



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES
Y ADMINISTRATIVAS

SEMINARIO EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS

“EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PRODUCCIÓN DE IMPERMEABILIZANTE RECICLANDO LLANTAS”

T E S I S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL
POR ESEÑANTAN
LUIS JOEL LOPEZ CORDERO
MARIA DEYSI MORENO REDONDA
FRANCISCO RODRIGUEZ HERNANDEZ

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
POR ESEÑANTAN
ROBERTO TOVAR DEL RIO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL
POR ESEÑANTAN
ERIK OMAR URUEÑA GONZALEZ

EXPOSITORES

M. EN E. JOAS GÓMEZ GARCÍA
DRA. EVELIA ROJAS ALARCÓN
M. EN C. OSIRIS SUHELEN GUZMÁN RUÍZ

CIUDAD DE MÉXICO 2018

2018

NO. DE REGISTRO

17.2496

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
**Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería
y Ciencias Sociales y Administrativas**
Jefatura del Programa Académico de Ingeniería Industrial
"70 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas"
"40 Aniversario del CECYT 15 Diódoro Antúnez Echegaray"
"30 Aniversario del Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico en Cómputo"
"25 Aniversario de la Escuela Superior de Cómputo"



Oficio número: S.Aca./JPAlI/128/18

Ciudad de México, 07 de agosto del 2018.
ASUNTO: Autorización de Tema de Titulación
OPCIÓN: Seminario de Titulación

CC. PASANTES:

**LUIS JOEL LÓPEZ CORDERO
MARÍA DEYSI MORENO REDONDA
FRANCISCO RODRIGUEZ HERNANDEZ
ROBERTO TOVAR DEL RIO
ERIK OMAR URUEÑA GONZALEZ
PRESENTES.**

Tengo el agrado de comunicarles que les ha sido autorizado el trabajo de titulación denominado **"EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PRODUCCIÓN DE IMPERMEABILIZANTE RECICLANDO LLANTAS"**, con el siguiente contenido:

ÍNDICE	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I	MARCO METODOLÓGICO
CAPÍTULO II	MARCO TEÓRICO
CAPÍTULO III	ESTUDIO DE MERCADO
CAPÍTULO IV	ESTUDIO TÉCNICO
CAPÍTULO V	EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA
CONCLUSIONES	
REFERENCIAS	

La tesina es dirigida por el(la) M. EN E. JOAS GÓMEZ GARCÍA.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Nota: Este oficio sustituye al S.Aca./JPAlI/052/18.

ATENTAMENTE
"La Técnica al Servicio de la Patria"

UPIICSA
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
JEFE DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

M. en I.I. RAFAEL LOZANO
JEFE DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

UPIICSA
M. EN ADE. JUAN MANUEL BENÍTEZ MACHORRO
ADMINISTRADOR DE SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
ADMINISTRACIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

UPIICSA
M. EN A. LAURA ANDRÓMEDA FONSECA MONTEERRUBIO
JEFA DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
JEFE DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

- Ccp.
- M. en C. María del Rosario Castro Nava.- Jefa de la Coordinación de Seminarios de Titulación.
 - LAI. María Elizabeth Peralta Calderón.- Jefa de la Oficina de Titulación.
 - M. en A. Laura Andrómeda Fonseca Monterrubio.- Jefa del Programa Académico de Administración Industrial
 - M. en ADE. Juan Manuel Benítez Machorro.- Administrador de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices.
- Expediente..

RL/ea*



CARTA DE REVISIÓN Y APROBACIÓN DE TRABAJOS ESCRITOS

Ciudad de México a los 12 días del mes de Junio de 2018.

LAI. María Elizabeth Peralta Calderón

Jefa de la Oficina de Titulación
Presente

En cumplimiento al Artículo 27° del Reglamento de Titulación del IPN, hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo de titulación por la opción de Seminario denominado:

EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PRODUCCIÓN DE IMPERMEABILIZANTE RECICLANDO LLANTAS

Desarrollado por el (los) Pasante(s):	Programa Académico
LUIS JOEL LOPEZ CORDERO	INGENIERÍA INDUSTRIAL
MARIA DEYSI MORENO REDONDA	INGENIERÍA INDUSTRIAL
FRANCISCO RODRIGUEZ HERNANDEZ	INGENIERÍA INDUSTRIAL
ROBERTO TOVAR DEL RIO	INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES
ERIK OMAR URUEÑA GONZALEZ	ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

Y dirigido por M. EN E. JOAS GÓMEZ GARCÍA

Firma

Considerando que éste reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador, no tenemos inconveniente en aprobarlo.

Atentamente

"La técnica al Servicio de la Patria"

Asesor/Expositor

Firma

DIRECTOR M. EN E. JOAS GÓMEZ GARCÍA	
ASESOR DRA. EVELIA ROJAS ALARCÓN	
ASESOR M. EN C. OSIRIS SUHELEN GUZMÁN RUÍZ	

Vo. Bo. Jef@ de Programa
Académico de Ingeniería
Industrial



M. En. I. Rosal Lozano Lobera

UPIICSA
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
JEFATURA DEL PROGRAMA
ACADÉMICO DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

Vo. Bo. Jef@ de Programa
Académico de Administración
Industrial



M.A.E.F. Mariana Medina
Fonseca Monterrubio

UPIICSA
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
JEFATURA DEL PROGRAMA
ACADÉMICO DE ADMINISTRACIÓN
INDUSTRIAL

Vo. Bo. Jef@ del Programa
Académico de Ingeniería en
Sistemas Automotrices



ING. Juan Manuel Benítez
Machorro

UPIICSA
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
ADMINISTRACIÓN DEL PROGRAMA
ACADÉMICO DE INGENIERÍA EN
SISTEMAS AUTOMOTRICES

Autorización de uso de obra

Lic. Karina Elizabeth Domínguez Yebra
Jefa del Departamento de Servicios Estudiantiles
Presente

Bajo protesta de decir verdad los que suscriben **Luis Joel Lopez Cordero, Maria Deysi Moreno Redonda, Francisco Rodriguez Hernandez, Roberto Tovar del Rio y Erik Omar Urueña Gonzalez** (se anexa copia simple de identificación oficial), manifestamos ser autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada "**Evaluación Económica para Producción de Impermeabilizante Reciclando Llantas**", en adelante "La Tesina" y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgamos al Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales **en CD** "La Tesina" por un periodo de **3 años** contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a "El IPN" de su terminación.

En virtud de lo anterior, "El IPN" deberá reconocer en todo momento nuestra calidad de autores de "La Tesina".

Adicionalmente, y en nuestra calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de "La Tesina", manifiesto que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por el suscrito respecto de "La Tesina", por lo que deslindamos de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido de "La Tesina" o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumimos las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México, 09 de agosto de 2018.

Atentamente


Luis Joel Lopez Cordero


Maria Deysi Moreno Redonda


Francisco Rodriguez
Hernandez


Roberto Tovar Del Rio


Erik Omar Urueña Gonzalez

ÍNDICE

Resumen	i
Introducción	ii
Capítulo I Marco metodológico	1
1.1 Planteamiento del problema de investigación.....	1
1.3 Objetivo general de la investigación	2
1.4 Objetivos Específicos	2
1.5 Justificación o relevancia del estudio	2
1.6 Hipótesis.....	3
1.7 Estado del Arte.....	3
Capítulo II Marco teórico	4
2.1 Historia de la llanta.....	4
2.2 Partes del neumático.....	6
2.3 Composición del neumático	7
2.4 El caucho.....	8
2.5 Caucho SBR.....	9
2.6 Diferencias entre el caucho SBR y el caucho natural.....	9
2.7 Niveles de molienda del caucho.....	10
2.8 Panorama mundial de los neumáticos usados	10
2.9 Panorama nacional de los neumáticos usados.....	11
2.10 Neumático al final de su vida útil.....	12
2.11 Valorización de los neumáticos usados	13
2.12 Métodos de procesamiento de neumáticos usados.....	14
2.13 Definición de tecnologías de reciclaje	15
2.14 Definición y beneficios de la impermeabilización.....	16
2.15 Tipos de impermeabilizantes	17
Capítulo III Estudio de mercado.....	19
3.1 Estudio de pertinencia.....	19
3.1.1 Megatendencia	19
3.1.2 Macroeconomía.....	20
3.1.3 Microeconomía.....	20
3.2 Descripción del producto.....	21
3.4 Características y cuantificación de la demanda.....	23

3.5 Características de los demandantes	24
3.6 Demanda presente	25
3.7 Cuantificación de la Demanda	30
3.8 Proyección de la Demanda	30
3.9 Características de la oferta	31
3.10 Oferta actual de impermeabilizantes.....	31
3.11 Cuantificación y proyección de la oferta	37
3.12 Balance demanda – oferta	38
3.13 Precios.....	39
3.14 Justificación del precio con base en los costos y ganancias	41
3.15 Comparación del precio fijado con el de la competencia.....	42
3.16 Comercialización	42
3.16.1 Canal de comercialización	42
3.17 Conclusión del estudio de mercado	43
Capítulo IV Estudio técnico.....	44
4.1 Localización.....	44
4.1.1 Macro localización del proyecto	44
4.1.2 Matriz de localización	45
4.1.3 Micro localización del proyecto	47
4.1.4 Ubicación física del proyecto.....	50
4.2 Ingeniería del proyecto.....	51
4.2.1 Costo por alquiler de maquinaria	51
4.2.2 Distribución de planta.....	52
4.3 Selección del proceso de reúso	53
4.4 Elaboración del impermeabilizante	57
4.4 Selección de maquinaria.....	58
4.5 Disponibilidad de materias primas	71
Capítulo V Evaluación financiera y económica.....	74
5.1 Inversión inicial y capital de trabajo	74
5.1.1 Costos	76
5.1.2 Costos fijos.....	76
5.1.3 Costos variables.....	76
5.2 Fuentes de financiamiento	77
5.3 Presupuesto de ingresos.....	77

5.4 Punto de equilibrio.....	78
5.5 Cálculo de la rentabilidad del proyecto	79
5.6 Determinación de la tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA)	80
5.7 Determinación del valor actual neto (VAN)	81
5.8 Determinación de la tasa interna de retorno (TIR).....	82
Conclusiones	83
Referencias	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evolución histórica del neumático.....	5
Figura 2 Partes de la llanta	6
Figura 3 Materia prima neumático.....	7
Figura 4 Aplicaciones del caucho.....	8
Figura 5 Molienda de caucho	10
Figura 6 Cementera Holcim	12
Figura 7 Cementerio neumáticos	13
Figura 8 Localización de empresas de manufactura de neumáticos en México	21
Figura 9 Imper Life Imagen del producto	23
Figura 10 Edificio INEGI.....	24
Figura 11 Poder adquisitivo I.....	29
Figura 12 Datos técnicos Impercrest.....	32
Figura 13 Impermeabilizante Crest Impercrest	33
Figura 14 Línea de Productos marca Fester.....	34
Figura 15 Impermeabilizante Imperllanta.....	35
Figura 16 Impermeabilizante Pasa Llanta.....	36
Figura 17 Impermeabilizante Meridian	36
Figura 18 Impermeabilizante Rubber top.....	37
Figura 19 Fijación de precios	41
Figura 20 Canal de Comercialización	43
Figura 21 Localización	50
Figura 22 Cuautitlán izcalli	50
Figura 23 Simbología norma ASME.....	52
Figura 24 Talón anillo de acero.....	53
Figura 25 Trituración primaria	54
Figura 26 Trituración secundaria.....	54
Figura 27 Granulado primario	55
Figura 28 Residuos metalicos	55
Figura 29 Fibra textil.....	56
Figura 30 Grano refinadol	56
Figura 31 Pigmento rojo terracota.....	57
Figura 32 Resina acrilica.....	57

