for permanent contact with the skin
- Low VOC emissions
- Free of reproduction toxic plasticizers, stabilizers containing heavy metal and antimony trioxide

### Material Construction



Lacquer Finish (Antimicrobial Finish)

Compact Layer

Foam Layer

Textile Backing

Construction	Surface Material
Thickness	0.8 mm - 1.4 mm
Application	Seat, Insert, Console
Backing	Textile, Polyurethane, Foam
Processing Method	Cut & Sew

<sup>1</sup> Test done at Special Lab against JIS Z 2801: Test for Antimicrobial Activity and Efficacy.

Figura 35: Material con características antimicrobianas del catálogo de muestras. Fuente: Empresa colaboradora.

En base a lo anterior se puede resumir lo siguiente:

La cantidad de aditivo que se agrega es de 2% el cual de acuerdo a lo indicado está dentro de la tolerancia o recomendación por parte del proveedor de 1.5 a 3%. La cantidad que se ha añadido es suficiente para mantener una laca estable y una vez aplicada sobre el recubrimiento éste puede inhibir el crecimiento de los microorganismos en un 99.99%; además de que el costo del recubrimiento y de la laca no aumenta de manera significativa ya que la cantidad que se añade es mínima. Ver tabla 39.: Comparación de costos entre lacas.

**Tabla 39: Comparación de costos entre lacas. Fuente: Empresa colaboradora**

Laca	Con Aditivo	Sin Aditivo
<b>Precio [\$/kg]</b>	215.58	207.40

Para concluir las ventajas que se observan en el recubrimiento con características antimicrobianas es que en comparación con otro tipo de antimicrobianos que actualmente se ofrecen en el mercado, es decir, toallas limpiadoras y desinfectantes entre otros, es que al ser un aditivo que se integra en el proceso de fabricación del recubrimiento, ya no es necesario agregar un producto extra para brindar la protección antimicrobiana evitando así que se dañen las propiedades como el brillo y el color del material.

El tipo de aditivo que se usa en el recubrimiento es a base de nano partículas de plata por lo tanto y de acuerdo a estudios de envejecimiento en recubrimiento plásticos similares que el proveedor realiza, el aditivo brinda una protección continua hasta por 10 años, esto quiere decir que la capacidad de inhibir el crecimiento de microorganismos es eficaz a lo largo de todo este tiempo.

## Glosario

### A.

- **Abrasión [32]:** Acción y efecto de raer o desgastar por fricción. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Adhesión [38]:** Fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Aditivo [19]:** Sustancia que se agrega a otras para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Antibiótico [12]:** sustancia producida por un microorganismo, que tiene la capacidad de inhibir el crecimiento o matar a otro microorganismo a dosis terapéuticas inferiores a la dosis tóxica para el huésped. (Diccionario Médico, 2019).
- **Antiespumante [52]:** Aditivo que se emplea para evitar la formación de espuma de los líquidos durante su agitación. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Antimicrobiano [37]:** Que combate los microorganismos o evita su aparición. (RAE, Real Academia Española, 2019).

### B.

- **Bacteria [76]:** Microorganismo unicelular sin núcleo diferenciado, algunas de cuyas especies descomponen la materia orgánica, mientras que otras producen enfermedades. (RAE, Real Academia Española, 2019).

### C.

- **Colorimetría [38]:** Procedimiento de análisis químico fundado en la medida de la intensidad del color de las disoluciones. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Compatibilidad [48]:** Dicho de una persona o de una cosa: Que puede estar, funcionar o coexistir sin impedimento con otra. (RAE, Real Academia Española, 2019).

### E.

- **Entrecruzante [52]:** Se denomina así a los compuestos que son agregados a las resinas reactivas para solidificarlas. (Teconología de los Plásticos, 2019).