Figura 33 Bote de impermeabilizante	58
Figura 34 Proceso separación de materiales y trituración de llanta	61
Figura 35 Separación de materiales en el proceso de trituración.....	62
Figura 36 Cuchillas trituradora	63
Figura 37 Tanque de mezcla.....	65
Figura 38 Envasadora de Líquidos	67
Figura 39 Tapadora de presión automática, para cubetas de plástico	69
Figura 40 Tapadora de presión automática, para cubetas de plástico	69
Figura 41 Aplicaciones tapadora de presión automática para cubetas de plástico	70
Figura 42 Cubeta 19L.....	73
Figura 43 Rentabilidad	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Destino neumáticos.....	11
Tabla 2 Relación del PIB con la Industria Hulera.....	20
Tabla 3 Propiedades del impermeabilizante	22
Tabla 4 Cuantificación de la Demanda	30
Tabla 5 Proyección de la Demanda	31
Tabla 6 Cuantificación de la Oferta.....	37
Tabla 7 Proyección de la Oferta.....	38
Tabla 8 Balance de Demanda y Oferta.....	38
Tabla 9 Precios.....	41
Tabla 10 Comparación de precios	42
Tabla 11 Factores para la macro localización.....	45
Tabla 12 Factor de calificación.....	45
Tabla 13 Matriz de macrolocalización	46
Tabla 14 Matriz de microlocalización	48
Tabla 15 Separación de proceso por áreas.	52
Tabla 16 Capacidad de máquina trituradora.....	63
Tabla 17 Tanque de mezcla especificaciones	65
Tabla 18 Parámetro técnico del tanque de mezcla.....	66
Tabla 19 Características Envasado de Líquidos.....	68
Tabla 20 Características tapadoras de presión para cubetas de plástico	70
Tabla 21 Centros de acopio	71
Tabla 22 Proveedores Cubetas.....	72
Tabla 23 Inversión inicial.....	75
Tabla 24 Capital de trabajo mensual	75
Tabla 25 Costos fijos anuales	76
Tabla 26 Costos variables anuales	77
Tabla 27 Proyección de ingresos anuales	77
Tabla 28 Resumen de datos anuales	78
Tabla 29 Grado de Riesgo	81
Tabla 30 Criterio VAN	82
Tabla 31 Cálculo TIR.....	82

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Personas que usan impermeabilizantes.....	25
Gráfica 2 Característica más importante al consumir impermeabilizantes.....	25
Gráfica 3 Marca favorita al comprar impermeabilizantes.....	26
Gráfica 4 Presentación de impermeabilizante más consumida.....	26
Gráfica 5 Color más consumido de impermeabilizantes.....	27
Gráfica 6 Cantidad de impermeabilizante usada anualmente.....	27
Gráfica 7 Conocimiento de impermeabilizantes ecológicos.....	28
Gráfica 8 Compra de impermeabilizantes ecológicos.....	28
Gráfica 9 Cantidad dispuesta a pagar por impermeabilizante.....	29

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo, evaluar la rentabilidad de producir impermeabilizante ecológico a base de llanta usada triturada.

Para llevar a cabo la investigación de la presente tesina se utilizaron las metodologías exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa, se consultaron diversas fuentes de información, tales como, encuestas para conocer las preferencias del mercado, sitios web especializados en el tema, artículos científicos enfocados al reciclaje de neumáticos usados, literatura dirigida a evaluación de proyectos, etc.

Mediante los estudios de mercado, técnico, financiero y económico, se logró comprobar la pertinencia, viabilidad, y rentabilidad del proyecto como una alternativa amigable con el medio ambiente para llevar a cabo la transformación de las llantas usadas en un producto útil y necesario, al mismo tiempo se contribuye reduciendo la contaminación, de igual forma se demuestra que es posible obtener un beneficio económico realizando una actividad dirigida al bien común. A través del estudio de mercado descubrió que el producto sería bien recibido por los consumidores, por lo que se considera un proyecto viable.

Introducción

La presente tesina es una investigación cuyo principal objetivo es realizar la evaluación económica para medir la pertinencia, viabilidad y rentabilidad de producir un impermeabilizante utilizando como materia prima el caucho obtenido del reciclaje de llantas logrando con ello contribuir a uno de los más grandes problemas ambientales presentes en México.

En los últimos años la industria automotriz ha crecido de forma sorprendente y con ello la demanda de neumáticos para satisfacer las necesidades de los nuevos vehículos y los circulantes en México generando con ello una gran cantidad de desechos de los mismos, cuyo destino final son tiraderos clandestinos a lo largo del país, avenidas y tiraderos oficiales. Las consecuencias ambientales y a la salud de las personas expuestas a los incendios provocados por estos desechos son graves. El tiempo de vida útil de un neumático oscila entre los 8 y 10 años considerando el desgaste al que se le someta a este, una vez cumplido su ciclo de vida este tarda en degradarse aproximadamente 350 años, en consecuencia los tiraderos han acumulado una cantidad excesiva de ellos, mismos que al estar expuestos al sol y los cambios climáticos y al poseer un centro metálico se calientan generando incendios repentinos, está comprobado que el humo generado por estos incendios puede provocar cáncer, enfermedades mutagénicas, asma, entre otras enfermedades dañinas para el ser humano.

Ante la problemática antes mencionada, surge la necesidad de buscar soluciones y alternativas para combatir este problema de carácter mundial. Sin embargo, los esfuerzos no han sido suficientes, es evidente que la tecnología juega un rol de suma importancia en la solución del problema, ya que los costos de inversión que esto implica son elevados por lo que era necesario llevar a cabo dicha evaluación para ampliar el panorama y perspectiva de inversión para un negocio que no solo se considere de carácter rentable si no amigable con el medio ambiente ya que contribuye a combatir el calentamiento global.

Capítulo I Marco metodológico

El presente capítulo presenta el planteamiento de investigación, problemática, los objetivos a alcanzar, la justificación y relevancia de estudio así mismo busca obtener una posición clara con respecto a la hipótesis planteada en el mismo.

1.1 Planteamiento del problema de investigación

La fuerte demanda de neumáticos a todas las escalas, derivada de la cada vez mayor presencia del vehículo en la sociedad, ha dado lugar a la aparición de un grave problema como sumatoria de determinados desequilibrios medioambientales, contaminación atmosférica, ruidos, invasión de espacios tradicionalmente ocupados por los ciudadanos y como no la producción de residuos

Dentro del ciclo de vida de un producto, es necesario considerar qué se hará con éste una vez que haya terminado la vida útil del mismo, es decir, dar opciones para que al final se reintegre a otra cadena de valor o a los ciclos naturales. Para el caso de las llantas en México generalmente su destino final ha sido desecharlas, en cementerios de llantas, tiraderos clandestinos o basureros.

La rapidez con la que avanza la industrialización tiene grandes ventajas y a su vez grandes desventajas las cuales tienen un alto impacto en el medio ambiente, como lo es la generación de residuos. Entre estos residuos, los neumáticos fuera de uso constituyen solamente entre el 0,5 y el 1% del conjunto de residuos totales generados; sin embargo, a pesar de ser una porción muy reducida, presentan una evidente problemática, debido a una serie de características propias de este residuo tan particular, que repercuten negativamente sobre el medio ambiente y la población.

La disposición final de las llantas, su incremento descontrolado y las dificultades para hacerlas desaparecer una vez usadas, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años en todo el mundo. Cada año son desechados en México 30 millones de neumáticos, de los cuáles sólo el 10 por ciento se recicla, mientras que el 90 por ciento van a dar a los ríos o lotes baldíos generando basura y mosquitos. Se calcula que se necesita entre 500 y 3 mil años para la degradación total de los neumáticos (Excélsior 2016) asimismo, se estima que son desechadas casi 60 llantas de automotores por minuto, lo que significa unos 30 millones de llantas anualmente, de las cuales 4 millones se concentran en la CDMX

Generando a su vez un foco de propagación de plagas como roedores o mosquitos, el problema más serio al que se enfrenta la población son los incendios repentinos generados por la exposición al sol, siendo estos imposibles de apagar y causantes de severos daños a la salud, pues la quema de llantas libera sustancias de alta peligrosidad para el ser humano, tales como monóxido de carbono, furanos, tolueno, benceno y óxido de plomo, los efectos dañinos que pueden ocasionar son irreversibles.

El neumático está formado por una compleja cantidad de sustancias diferentes tales como: caucho, productos químicos, textiles, acero y otros metales, los mismos, después de consumir su vida útil, pasan a ser residuos que por su naturaleza resulta difícil deshacerse de ellos. No solamente por el hecho de no saber dónde ubicarlos sino también porque su degradación natural es muy extensa, factor que determina que es indispensable darle un uso alternativo o tratarlo de alguna forma.

Los principales cementerios de llantas se encuentran ubicados en el Cerro del Centinela en Mexicali, Baja California; el Ejido Lázaro Cárdenas en Tijuana, Baja California; Nogales, Sonora; Ciudad Juárez, Chihuahua; Matamoros y Reynosa, Tamaulipas y en el Bordo de Xochiaca, CDMX.

Un ejemplo claro de los problemas antes mencionados con estos cementerios de llantas es Saltillo, Coahuila, la contaminación provocada por el tiradero de llantas se ha convertido en un serio problema ambiental y de salud en el país, con casi 40 millones de neumáticos que anualmente se arrojan en cualquier lugar; en el 2009, el desperdicio era de 27 millones. Se estima que para finales del año corriente habrá cerca de 500 millones de llantas disponibles para reutilizarlas.

Mientras países europeos como Alemania, Francia, Austria reciclan hasta el 60% de sus llantas usadas, en México prácticamente no existe tal reciclado, debido a la escasa conciencia ambiental y a un casi inexistente sistema de control y de mecanismos necesarios para el correcto tratamiento/recuperación de llantas usadas.

Debido a este problema se decide evaluar la inversión necesaria para llevar a cabo la producción de impermeabilizante ecológico tomando como base la reutilización de llantas.

1.2 Pregunta de investigación

¿Es viable invertir en la producción de impermeabilizante a base de la extracción del caucho de las llantas recicladas?

1.3 Objetivo general de la investigación

Determinar la inversión y rentabilidad de producir impermeabilizante utilizando como materia prima el caucho obtenido del reciclaje de llantas usadas.

1.4 Objetivos Específicos

- Determinar la maquinaria necesaria que cubra las características que solicita el proceso de fabricación, comparando las opciones disponibles en el mercado.
- Determinar un proceso de fabricación viable que permita producir el impermeabilizante.
- Determinar la demanda insatisfecha de los impermeabilizantes ecológicos.
- Elegir el canal de comercialización que facilite a los consumidores la adquisición del impermeabilizante.
- Realizar un análisis económico para documentar, validar la inversión y rentabilidad.

1.5 Justificación o relevancia del estudio

Hasta hace unos años, la reutilización de llantas se limitaba a la decoración y a la jardinería. Para darle esos usos no era necesario procesar el neumático, con pintarlas o cubrirlas con algún material era suficiente.

Con el paso del tiempo, se descubrió que con el caucho que se obtiene del proceso de triturar las llantas se podía atender otros campos de estudio. En el sector de la construcción se utiliza para construir duelas para canchas de tenis y pistas de atletismo y para fabricar baldosas y ladrillos, más allá de decorar parques como se hacía en un principio. En la industria textil se ha utilizado para

fabricar suelas de calzado deportivo y de trabajo, para recubrir equipo de seguridad para trabajos de electricidad, y para fabricar tapetes para la recepción de edificios públicos de gran afluencia.

En los casos antes mencionados, el uso de caucho reciclado ha resultado más económico que utilizar materia prima 100% virgen y por esto se ha invertido en investigación para hacerlo más duradero, debido a que resisten los efectos del medio ambiente pero no soportan el uso tanto como lo haría el material que están reemplazando.

Por lo anterior, se busca comprobar el nivel de rentabilidad y la inversión necesaria para llevar a cabo este tipo de proyecto y todo lo que implica, a través de una evaluación económica. De igual forma tiene la finalidad de atacar uno de los problemas más grandes de contaminación existentes que amenazan los ecosistemas naturales provocando su destrucción, se desea tener un impacto social que concientice a las personas de la gran importancia de reciclar los productos usados, usándolos como materia prima para la creación de nuevos bienes de consumo.

Por medio de este proyecto interdisciplinario se pretende aportar conocimiento y adquirir aprendizaje enfocado a cada una de las disciplinas de los integrantes de este proyecto dentro de la industria.

- El administrador industrial aplicará sus conocimientos en la realización del estudio de mercado, fijar precios, y basándose en los datos obtenidos de dichas investigaciones podrá elegir el canal de comercialización adecuado para el proyecto y apoyar en el análisis financiero.
- El ingeniero Industrial aplicará sus conocimientos en determinar un proceso industrial que permita una fabricación eficiente. Estudiará a detalle los tiempos de trabajo de los operarios y de las máquinas para calcular la cantidad máxima de producto que se producirá en una jornada de trabajo y los costos de producción derivados de la materia prima, mano de obra, energía, entre otros.
- El ingeniero en sistemas automotrices aplicará sus conocimientos en determinar la materia prima y analizar el cumplimiento de las normas de calidad del producto obtenido. Sus conocimientos de las propiedades mecánicas del material serán de suma importancia para el desarrollo y la fabricación del producto.

1.6 Hipótesis

Debido a la creciente cantidad de llantas en desuso en los últimos años producir el impermeabilizante a base de estas podrá ser rentable.

1.7 Estado del Arte

Para llevar a cabo la investigación del proyecto, se realizó una investigación relativa a los trabajos de tesis realizados por el Instituto con el fin de descartar algún conflicto que se pudiera generar por trabajos similares, sin embargo, al terminar la búsqueda no se encontraron trabajos que desarrollaran el mismo sentido de la evaluación económica, ya que únicamente se encontró que estos se enfocaban a otras ramas específicas. La búsqueda realizada dentro del repositorio digital del IPN, no mostró algún trabajo que pudiera generar conflicto.

Capítulo II Marco teórico

En este capítulo se brinda un contexto del surgimiento y evolución que ha tenido la industria llantera, conceptos básicos, impermeabilización y procesos de reciclado actuales de los neumáticos.

2.1 Historia de la llanta

La rueda es uno de los inventos más importantes en el desarrollo histórico de la humanidad; por su importancia e influencia en la vida de todos los seres humanos, se le ubica a la par del descubrimiento del fuego, ya que desde que se comprobó que el esfuerzo para hacerla girar, aunque soportase mucha carga, era mucho menor que el necesario para deslizar la misma carga por el terreno o superficie, se hizo un elemento básico para el progreso en el mundo.

Al comienzo, las ruedas se construyeron en piedra, después fueron sustituidas por las de madera, y finalmente, la banda de rodadura fue fabricada de metal para conseguir mayor duración y resistencia. El neumático ha sido el complemento ideal de este gran invento, ya que incrementó la durabilidad de la rueda, disminuyó el ruido, mejoró el confort y facilitó su reemplazo. El neumático es el enlace directo entre el vehículo y el suelo, y su adherencia es la que hace posible acelerar, frenar o variar la dirección, en otras palabras, controlar el vehículo (M.R.L.U. , 2015).

Los neumáticos se utilizan en los vehículos, por tanto, son los componentes críticos de éstos. Soportan el peso del vehículo, de los pasajeros y de la carga a bordo. Transmiten la rotación del motor para impulsar el vehículo y absorben las vibraciones y los golpes del camino para suministrar un paseo confortable. Las llantas se usan en automóviles, camiones, autobuses, tractores agrícolas, industriales, equipo de excavación, vehículos militares, bicicletas, motocicletas y aviones.

Los neumáticos tienen como composición principal el caucho, el acero y la fibra textil. Los dos primeros compuestos son totalmente aprovechables en la fabricación de bienes de acero o de hule como soportes, topes, señalización, pasto sintético e incluso es utilizado en la colocación de concreto hidráulico o asfalto ahulado y por supuesto como combustible alterno en el co-procesamiento. El acero constituye aproximadamente el 7% del material utilizado para fabricar un neumático (M.R.L.U. , 2015).

Fue la empresa Goodyear la que descubrió en 1839 la vulcanización del caucho. Más tarde, el visionario John Boyd Dunlop, veterinario escocés que vivía en Irlanda, fue quien inventó el neumático en 1887. Diseñó una 'cámara de aire' envuelta en una tela de algodón tejido, que pegó y clavó en un aro de madera. El resultado fue tan rústico como eficaz (Elcomercio, 2012).

El 23 de julio de 1888, J.B Dunlop registró la patente que iba a revolucionar la rueda. Cerca de 1891 los hermanos André y Edouard Michelin inventan el neumático desmontable, lo que revolucionó la llanta y permitió su adopción por la industria y el deporte del automóvil.

Hacia 1910, los neumáticos se equiparon con un aro metálico en el talón, destinado a mejorar la rigidez total de la rueda. También se adoptaron estructuras y se añadió una base de carbón para aumentar su resistencia a la abrasión.

En 1915, los alemanes pusieron a punto un caucho sintético. En los años 1920, la tela tejida desapareció y fue sustituida por tejidos con cables de metal sin trama.

En 1937, Michelin creó la carcasa de acero. El 4 de junio 1946 Michelin inventa y patenta la llanta radial que desde entonces ha sido utilizado por todos los fabricantes. El primer auto equipado con dichos neumáticos fue el Citroën con tracción delantera. En 1955, Michelin inventó el neumático sin cámara de aire.

En 1962, Bridgestone desarrolló sus primeras llantas de estructura radial en acero japonés para camiones y autobuses y los primeros neumáticos de estructura radial para vehículos particulares, a mediados de 1964.

En 1965, BFGoodrich fabricó el neumático radial americano: el Lifesaver. En 1971 los neumáticos GoodYear pisan la luna.

En 1972, Continental lanzó el neumático de invierno sin clavos: ContiContact. En 1977 Las llantas BFGoodrich equiparon el trasbordador espacial Columbia

En los años 80, Pirelli inventa los neumáticos de perfil bajo, una innovación tecnológica fundamental que permite reducir la altura de los flancos. En 1981, el Michelin Aire X se convirtió en el primer neumático radial para aviones. 1992, GoodYear puso a punto el primer neumático sin aire que permite, después de un pinchazo, seguir rodando a velocidad reducida durante un número de kilómetros limitado (Elcomercio, 2012).

En 1992, Michelin asoció una sílice original y un elastómero sintético. Esta mezcla permitió la fabricación de neumáticos que presentan una baja resistencia a la rodadura y una buena adherencia sobre suelos fríos, sin perder su calidad de resistencia al desgaste. Esta innovación ha dado lugar a las gamas denominadas de 'baja resistencia a la rodadura' que permiten disminuir el consumo de combustible de los vehículos (Elcomercio, 2012).

En 1997, Bridgestone entró en la competición de la categoría Fórmula 1. Los bólidos equipados con neumáticos Bridgestone Potenza consiguieron cuatro podios durante esa temporada.

En 1999, Dunlop presentó un sistema de control para neumáticos: Warnair. Esta llanta detecta rápidamente las pérdidas de presión e informa al conductor a través de avisos sonoros o visuales.

En el 2001, Michelin puso a punto una nueva tecnología para neumáticos de avión que permite al Concorde volver a despegar: la tecnología radial NZG. En el 2002, las marcas Bridgestone y Continental anunciaron en el Salón de Ginebra una cooperación técnica para el desarrollo conjunto de un neumático con tecnología Runflat (Elcomercio, 2012).



*Figura 1 Evolución histórica del neumático
Fuente: Ángel Aranguren, 2017*

2.2 Partes del neumático

Los neumáticos están conformados por las siguientes partes (M.R.L.U. , 2015):

- Telas (Cap Ply) y Aceros: Tienen la función de soportar la carga y de mantener la estabilidad del neumático.
- Banda de rodamiento (Piso): Es la parte del neumático que permite la adherencia al suelo. Su diseño debe proporcionar capacidad de frenado y tracción. Su compuesto de caucho debe resistir la abrasión y el desgaste.
- Pared lateral (Ceja): Es la parte de la estructura que va de la banda de rodamiento hasta el aro de ceja, siendo revestida por un compuesto de caucho con alta resistencia a la fatiga por flexión.
- Sellante: Es el revestimiento protector en la parte interna del neumático. Proporcionan la impermeabilidad al aire y a la humedad.
- Aros de ceja: Están compuestos de cables de acero revestidos en cobre para evitar la oxidación, separados individualmente por compuestos de caucho para evitar el contacto entre ellos y revestidos de un tejido tratado. Su función es amarrar el neumático al rin y tener alta resistencia a la rotura.



Figura 2 Partes de la llanta
Fuente: Motoryracing, 2017

Los neumáticos son utilizados en cualquier clase o tipo de vehículo, sean estos de transporte público o privado, de transporte de carga o de personas, por entidades públicas, privadas o población en general y de manera directa o indirecta.

2.3 Composición del neumático

La forma y las funciones que cada parte del neumático tiene que cumplir, se traduce también en una complejidad de los materiales utilizados para su fabricación.



Figura 3 Materia prima neumático
Fuente: revistaautocrash, 2016

El neumático está compuesto principalmente por tres productos: caucho (natural y sintético), un encordado de acero y fibra textil. Todos estos son materiales que a partir de su reducción, pueden ser reutilizados en nuevos procesos productivos. Los principales componentes del caucho de los neumáticos son caucho de estireno butadieno (SBR), caucho natural (NR) y caucho de polibutadieno (BR). (Vivoenitalia, 2010)

Se observa, lo que varía entre un tipo de llanta y otro, es el porcentaje de los materiales presentes, por ejemplo:

Las llantas de automóvil están formadas por:

- Elastómero SBR** 70%
- Alambres de acero 15%
- Fibras textiles 15%

Llantas de camiones para transporte:

- Elastómero NR* 70%
- Alambres de acero 31%
- Fibras textiles 1%

Llantas de maquinaria para excavación:

- Elastómero SBR** 70%
- Alambres de acero 15%
- Fibras textiles 15%

Llantas de maquinaria agrícola:

- Elastómero NR* 70%
- Alambres de acero 5%
- Fibras textiles 25%

2.4 El caucho

El principal componente del neumático es el caucho: casi la mitad de su peso. La fabricación de neumáticos concentra un gran porcentaje de la industria del caucho constituyendo el 60 % de la producción anual del mismo.

El caucho es un hidrocarburo de gran importancia que se obtiene del látex de ciertos árboles de la zona tropical. Cuando se calienta el látex o se le añade ácido acético, los hidrocarburos en suspensión, con pequeñas cantidades de otras sustancias se coagulan y pueden extraerse del líquido. El producto obtenido es el caucho bruto del comercio, viscoso y pegajoso, blando en caliente y duro y quebradizo en frío. Al estirarlo, no vuelve a adquirir después la forma primitiva.

El producto, observado ya por Colón en las indias occidentales, permaneció prácticamente sin valor hasta que, en 1839, Charles Goodyear descubrió que amasando bien el caucho con azufre y calentándolo a una temperatura superior a 100 °C, el azufre se combina químicamente con el caucho y el producto que resulta tiene propiedades mucho más útiles; no se deforma por el calor, no es quebradizo en frío y sobre todo, no es pegajoso. A demás, si se estira un trozo, recupera después de la tensión su forma primitiva. (Textoscientíficos, 2015)

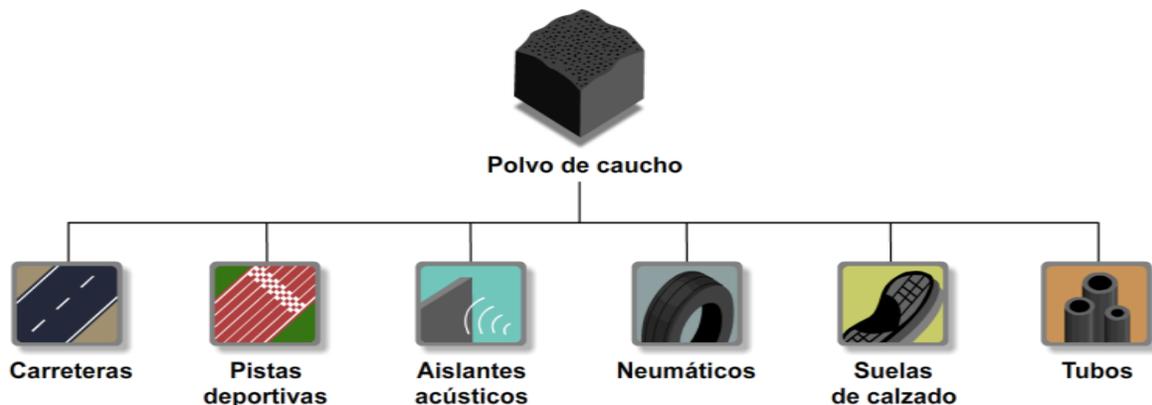


Figura 4 Aplicaciones del caucho
Fuente: revistaautocrash, 2016

2.5 Caucho SBR

Existen diferentes tipos de cauchos, y estos se pueden clasificar en dos grandes grupos: el caucho natural y el caucho sintético. La principal diferencia entre ambos radica en el origen de las materias primas. A continuación, se explica cada uno de ellos:

- Caucho natural: Este se obtiene a partir de un fluido lácteo llamado látex hallado en muchas especies vegetales típicas de regiones tropicales.
- Caucho sintético: Este se obtiene a partir del procesamiento de hidrocarburos.