- **Eritromicina [12]:** antibiótico bacteriostático de la familia de los macrólidos. El espectro de acción de la eritromicina son los cocos y bacilos Gram positivos, algunos gramnegativos y el *Mycoplasma pneumoniae*. (Diccionario Médico, 2019).
- **Espectro [50]:** Conjunto de las especies microbianas contra las que es activo un antibiótico. (Diccionario Médico, 2019).
- **Estreptomina [12]:** antibiótico bactericida de amplio espectro del grupo de los aminoglucósidos. La estreptomina es poco usada debido a su elevada toxicidad sobre el aparato vestibular y coclear y el octavo par craneal. Actualmente, la estreptomina se usa en el tratamiento de la tuberculosis, la lepra y, en ciertas ocasiones, en el tratamiento de las infecciones por gérmenes gramnegativos. (Diccionario Médico, 2019).

#### **F.**

- **Formulación [48]:** Representar mediante símbolos químicos la composición de una sustancia o bien de las sustancias que intervienen en una reacción. (RAE, Real Academia Española, 2019).

#### **G.**

- **Gentamicina [12]:** antibiótico de la familia de los amino glucósidos que es activo frente a las bacterias Gram negativos y sobre algunos cocos Gram positivos. La gentamicina suele administrarse por vía intramuscular o intravenosa y tiene propiedades tóxicas sobre la rama vestibular del octavo par craneal (ototoxicidad) y sobre el riñón (nefrotoxicidad). (Diccionario Médico, 2019).

#### **I.**

- **Inhibición [38]:** Disminución o detención de una reacción química por la acción de una sustancia o inhibidor. (Diccionario Médico, 2019).
- **Inoculación [75]:** Introducir en un organismo una sustancia que contiene los gérmenes de una enfermedad. (RAE, Real Academia Española, 2019).

#### **L.**

- **Laca [51]:** Pintura opaca o transparente de singular brillo y tersura, utilizada en acabado de interiores, sobre madera o acero. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Lacado [39]:** Acción y efecto de lacar. (Diccionario Médico, 2019).

## **M.**

- **Metrología [12]:** Ciencia que tiene por objeto el estudio de los sistemas de pesas y medidas. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Microorganismo [77]:** Organismo unicelular solo visible al microscopio. (RAE, Real Academia Española, 2019).

## **N.**

- **NAFTA [84]:** North American Free Trade Agreement. (English Oxford Living Dictionaries, 2019). Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). (Secretariado del TLCAN, 2019).

## **O.**

- **OEM [11]:** Original Equipment Manufacturer, an organization that makes devices from component parts bought from other organizations (English Oxford Living Dictionaries, 2019).

## **P.**

- **Patógeno [22]:** Que origina y desarrolla una enfermedad a un microorganismo. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Penicilina [11]:** Sustancia antibiótica que se emplea para combatir las enfermedades causadas por ciertos microorganismos. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Poliuretano [52]:** Resina sintética de baja densidad obtenida por condensación de poliésteres. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **PVC [12]:** Polivinil Cloruro, Resina termoplástica obtenida por polimerización de derivados del cloruro de vinilo, usada frecuentemente para aislamientos y tuberías. (RAE, Real Academia Española, 2019).

## **R.**

- **Resina [52]:** Fluido polimérico denso, viscoso, natural o sintético con alto peso molecular. (Tecnología de los Plásticos, 2019).
- **RMA (Raw Material Approval) [50]:** Documento interno para la aprobación de la materia prima.

**S.**

- **Septicemia [11]:** Infección generalizada producida por la presencia en la sangre de microorganismos patógenos o de sus toxinas. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Sífilis [11]:** Enfermedad infecciosa, endémica, crónica, específica, causada por el *Treponema pallidum*, adquirida por contagio o transmitida por alguno de los progenitores a su descendencia. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **Surfactante [52]:** Sinónimo de tenso activo: Dicho de un compuesto: Que reduce la tensión superficial del líquido al que se añade. (RAE, Real Academia Española, 2019).
- **SMA (Supplier Material Approval) [50]:** Documento interno para la aprobación del proveedor de materia prima.

**T.**

- **TPO [13]:** Olefinas Termoplásticas, Material plástico cuyas moléculas no están entrecruzadas con enlaces químicos y tienen por lo tanto la libertad de fluir libremente cuando se calientan. Los materiales termoplásticos se pueden fundir. (Teconología de los Plásticos, 2019).

## Referencias

- Aminov, R. (2017). History of antimicrobial drug discovery: Major classes and health impact. *Biochemical Pharmacology*, 4-19.
- Benett, J. W. (2001). Alexander Fleming and the discovery of penicillin. *Advances in Applied Microbiology*, 163-184.
- Benz, M. (1885). *Mercedes Benz*. Obtenido de <https://www2.mercedes-benz.com.mx>
- Brooke, L. (Julio de 2015). *How clean in your car?* Obtenido de The Nottingham University: <https://blogs.nottingham.ac.uk/newsroom/2015/07/23/how-clean-is-your-car/>
- C. Uribe, E. R. (2014). *Textiles antimicrobianos funcionalizados con nanoparticulas*. Lima. *Concretos Moctezuma*. (2017). Recuperado el Noviembre de 2017, de <http://www.cmoctezuma.com.mx/mobile/concretos/producto/13/concreto-antibacterial>
- Diccionario Médico*. (2019). Obtenido de <http://www.diccionariomedico.net/diccionario-terminos>
- Drobny, J. G. (2007). *Handbook of Thermoplastic Elastomers*. Plastics Design Library.
- Emol. (Julio de 2017). *Emol Autos*. Obtenido de <http://www.emol.com/noticias/Autos/2017/07/07/865950/Conoce-la-clasificacion-de-los-autos.html>
- English Oxford Living Dictionaries*. (2019). Obtenido de <https://en.oxforddictionaries.com>
- Espitia, P. (2016). Antimicrobial Food Packaging Incorporated with Triclosan: Potential Uses and Restrictions. *Antimicrobial Food Packaging*, 417-423.
- FCA US LLC. (2017). *Chrysler*. Recuperado el Septiembre de 2017, de Historia de Chrysler: [www.chrysler.com](http://www.chrysler.com)
- Fedorka-Cray, P. (2014). MICROORGANISMS AND RESISTANCE TO ANTIBIOTICS, THE UBIQUITY OF | Antibiotic Resistance by Microorganisms. *Encyclopedia of Meat Sciences (Second Edition)*, 412-416.
- Ford. (Enero de 2018). *Ford Motor Company*. Obtenido de <https://corporate.ford.com/history.html>
- Gensini, G. F., Conti, A. A., & Lippi, D. (2007). The contributions of Paul Ehrlich to infectious disease. *Journal of Infection*, 221-224.
- Honda. (Enero de 2018). *Honda Motor*. Obtenido de <http://world.honda.com/>

Juan A. Basualdo, C. E. (2006). *Microbiología biomédica*. Atlante.

Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles. (2012). *OICA*. Recuperado el Septiembre de 2017, de 2012 Production Statistics - OICA: <http://www.oica.net/2012-production-statistics/>

R. Ávila - Sosa, A. L.-M. (2008). Aplicación de sustancias antimicrobianas a películas y recubrimientos comestibles. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 4-13.

RAE. (2018). *Real Academia Española*. Obtenido de <http://dle.rae.es>

RAE. (2019). Obtenido de Real Academia Española: <http://www.rae.es>

S.J. Eibicht, U. V. (2011). Meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) contamination of ambulance cars after short term transport of MRSA-colonised patients is restricted to the stretcher. *Journal of Hospital Infection*, 221-225.

Salud, S. d. (2016). *Veinte principales causas de enfermedad Nacional por grupos de edad*.

*Secretariado del TLCAN*. (2019). Obtenido de <https://www.nafta-sec-alena.org>.

SteriTouch. (2016). *SteriTouch*. Recuperado el 2017, de <http://www.steritouch.com/es/los-plasticos-antimicrobianos/los-recubrimientos-antimicrobianos-de-steritouch/>

*Tecnología de los Plásticos*. (2019). Obtenido de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com>

Teruer, A. (5 de Diciembre de 2011). Paris estrena coches electricos. *El Pais*.

Tesla. (2017). *Tesla*. Recuperado el Septiembre de 2017, de Acerca de Tesla: [https://www.tesla.com/es\\_MX/about](https://www.tesla.com/es_MX/about)

Tiwari, A. (2017). *Handbook of Antimicrobial Coatings*. Elsevier.

Toyota. (Enero de 2018). *Toyota Motor Corporation*. Obtenido de <http://www.toyota-global.com/>