El Caucho Estireno Butadieno más conocido como caucho SBR es un copolímero (polímero formado por la polimerización de una mezcla de dos o más monómeros) del Estireno y el 1,3-Butadieno. Este es el caucho sintético más utilizado a nivel mundial. Su principal aplicación es en la fabricación de neumáticos (Textoscientíficos, 2005).

El caucho sintético es usado para disminuir el consumo de las fuentes naturales de caucho, especialmente en el área de la fabricación de neumáticos (B. Sencial, 2009).

Se producen varios tipos de hules sintéticos utilizados para la fabricación del neumático tales como:

- Caucho butadieno-estireno: Posee temperatura de transición vítrea.
- Caucho butadieno: Alta resistencia al desgaste.
- Caucho Uretano: Resistencia a la abrasión aceites y solventes.
- Caucho butilo: Baja permeabilidad a los gases, estabilidad térmica, resistencia a la cuarteadura ocasionada por el ozono, alto coeficiente de fricción, alta absorción de la vibración y resistencia química.
- Caucho silicón: Resistencia a la temperatura.

2.6 Diferencias entre el caucho SBR y el caucho natural

Se mencionan las características entre el caucho SBR y el caucho natural (Textoscientíficos, 2005):

- SBR es inferior a la goma natural para procesado, resistencia a la tracción y a la rotura, adherencia y calentamiento interno.
- SBR es superior en permeabilidad, envejecimiento, y resistencia al calor y desgaste.
- La vulcanización de SBR requiere menos azufre, pero más acelerador.
- El efecto reforzador del negro de carbón es mucho más pronunciado sobre SBR que sobre goma natural.
- Para uso en neumáticos, SBR es mejor para vehículos de pasajeros, en tanto que la goma natural es preferible para vehículos utilitarios y autobuses.
- Las SBR extendidas con aceite se usan principalmente para fabricación de neumáticos, correas cintas transportadoras, etc.) y suelas de zapatos; las mezclas maestras de SBR se emplean en la producción en masa de cubiertas de neumáticos.

2.7 Niveles de molienda del caucho

La molienda del caucho se puede clasificar en tres etapas como se observa en la figura 1.5 (LEMaC, 2006):

1. Trituración previa, se realiza un triturado previo con trituradoras de 2 o más ejes, con cuchillas que giran entre 15 y 20 RPM. El tamaño de producción puede no ser estable, pero eso no tiene gran importancia en esta etapa porque se considera de trituración macro.
2. Trituración final: existen dos métodos en los que se requiere que previamente haya sido retirado el componente metálico. Los métodos se enuncian a continuación.
3. Temperatura ambiente: con molinos clásicos y por cilindros se separa la parte textil mediante criogénesis: este proceso es realizado entre $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ dando un producto más afín y de mejor finura de valores que pasan un 100 % la malla N° 100 de ASTM.

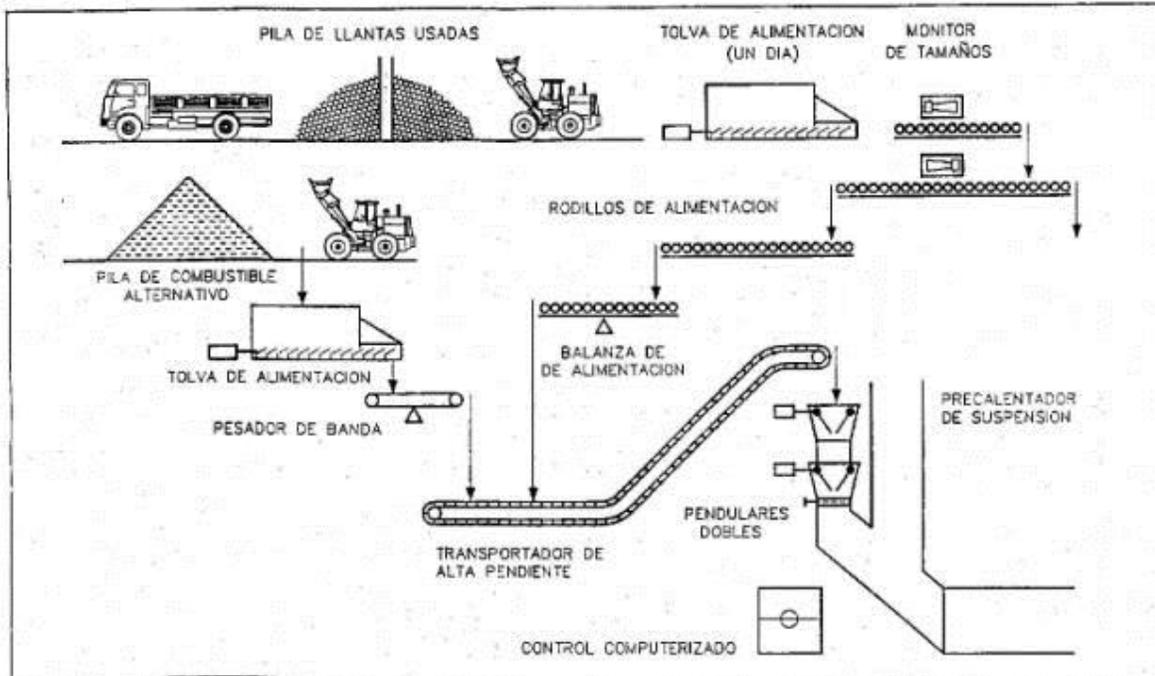


Figura 5 Molienda de caucho
Fuente: Dennis Andrés, 2001

2.8 Panorama mundial de los neumáticos usados

A lo largo de los años se ha incrementado la población humana de forma significativa hasta alcanzar en septiembre del 2013 la cantidad de 7, 200 habitantes en el planeta, cifra que representa entre varios temas la necesidad cada vez mayor de trasportar alimentos, materiales para la construcción, mantenimiento de la infraestructura urbana y demás insumos requeridos para satisfacer las demandas de la población, esta situación de crecimiento y demanda constante también ha incrementado el desecho de neumáticos anualmente, lo que ha generado varios esfuerzos en diferentes países por hacer frente a esta problemática a través de diferentes planes y estrategias entre los que destacan los siguientes (Elizalde, 2013):

1. En Taipéi Taiwán, reciclan anualmente 9 millones de llantas las cuales han sido convertidas en forma de pastillas para poder ser utilizadas como combustible y ser una alternativa al petróleo y al carbón.
2. En Chile se realizaron convenios con empresas privadas para recibir y reciclar los neumáticos fuera de uso (NFU), firmado con las principales fabricantes de llantas como Bridgestone, Goodyear, Pirelli y Michelin y el gobierno del país, con lo que garantizan el manejo adecuado del desecho, con lo que el país incrementó su capacidad de reciclaje de 150 mil neumáticos anuales en el 2008 a 1, 500, 000 en el 2013.
3. En Brasil se tiene una producción promedio de 290, 000 toneladas de llantas usadas las cuales un 84% son usadas como combustibles en plantas cementeras como combustibles, mientras el otro 16% es usado en el desarrollo de diferentes productos como suelas de zapatos, para canchas de futbol, pisos para juegos infantiles y pisos industriales.
4. En el Caso de Estados Unidos, según datos de la Agencia de Protección al Medio Ambiente señala que tienen una producción promedio de 290 millones de neumáticos que se desechan anualmente dentro de los cuales reciclan y reutilizan un promedio del 90% del total dividido como se observa en la tabla 1.1

Cantidad en millones	Porcentaje (%)	Uso/Aplicación
130	44.7	Como combustible
56	19.4	Proyectos de Ingeniería Civil
18	7.8	Polvo de Hule de Caucho, para diferentes productos
16.5	5.6	Reencauchado/Renovado
12	4.3	Asfaltos Modificados
9	3.1	Exportado (Principalmente a Japón y México)
6.4	2.0	Hule de Carga para Materiales
3	3	Usos agrícolas

Tabla 1 Destino neumáticos

Fuente: Elizalde, 2013

2.9 Panorama nacional de los neumáticos usados

La Cámara Nacional de la Industria Hulera, estima en la República Mexicana se generan aproximadamente 25 millones de llantas usadas como promedio anual. La misma Cámara estima que el 91% de todas las llantas usadas proceden de coches o camionetas y camiones pesados, el 9% restante son llantas especiales para motocicletas, aviones, equipo de construcción y otros vehículos (SEMA, 2012).

En México se empezaron a generar diferentes esfuerzos por hacerle frente a la problemática del desecho de neumáticos, como es el caso del Programa Frontera 2012 entre la SEMARNAT, la (EPA) Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América y el (HHS) Departamento de

Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos de América, donde destaca el punto de colaboración para *Reducir los Riesgos a la Salud Pública y Conservar y Restaurar el Entorno Natural*, punto por demás importante, considerando que en México además de las más de 27 millones de llantas que se abandonan sin control, se comercializan un promedio de 4.5 millones de llantas de desecho en la frontera con EUA para renovarse, cabe señalar que los esfuerzos del programa en la frontera no han generado una solución final al problema, un claro ejemplo de ello es la inversión hecha en julio del 2013 por el Gobierno Tamaulipas para adquirir maquinaria para el reciclaje de neumáticos con lo que se soluciona de inicio el problema de 20mil llantas anuales, de un rezago de 5 millones de llantas que existe en dicha entidad.

Otra opción son las empresas de renovado que realizan la labor por reutilizar las llantas y poder ampliar su margen de vida de hasta tres veces, sin embargo, su promedio de reencauchado es solamente del .68%, un margen muy bajo comparado con Estados Unidos que maneja el 1.5% o con Brasil que equivale al 2%, debido a que en México existe muy poca cultura del renovado.

Una tercera opción son las empresas Cementeras como el caso de Holcim-Apasco, Cemex, Lafarge y Cruz Azul, fábricas que utilizan la llanta como combustible para el proceso de creación de Cemento.

Una cuarta opción son las empresas privadas que muelen la llanta hasta lograr diferentes granulometrías del material final el cual es utilizado en las Canchas de Fútbol, Pisos Ahulados, Pistas de Tartán, Impermeabilizantes, Hojuelas Decorativas para Jardín, entre otros (Elizalde, 2013).



*Figura 6 Cementera Holcim
Fuente: fotocommunity, 2015*

2.10 Neumático al final de su vida útil

Uno de los residuos que más caracterizan a las sociedades desarrolladas, tan dependientes del automóvil, son los neumáticos fuera de uso. Es cierto que en principio los neumáticos usados no generan ningún peligro inmediato, pero su eliminación de manera inapropiada o su producción en grandes cantidades, puede contaminar gravemente el medioambiente u ocasionar problemas a la hora de eliminarlos.

Los neumáticos han sido diseñados para resistir condiciones mecánicas y meteorológicas duras (resistencia al ozono, luz y bacterias) lo que los hace prácticamente indestructibles por el paso del tiempo y presentan una alta capacidad calorífica, que dificulta su extinción en caso de incendio. Además, los neumáticos enteros limitan, por su forma y tamaño, la rehabilitación del vertedero al ser difícilmente compactables y son refugio ideal de insectos y roedores y acumulan gases y lixiviados.

La fabricación de neumáticos es un proceso complejo que engloba el consumo de materias primas procedentes de fuentes no renovables, caucho sintético, acero, agua y que requiere elevadas cantidades de energía en su fabricación. En el proceso productivo se producen elevadas cantidades de emisiones y se requiere de fuertes inversiones en medidas preventivas y correctoras (Rocío, 2012).



Figura 7 Cementerio neumáticos
Fuente: unoentrero, 2015

2.11 Valorización de los neumáticos usados

Una vez que han llegado al final de su vida útil los neumáticos pueden seguir tres vías principales: reutilización, valorización material y valorización energética.

- *Reutilización – Recauchutado:* Se realiza mediante recauchutado, si los neumáticos están todavía en buen estado, revistiéndose de una nueva superficie de rodadura.
- *Valorización:* La valorización es el proceso de dar valor al neumático una vez que ha quedado fuera de uso, ya sea recuperando sus materiales o bien aprovechando su poder calorífico.

Los materiales que se pueden separar y sus características generales son:

- **Caucho:** caracterizado por sus excelentes propiedades físicas y mecánicas de tracción, flexión y compresión.

- Metal: se trata de un acero de muy buena calidad y grandes prestaciones. Este material se recicla en empresas siderúrgicas.
- Fibra: material de gran poder calorífico y con buenas propiedades de aislamiento acústico y térmico.

De cara a obtener el máximo aprovechamiento del neumático y sus materiales es preciso conocer algunas de sus principales propiedades, tales como: capacidad de absorción de vibraciones, gran capacidad de drenaje, peso reducido, elevada resistencia al corte, alta resistencia a agentes climatológicos, flexibilidad, alto poder calorífico

En función de estas propiedades existe en la actualidad un abanico amplio de vías de valorización de los neumáticos, que pueden agruparse en (Rocío, 2012):

- Valorización material: donde se distinguen dos tipos, la valorización de los materiales del neumático tras un proceso de separación de los mismos y la valorización material del neumático sin separación de los materiales, empleado en usos de obra civil. Entre los materiales que se valorizan de esta forma se encuentran: negro de carbono, polvo de neumático, granulado de neumático y el propio neumático entero.
- Valorización energética: aprovechamiento del poder calorífico del neumático a través de su uso como combustibles de sustitución en procesos industriales, normalmente en las cementeras y en otras unidades de incineración, calderas industriales y centrales térmicas, siempre que se respeten las disposiciones para la protección ambiental.

2.12 Métodos de procesamiento de neumáticos usados

Las tecnologías utilizadas para la valorización material y energética de los neumáticos usados son varias, las principales son:

- Recauchutado: proceso mediante el cual se vuelve a utilizar un neumático gastado sustituyéndole la banda de rodadura.
- Tratamientos Mecánicos: proceso mecánico mediante el cual los neumáticos son comprimidos, cortados o fragmentados en piezas irregulares.
- Tecnologías de reducción de tamaño: se distingue entre el realizado a temperatura ambiente, criogénico y húmedo.
- Tecnologías de Regeneración: desvulcanización, recuperación del caucho, modificación superficial, modificación biológica.
- Otras tecnologías: Pirólisis-Termólisis

Para una óptima valorización es necesario realizar diferentes ensayos en el momento de la recepción de los neumáticos en la planta de tratamiento: control de peso, selección de tipos, característica, composición, etc. así como separar aquellos que se puedan valorizar para el recauchutado.

2.13 Definición de tecnologías de reciclaje

Se describe las tecnologías utilizadas, en la recuperación de neumáticos (CASTRO, 2007):

- **Termólisis:** Esta es la reacción que tienen los compuestos cuando son sometidos a altas temperaturas, en este caso los neumáticos se someten a un calentamiento sin presencia de oxígeno. Donde las temperaturas elevadas presentes y la ausencia del oxígeno hacen que los enlaces químicos se destruyan, y aparezcan los componentes originales del neumático. Obteniendo componentes como metales, carbones e hidrocarburos que se pueden recuperar para la producción de neumáticos.
- **Incineración:** La incineración es un proceso que se produce por la combustión de los materiales orgánicos del neumático en hornos a temperaturas elevadas en presencia de altas concentraciones de oxígeno, hasta que esta se convierta en ceniza. Este proceso tiene costos muy altos y que adicionalmente los materiales que conforman el neumático tienen diferentes velocidades de combustión, y con ello se hace difícil el control de residuos gaseosos que se emiten, ya que cuando se quema no es controlado el daño ambiental es enorme, se liberan gases como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de zinc, óxidos de plomo, además de hollín que contiene partículas cancerígenas para el cuerpo humano.
- **Pirolisis:** Es la separación química de materia orgánica entre otros materiales con excepción del metal y del vidrio y es realizada a través del aumento de temperatura estando ausente el oxígeno y sin que esto produzca contaminantes en el medio ambiente, pero está siendo poco usado debido a la existencia de problemas en la separación de estos compuestos, siendo mejorado con el pasar de los años para poder tratar más neumáticos al año; los productos que salen después del accionar de la pirolisis son: gas, el cual es parecido al propano tiene uso industrial, aceite industrial líquido que se puede ser refinado en diésel, coque y el acero.
- **Desvulcanización:** El proceso de vulcanizado convierte un material termoplástico en uno termostable que mejora su dureza y lo hace elástico. Esta logra grandes beneficios en cuanto a la resistencia a la deformación permanente. Al ser este un material que al ser reciclado sirve para diferentes tratamientos finales debe tenerse en cuenta, para que el caucho pueda ser reutilizado este debe tener una previa desvulcanización y para lo cual existen diferentes métodos, aunque con este proceso se pierden algunas propiedades mecánicas, este material puede ser tratado con procesos químicos, térmicos y mecánicos para poderle devolver ciertas características originales al caucho. Existen cuatro métodos de desvulcanización como lo son: químico, microondas, ultrasónico y biológico.
- **Regeneración:** Se caracteriza porque rompe las cadenas que lo componen y así obtener materia prima, que, aunque tiene grandes diferencias con el material original sirve para de nuevo vulcanizarse y fabricar de caucho nuevamente. Aunque podría usarse para volver a realizar la fabricación de neumáticos, al ser reciclado pierde algunas propiedades lo que hace difícil su recuperación, debido a que estos deben cumplir altos estándares de calidad. De igual manera se usa para la fabricación de otro tipo de productos de caucho o empaques para los vehículos.

Trituración. En el método de trituración para el reciclaje de llantas usadas existen dos tipos como lo son la trituración criogénica y la mecánica.

- Trituración Criogénica: Este método usa y necesita de recintos complejos lo que genera que sus costos sean altos, tanto en mantenimiento de la maquinaria, como el grado de complejidad del proceso hace que sean poco rentables a la hora de generar ganancias con la trituración. Este tipo de actividad hace que la calidad del producto que se obtiene sea baja y que se presente un grado de dificultad en la separación del caucho y del metal entre otros materiales que componen el neumático. Lo que genera que este método sea poco empleado en el reciclaje de llantas. El procedimiento se basa en congelar con nitrógeno líquido el neumático para así poder separar la estructura de alambres de la parte de caucho ya que este sale en forma de polvo una vez realizado el proceso.
- Trituración Mecánica: Este método es netamente mecánico, este proceso no maneja químicos, ni calor ya que en este se trata de triturar y reducir el tamaño del neumático pasando este por un sistema de corte que logra disminuir el volumen de salida del caucho, para el uso final que se le dará al producto.

El acero es retirado por medio de una máquina que separa los alambres que están presentes en la llanta; Los componentes como fibras, son separados en otros equipos, la ventaja que brinda este tipo de reciclaje es que produce nuevos productos disminuyendo el daño al medio ambiente.

2.14 Definición y beneficios de la impermeabilización

La impermeabilización es un método que evita que el agua penetre en la casa. Ayuda a reducir la humedad de la casa y protege las cosas dentro de la misma de los daños causados por la humedad o la exposición al agua. También es importante para la estructura del edificio.

- Aumento del valor de la propiedad.
- Cimientos estructuralmente sólidos.
- Un ambiente de vida más saludable para la familia.
- Un sótano más caliente durante el invierno.
- Disfrutar de un mayor espacio.
- Un hogar más atractivo y más cómodo.

Si se refiere de nuevo a la definición de la impermeabilización como una barrera impermeable diseñada para evitar que el agua entre o se escape de estructuras de construcción, entonces, la importancia de la impermeabilización se refleja en las consecuencias de la no impermeabilización.

El agua que entra o se escapa de los canalones de los edificios puede tener efectos indeseables a corto y largo plazo. Aparte del daño del interior del edificio, los daños estructurales pueden ser inevitables si el problema persiste.

Los daños por agua es la segunda causa del deterioro de un edificio. La mayoría de los materiales de construcción tiene un considerable período de vida más corto cuando se somete a la humedad o al agua durante un período prolongado de tiempo. (Goteras, 2015)

2.15 Tipos de impermeabilizantes

Actualmente en el mercado se pueden encontrar cuatro tipos de impermeabilizantes los cuales son (INinsignia, 2015):

1. Impermeabilizantes sintéticos

- a. Telas asfálticas. Es la impermeabilización bituminosa, derivados del petróleo. Su duración garantizada por el fabricante sobrepasa los 10 años de vida.
- b. Impermeabilizantes nanotecnológicos. Son productos realizados con una formulación que actúa a escala atómica. Garantizan la estanqueidad de la superficie sobre la que se aplican, manteniendo la transpirabilidad durante 10 años.
- c. Poliuretano de aplicación en frío. Duración superior a 50 años si está protegida de la intemperie.
- d. Resinas acrílicas de aplicación en frío duración de 3 a 10 años, depende de la formulación.
- e. Resina Epoxi, de aplicación en frío. Duración de 3 años.
- f. Laminas impermeables transpirables. Formadas por un tejido plástico compuesto de fibras, funcionan como las chaquetas win-stopper, impermeabilizan, pero transpiran. No están diseñadas para estar directamente expuestas a la intemperie, pero funcionan muy bien como complemento bajo una cubierta cerámica, por ejemplo. No se degradan con el paso del tiempo.

2. Impermeabilizantes naturales

El más utilizado es el Látex. Proveniente del reino vegetal, ha dado lugar a otros compuestos como:

- a. Cloro-caucho, con propiedades más estables a la intemperie. De aplicación en frío. Duración comprobada por el fabricante de 3 años.
- b. EPDM, caucho de etileno de aplicación en frío. Duración comprobada por el fabricante de 5 años.

3. Impermeabilizantes inorgánicos de naturaleza pétreo

- a. Materiales de cantería como la pizarra o el granito, menos común, pero del que tenemos un bello ejemplo en la cubierta de la catedral de Santiago de Compostela. Duración es superiores a los 50 años con un mínimo mantenimiento.
- b. La silicona, proveniente de la sílice y que en su estado líquido se utiliza como impermeabilizante con una duración comprobada por el fabricante de 3 años.

- c. Impermeabilizantes cerámicos como las tejas. Un producto ecológico que mantiene sus propiedades impermeabilizantes con garantía del fabricante los 10 primeros años.
- d. Cementosos. Los impermeabilizantes con derivados del cemento son otra gran familia, donde se encuentran con tantas formulaciones diferentes que sería necesario un vademécum para nombrarlas todas. Este tipo de impermeabilizaciones tiene una garantía inicial de 3 años, si bien se pueden hacer sistemas complejos con Duración es mayores. Puede ser transpirable o no, hay que mirar la ficha técnica de cada producto.
- e. Fibrocemento. Se diseñó en 1900, como un compuesto derivado del cemento con añadido de fibras de refuerzo de amianto. Actualmente las fibras de refuerzo que se utilizan son de vidrio. Su duración como impermeabilizante supera los 50 años.

4. Impermeabilizantes inorgánicos de naturaleza metálica

Aunque no son muy frecuentes actualmente, en Bizkaia tenemos cubiertas de zinc, cobre, aluminio natural o lacado, plomo, acero inoxidable, acero zincado o galvanizado y titanio.

Capítulo III Estudio de mercado

Dentro de la Ciudad de México existen varias empresas dedicadas a la fabricación de impermeabilizantes, pero son pocas dedicadas a producir un producto amigable con el medio ambiente en este capítulo se llevó a cabo el análisis de oferta y demanda del mercado actual, así como las mega-tendencias para medir la pertinencia de este.

3.1 Estudio de pertinencia

Debido a los crecientes problemas del mundo actual, es necesario contar con estrategias que permitan el aprovechamiento de los desechos almacenados inadecuadamente en tiraderos oficiales y clandestinos en todo el mundo generando con ello severos problemas ambientales y de salud para la sociedad. Se registra un creciente volumen de llantas a nivel mundial, este problema ha alcanzado grandes dimensiones sobre todo en la frontera norte de México donde cada año son importados cientos de miles de neumáticos usados, que son comercializados y al final de su vida útil se convierten en basura.

El amplio espectro de los estudios sociales ha dejado de lado el entendimiento del espacio como un ámbito vivo donde se reflejan y procesan las relaciones sociedad, naturaleza. En este sentido, sobresale la persistencia de la diversidad de los territorios, la variedad de su gente. La visión del desarrollo local intenta vincular valores locales con el mercado y de esa manera aprovechar recursos para la generación de empleo y de empresas productivas sin la necesidad de recursos externos o bien, gestionarlos localmente con la intención de que el modelo económico comparta los beneficios con la localidad. Implica una reformulación del concepto de desarrollo, en vista de que el capital por sí mismo ha demostrado ser poco solidario con los intereses locales. Esta va en consonancia con una economía estable a largo plazo e involucra objetivos como calidad de vida y mantenimiento de los recursos.

3.1.1 Megatendencia

Hay una atención mundial a los macroproblemas ambientales (contaminación ambiental, sobrecalentamiento del planeta, preservación de los ecosistemas. etc.) que se traduce en mayores restricciones de carácter ecológico, en nuevas tecnologías y en nuevos patrones de consumo. (Cetys, 2017)

Los efectos en México de esta megatendencia son:

- Más leyes y reglamentos de protección ambiental
- Una creciente conciencia de los impactos ambientales

Algunas de las leyes producto de esta megatendencia se muestran a continuación:

- Plan de Manejo de Neumáticos Usados de Desecho Conforme a la NOM-161-SEMARNAT-2011
- Norma Ambiental para la Ciudad de México NADF-024-AMBT-2013, que establece los Criterios y Especificaciones Técnicas Bajo los cuales se deberá realizar la Separación, Clasificación, Recolección Selectiva y Almacenamiento de los Residuos de la Ciudad de México

3.1.2 Macroeconomía

Millones de autos son construidos en todo el mundo cada año. Los daños que éstos causan al medio ambiente son muchísimos, no sólo por los combustibles que son quemados en el proceso de su elaboración, ni por los que son liberados al medio ambiente cuando son usados, también por los desechos que dejan sus piezas cuando dejan de ser útiles (Our-planet, 2015).

Según la Asociación Nacional de Distribuidores de Llantas (Andellac), cada año en México se desechan 25 millones de llantas viejas, de las cuales nueve de cada diez son enviadas a tiraderos a cielo abierto.

En muchos casos se opta por la quema de miles de ellas en hornos de cemento. Estos hornos han demostrado producir mayores emisiones de dioxinas, mercurio, hidrocarburos poliaromáticos y metales pesados como plomo, zinc, níquel y vanadio, que las plantas de cemento usan carbón o gas como combustible (Our-planet, 2015).

Aunque en los países desarrollados están potenciando empresas especializadas que se dedican al reciclaje de los neumáticos sigue existiendo desidia, falta de interés y, en muchas ocasiones, afán de lucro que impide una correcta gestión de esta parte imprescindible de un coche, que resulta ser uno de los inventos más sucios.

Afortunadamente, gente emprendedora ha encontrado lo que parecer ser la solución a este problema, convirtiéndolo además en una fuente importante de ingresos como lo es el impermeabilizante de hecho a base de llantas.

El Impermeabilizante de llanta es un producto innovador y con alta resistencia a fuertes Climas, por mucho tiempo no se conocía una aplicación para las toneladas de llantas que hay en la ciudad (Our-planet, 2015).

3.1.3 Microeconomía

La Industria del Neumático en el país está ligada a la Industria del Hule, que representa alrededor del 70% de la misma. Como se puede observar en la tabla 2 se muestra la relación entre el Producto Interno Bruto (PIB) en el País, contra el PIB de la Industria Hulera.

Año	PIB Nacional (x10 ³)	PIB Manufactura (x10 ³)	PIB Industria Hule (x10 ³)	% Industria Hule vs PIB Nacional	% Industria Hule vs PIB Manufactura
2009	7,947,308	1,395,999	5,941	0.07	0.43
2010	8,366,934	1,533,969	6,820	0.08	0.44
2011	8,693,539	1,609,266	7,637	0.09	0.47
2012	9,034,714	1,678,873	7,904	0.09	0.47
2013	16,121,442	2,714,108	7,648	0.05	0.28
2014	17,050,555	2,872,060	8,322	0.05	0.29

Tabla 2 Relación del PIB con la Industria Hulera
Fuente: INEGI, 2015

En cuanto a la manufactura de neumáticos, en México se tienen 8 plantas de fabricación y 3 centros de distribución, tal como se indica en la siguiente figura 8:



Figura 8 Localización de empresas de manufactura de neumáticos en México
Fuente Cámara Nacional de la Industria Hulera: 2015

3.2 Descripción del producto

Imper-life es un compuesto químico cuyo principal propósito es impedir el paso de agua hacia objetos que deben permanecer secos principalmente techos, domos, tejas, laminas entre otros. Logrando con ello combatir a su vez uno de los principales problemas que enfrenta México, el exceso de neumáticos almacenados en tiraderos oficiales y clandestinos a lo largo de la república, es por ello que imper-life aprovecha todos estos recursos pasivos tomando como materia prima el caucho de los mismos que al ser triturados y mezclados con resina acrílica da como resultado una capa ahulada que elimina la filtración de agua o humedad en cualquier superficie siendo este un producto amigable con el medio ambiente ya que ayuda a combatir el calentamiento global y una alternativa a los impermeabilizantes comerciales.

El método de preparación de Imper-life toma como base el caucho triturado de llantas recicladas mezclado con una resina polimérica acrílica, por medio de su reacción a temperaturas elevadas otorga mejoramientos como: el aumento la recuperación elástica por torsión, resistencia a exposición a factores ambiente y adhesividad del producto final.

En la tabla 3 de muestran las propiedades físicas, químicas y mecánicas del producto, además de las características principales del impermeabilizante:

PRUEBA	VALOR
Color	Blanco y Rojo terracota
Consistencia	Espesa
Densidad	1.32 +/- 0.05
Viscosidad	65,000 - 70,000 cps
PH	9 - 10
Solidos	70 +/- 2%
Elongación	300% mínimo
Estabilidad	Pasa estabilidad 52 o C
Rendimiento	17 a 25 m ² / 19 L Varía según superficie y grueso de capa aplicada
Factor de elasticidad	De 3% a 4% a 25°C por pulgada cuadrada (a mayor temperatura la elasticidad aumenta)
Durabilidad comprobada	10 años
Presentación	19L

*Tabla 3 Propiedades del impermeabilizante
Fuente: Elaboración Propia*

Usos

- Como sistema impermeabilizante para techos, azoteas de concreto, tabique, lámina metálica, lamina de asbesto
- Auxiliar como impermeabilizante y anti-derrapante en eventual.

Ventajas.

- Producto ecológico,
- Hecho en México.
- Evita el calentamiento global y la contaminación por el reciclado de la llanta, ya que se reciclan 1.5 llantas por cada cubeta de Imper-life
- Fácil aplicación por no utilizar gas como los métodos tradicionales
- Sus características mecánicas le permiten soportar la dilatación de las edificaciones
- Su durabilidad puede ser de 10 años.



*Figura 9 Imper Life Imagen del producto
Fuente: Elaboración propia*

3.4 Características y cuantificación de la demanda

El punto de partida para realizar un proyecto debe ser la identificación de la demanda y de los posibles beneficios que traiga a los consumidores, ya que estos dos aspectos justifican la inversión en el proyecto. La demanda de un determinado producto representa aquellas cantidades que pueden ser vendidas a diferentes precios alternativos, por unidad de tiempo. El nivel de la demanda define el volumen de producción y por consiguiente la magnitud de la inversión y los costos operativos, así como otras características de la empresa.

En este apartado se conocerá más acerca del área de mercado, población consumidora y la proyección de la demanda para todos los años de la vida útil de la maquinaria.

La empresa "Imper-Life S.A. de C.V." estará localizada en el Estado de México, en el municipio de Cuautitlán Izcalli ya que aquí se encuentra la mayor cantidad de materia prima que es la llanta desechada, y el impermeabilizante será distribuido por todo el territorio nacional por las distintas Cadenas de Autoservicio.

Para conocer las características de la demanda se utilizará el método de investigación de mercados debido a que no existe este tipo de información en fuentes secundarias. Para cuantificar la demanda, se calculará el consumo nacional aparente, con datos tomados de INEGI. Este método es adecuado, porque no es posible estimar la demanda de forma directa.

3.5 Características de los demandantes

Dada que hay una falta de recursos para hacer una investigación de mercados en todo el país, se decidió tomar a la Ciudad de México, como base para conocer los detalles del consumo de impermeabilizantes en el país, considerando, además que, en esta área territorial, existe población originaria de los diversos estados que conforman a México.

Antes de iniciar con la aplicación de la investigación de mercados es necesario determinar cuántas viviendas hay en la Ciudad de México y de acuerdo al INEGI en el Censo de Población y Vivienda 2010 existen 2, 386,605 viviendas particulares independientemente de cuántas sean las personas que en ellas habitan o que parentesco tengan.

Con la información anterior se establecerá el tamaño de la muestra que representará la población con posibilidad de adquirir el producto y a la que se le aplicarán las acciones de la investigación.

Para estipular el tamaño de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n=N/ ([N*B^2]+1)$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

N=universo

B=cuota de error

$$\begin{aligned}n &= 2,386,605 / ([2,386,605 * 0.05^2]+1) \\ &= 2,386,605 / (5,967.5125)=399.932 \text{ viviendas} \\ &= \mathbf{400 \text{ encuestas}} \text{ a realizar.}\end{aligned}$$

El cálculo anterior determina la cantidad de entrevistas que se requerirán para obtener con mayor aproximación la cuantificación de la demanda del impermeabilizante que será el producto que se lanzará al mercado, asimismo se conocerá por medio de las encuestas los gustos y preferencias de los consumidores.



Figura 10 Edificio INEGI

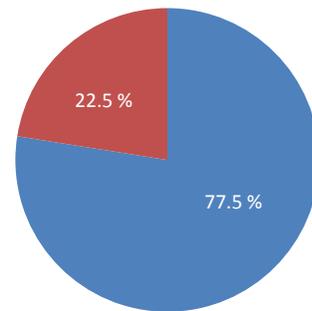
Fuente: La jornada

3.6 Demanda presente

Como se mencionó anteriormente el instrumento que sirvió para cuantificar la demanda presente de los impermeabilizantes fue el cuestionario, medio por el cual se logró analizar la siguiente información; la cantidad de veces que la población consumidora utilizó el producto, que factor es importante a la hora de comprar, que marca prefieren y por qué la consumen, que presentación prefieren, cuál es el color de su preferencia y cuánto están dispuestos a pagar, entre otros.

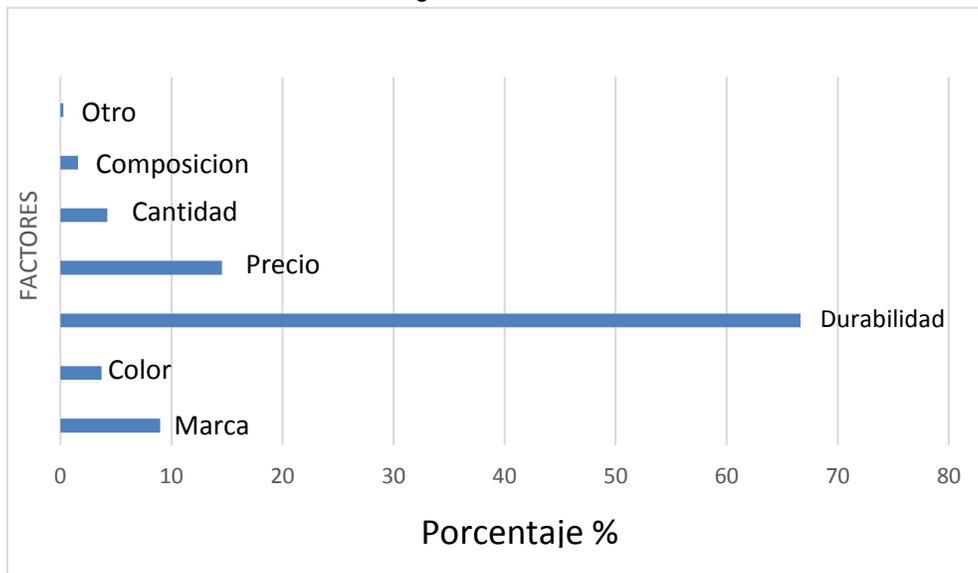
Las tendencias son las siguientes, siendo la muestra de 400 encuestas, lo que aplicado al universo, dio los siguientes resultados:

- a) Como se observa en la gráfica 1, el 77.5 % de las personas encuestadas han usado impermeabilizantes, lo que significa que, en 1,849,619 casas se ha utilizado este producto, mientras que el 22.5% no lo ha usado, es decir que en 536,986 casas no han utilizado impermeabilizantes.



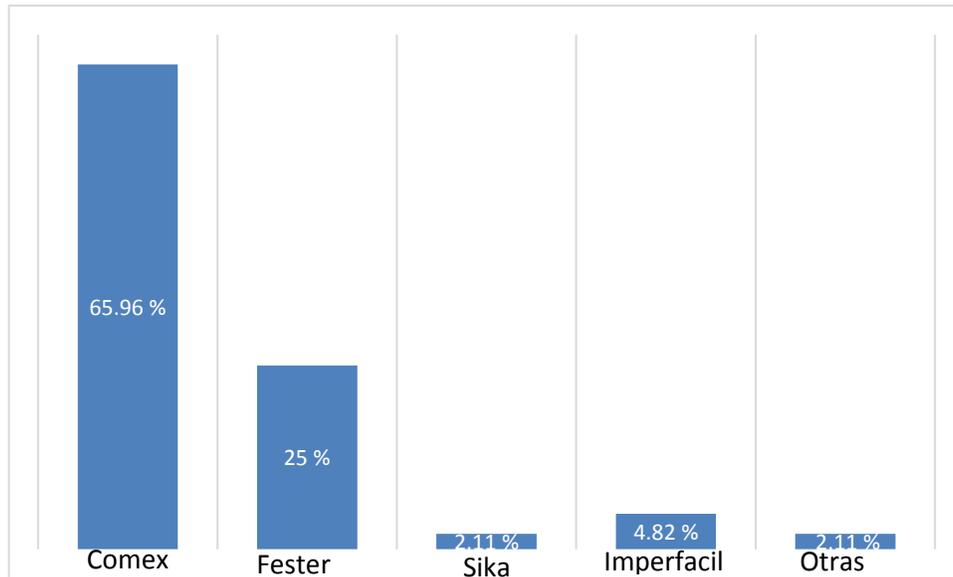
Gráfica 1 Personas que usan impermeabilizantes.
Fuente: elaboración propia.

- b) Al comprar un impermeabilizante, el 8.99% de los encuestados, o sea 214,556 personas cuando compran un impermeabilizante se fijan en la marca; el 3.70%, es decir 88,305 personas se fijan en el color; el 66.67%, que se traduce a 1,591,150 personas se fijan en la durabilidad; el 14.55%, es decir 347,251 personas se fijan en el precio; el 4.23% o 100,953 personas se fijan en la cantidad; el 1.59%, que es lo mismo a 37,947 personas se fijan en su composición y por último el 0.26% o 6,205 personas se fijan en otro factor diferente a los anteriores, como se observa en la gráfica 2.



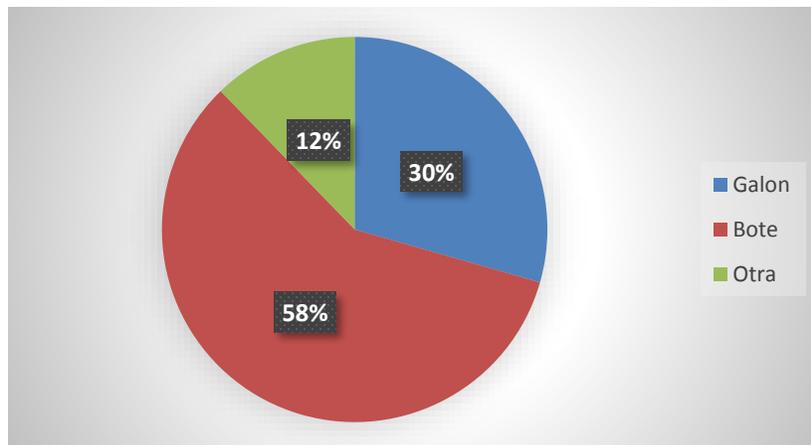
Gráfica 2 Característica más importante al consumir impermeabilizantes.
Fuente: elaboración propia

- c) El 65.96% de los encuestados eligió a Comex como su marca preferida, es decir, 1, 574,205 personas. el 25% o 596,651 personas eligieron a Fester, el 4.82% o 115,034 personas eligieron a Imperfacil, mientras que Sika y otras marcas diferentes a las mencionadas anteriormente compartieron porcentaje con 2.11% de preferencia, es decir, 50,357 personas respectivamente, ver gráfica 3.



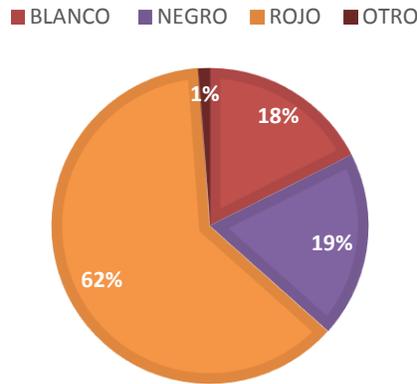
Gráfica 3 Marca favorita al comprar impermeabilizantes.
Fuente: elaboración propia

- d) Del total de la muestra, solo 715,982 personas o el 30% de los encuestados prefieren adquirir el impermeabilizante en la presentación de galón, el 58% o 1,384,231 personas prefieren la presentación de botes de 19 lts., y el 12% de las personas encuestadas o 286,391 votantes prefieren una presentación diferente a las anteriores o dependiendo de sus necesidades, ver gráfica 4.



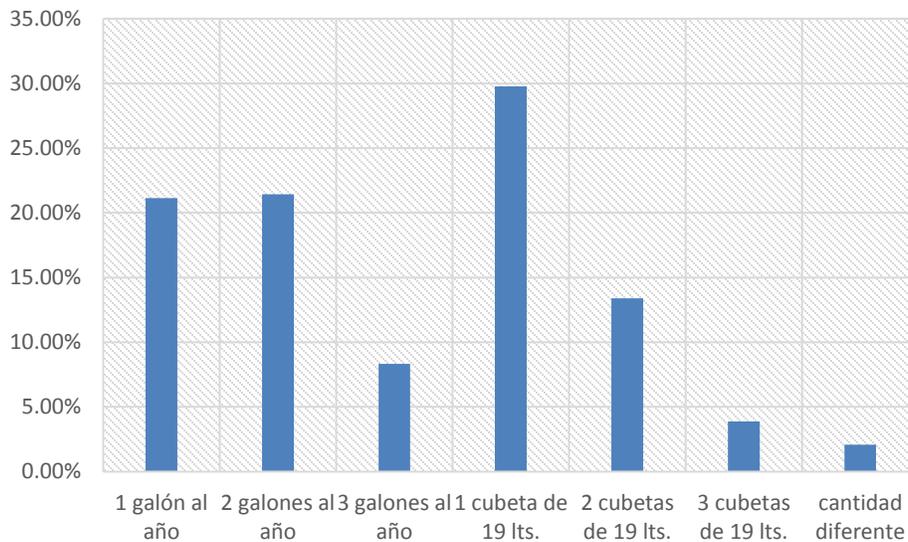
Gráfica 4 Presentación de impermeabilizante más consumida.
Fuente: elaboración propia

- e) Del total de la muestra el 18% de las personas prefieren el impermeabilizante color blanco, el 19% o 453,455 personas prefieren el de color negro, a 1, 479,695 personas o el 62% prefieren el impermeabilizante color rojo; mientras que el 1% o 23,866 personas prefieren el color verde o les es indiferente, ver gráfica 5.



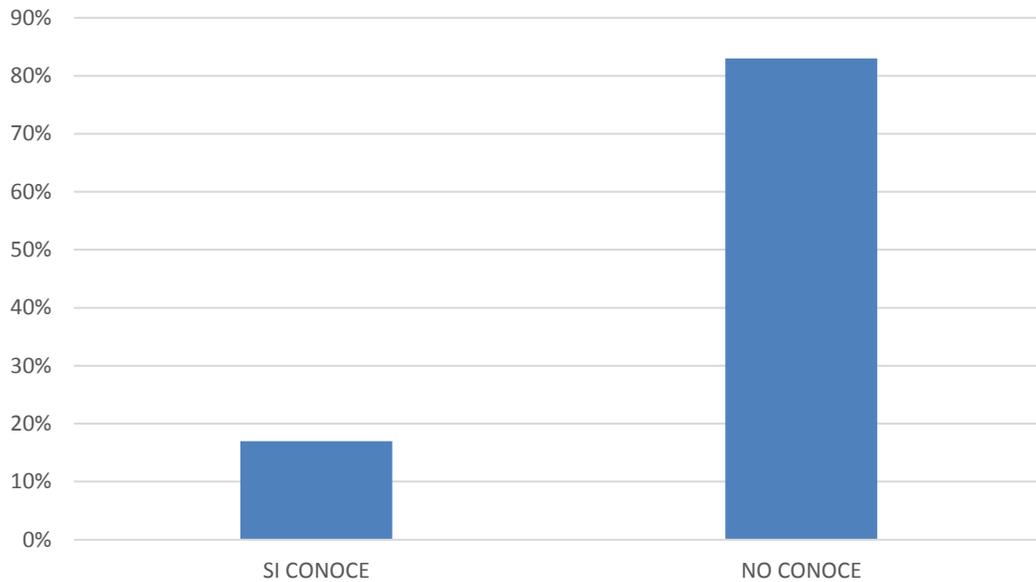
Gráfica 5 Color más consumido de impermeabilizantes.
Fuente: elaboración propia

- f) En cuestión de litros ocupados la gente respondió de la siguiente manera; el 21.13% de los encuestados o 506,676 personas utilizan 1 galón al año, el 21.43% o 511,449 personas utilizan 2 galones al año, el 8.33% o 198,804 personas utilizan 3 galones, el 29.76% de las personas o 710,254 encuestados utilizan 1 cubeta de 19 litros, el 13.39% o 331,499 personas emplean 2 cubetas de 19 lts., el 3.87% o 92,362 personas utilizan 3 botes de 19 litros. Y por último el 2.08% de las personas encuestadas o 49,641 votantes utilizan una cantidad diferente a las anteriores, desconocen o no saben cuánto utilizan, ver gráfica 6.



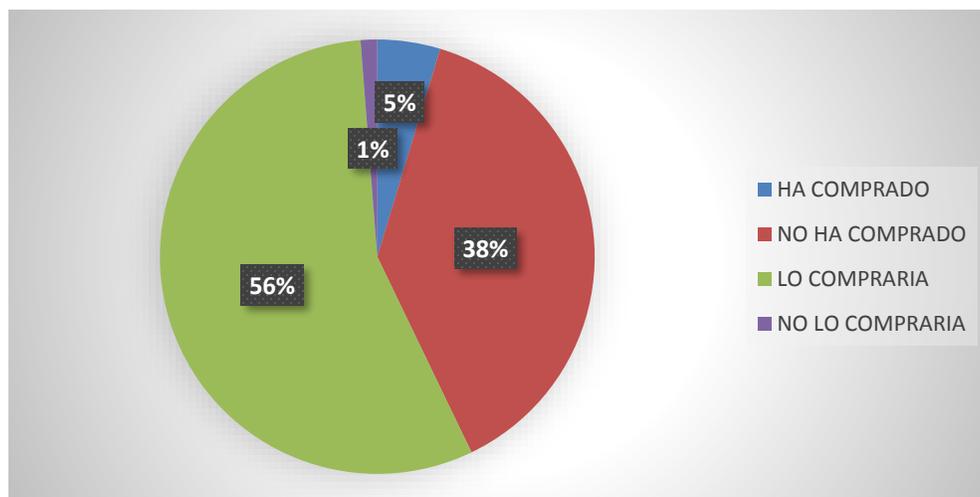
Gráfica 6 Cantidad de impermeabilizante usada anualmente.
Fuente: elaboración propia

- g) El 17% o 405,723 personas encuestadas conocen alguna marca de impermeabilizantes ecológicos hechos a base de llantas trituradas, mientras que el 83% o 1,980,882 personas no conocen alguna marca de impermeabilizante ecológico hecho a base de llantas trituradas, ver gráfica 7.



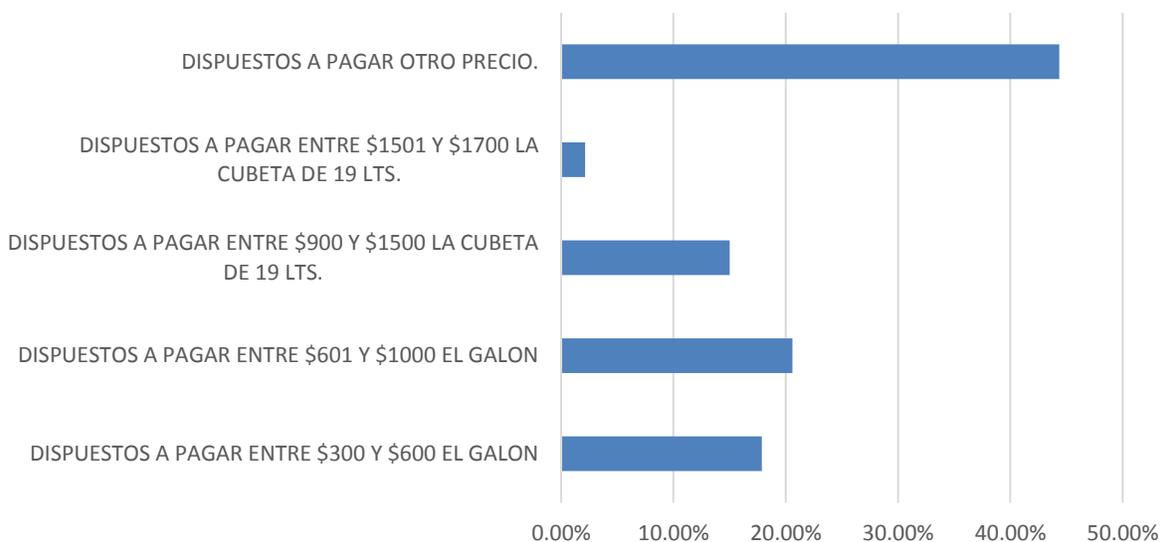
Gráfica 7 Conocimiento de impermeabilizantes ecológicos.
Fuente: elaboración propia

- h) El 5% o 119,330 personas han comprado algún impermeabilizante de este tipo, el 38% o 906,910 personas no ha comprado algún tipo de impermeabilizantes ecológicos, el 56% o 1,336,499 personas lo comprarían y por último el 1% de la muestra o 23,866 personas no lo comprarían, ver gráfica 8.



Gráfica 8 Compra de impermeabilizantes ecológicos.
Fuente: elaboración propia

- i) El 17.88% o 426,725 personas encuestadas estarían dispuestos a pagar entre \$300 y \$600 el galón, 491,641 personas o el 20.60% de las personas estarían dispuestos a pagar entre \$601 y \$1000 el galón, el 15.02% de la muestra o 358,468 personas estarían dispuestos a pagar entre \$900 y \$1500 el bote de 19 lts., el 2.14% o 51,073 personas estarían dispuestos a pagar entre \$1501 y \$1700 el bote de 19 lts. y el 44.35% o 1,058,459 de las personas estarían dispuestos a pagar otros precios diferentes a los anteriores entre un rango de \$100 a \$300 o lo comprarían sin importar el precio, ver gráfica 9.



Gráfica 9 Cantidad dispuesta a pagar por impermeabilizante.
Fuente: elaboración propia



Figura 11 Poder adquisitivo I
Fuente: losimpuestos.com

3.7 Cuantificación de la Demanda

El consumo nacional aparente, será utilizado para cuantificar la demanda nacional de impermeabilizantes.

Para ello, se recurrió a INEGI, buscando la información de la producción nacional, importaciones y exportaciones de impermeabilizantes, para el periodo 2008 – 2017.

En la tabla 4 se muestra los siguientes resultados obtenidos.

Consumo Nacional Aparente de Impermeabilizantes (Toneladas)

Años	Producción Nacional	Importaciones	Exportaciones	Consumo Nacional Aparente
2008	106,552	14,743.588	2,377.458	118,918.13
2009	109,128	13,009.616	3,082.444	119,055.17
2010	117,418	11,509.270	2,352.176	126,575.09
2011	120,682	12,913.648	3,101.726	130,493.92
2012	120,256	14,731.361	3,229.941	131,757.42
2013	113,384	15,093.804	4,554.982	123,922.82
2014	128,751	16,232.578	5,426.801	139,556.78
2015	127,731	15,727.328	5,299.485	138,158.84
2016	130,515	16,150.808	5,762.730	140,903.08
2017	133,299	16,574.288	6,225.976	143,647.31

Fuente: Datos tomados de INEGI: Anuario estadístico del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Exportación e Importación en pesos de los años 2008 – 2012. Balanza comercial de mercancías en México. Anuario estadístico. Exportación e Importación en pesos del año 2016.

*Tabla 4 Cuantificación de la Demanda
Fuente: Elaboración Propia*

3.8 Proyección de la Demanda

Para determinar la proyección de la demanda de los años 2018 al 2027 se utilizó el método de proyección por mínimos cuadrados (ver tabla 5); la cual es una técnica de análisis numérico encuadrada dentro de la optimización matemática, en la que, dados un conjunto de pares ordenados y una familia de funciones, se intenta encontrar la función, dentro de dicha familia, que mejor se aproxime a los datos a un “mejor ajuste”, de acuerdo con el criterio de mínimo error cuadrático.

Proyección de la Demanda de impermeabilizantes del periodo 2018 - 2027

AÑO	DEMANDA (Ton.)
2018	146,391.21
2019	149,135.28
2020	151,879.34
2021	154,623.41
2022	157,367.47
2023	160,111.54
2024	162,855.60

2025	165,559.67
2026	168,343.73
2027	171,087.80

*Tabla 5 Proyección de la Demanda
Fuente: Elaboración Propia*

3.9 Características de la oferta

La oferta de un producto representa la cantidad del mismo que una empresa está dispuesta a vender durante un período de tiempo y a un precio dado.

En los últimos años el mercado de impermeabilizantes en México no ha cambiado mucho, las empresas dedicadas a la fabricación de este producto producen fórmulas muy parecidas entre sí, son muy pocas las variaciones existentes para el uso, aplicación y durabilidad, ejemplo de ello es Fester que durante el 2006 revolucionó el mercado de la construcción, lanzando dentro de su línea de impermeabilizantes Acriton Extra Rápido y Nuevo Acriton Extra Rápido, que cuenta con nuevas propiedades y beneficios adicionales que lo hacen ser el único sistema de impermeabilización con tecnologías superiores y sustentables.

Posteriormente la innovación de Fester fueron los impermeabilizantes a base de membrana de polietileno.

Durante el 2009 la empresa IMPERCREST (en el año 2008 debutó en el mercado como ImperCrest Cemento), el primer impermeabilizante hecho a base de cemento blanco el cual además de asegurar una impermeabilidad total, podría resanar pequeñas grietas pre-existentes en la losa, pudiendo además ser instalado en sustratos tan agresivos como el asfalto oxidado y superficies cementosas irregulares.

El mercado de impermeabilizantes sufrió modificaciones inicialmente apoderado por los asfaltos utilizó la combinación de tecnología para su modificación donde surgió en varias empresas de impermeabilizantes de acrílico revolucionando esta tecnología prueba de tal acción grupo COMEX incorporó un mecanismo térmico que aísla el calor en la habitación donde se aplica donde se tiene una mayor capacidad de adherencia en cemento, madera, laminas y meta.

La existencia de varias empresas ha determinado la creación de nuevas tecnologías que ayuden al desenvolvimiento del producto en el país.

3.10 Oferta actual de impermeabilizantes

Actualmente el mercado de los impermeabilizantes es uno de los más competidos, pues este exige calidad y sobre todo buen precio. Los productos tradicionales en pocas ocasiones no cubren los requerimientos actuales de los demandantes.

El clima de México es muy variado y la compra de este producto se realiza en la temporada de lluvias. Las estructuras de las viviendas en México actualmente, son de menor calidad y por lo tanto no resisten las altas temperaturas. La erosión de los techos origina goteras en grietas.

El aumento de la población refleja la creación de nuevas viviendas y por lo tanto, la utilización de impermeabilizantes en cierta temporada, sin embargo, el poder adquisitivo de los consumidores ha disminuido por la falta de empleo y la adquisición de este producto en los precios que se ofrecen hacen que el consumo sea dependiendo de la característica de durabilidad que informa el producto.

El aumento de conciencia sobre el calentamiento global ha unificado la idea de realizar productos que favorezcan la disminución de agentes contaminantes es el caso de IMPERLLANTA S.A DE C.V., de PASALLANTA S.A DE C.V. y de RUBBERTOP S.A. DE C.V. Que han desarrollado métodos para el aprovechamiento de llantas de desecho, a través de una pasta impermeabilizante fabricada con un muy alto porcentaje de llanta reciclada (cada cubeta reutiliza una llanta aproximadamente). Cuenta con las características físicas y químicas del hule vulcanizado: es antiestático, de uso rudo, impermeable, flexible, no tóxico y sin un solo organismo que pueda degradarlo. Por ello, no requiere mantenimiento en toda su vida útil: de 3 o 10 años.

Hoy en día los impermeabilizantes que se ofertan en las tiendas de autoservicio Wal-Mart de la Ciudad de México son Fester, Comex, Sika, imperfacil, Meridian y Rubber top y algunos otros que no tienen gran cobertura del mercado.

Aquí se detallan las marcas con sus productos lanzados al mercado:

ImperCrest

CREST, es una empresa 100% mexicana fundada en 1957, líder en la elaboración de productos para la instalación de pisos, azulejos y recubrimientos; que ofrece soluciones prácticas e innovadoras para las cambiantes necesidades de la industria de la construcción en México.

Lanza en el año 2006, la primera línea de impermeabilizantes de alto rendimiento conocida como ImperCrest, esta nueva gama de productos que llegó al mercado ofreciendo a los instaladores y usuarios finales un producto que los enteraba de las características importantes que debía de tener un elastomérico para considerarse de calidad.

ImperCrest se convierte en el primer impermeabilizante capaz de tolerar la expansión y contracción constante de los impermeabilizantes provocada por los cambios bruscos de temperatura eliminando así el uso de la malla de refuerzo. Obligando a los competidores a seguir los pasos de este nuevo producto líder.

En la actualidad, ImperCrest lanzó al mercado una nueva línea de Impermeabilizantes llamada ImperCrest Acril-360, un producto 100% acrílico con variantes y alternativas de productos que se adecúan a las necesidades variantes de los usuarios.

Datos Técnicos			
Garantía	3 años	5 años	10 años
Presentación	19 L	19 L	19 L
Rendimiento por cubeta	25 m ²	20 5 ²	20 5 ²
Uso recomendado	Concreto, láminas de acero, madera, polietileno*		

Disponible: Blanco y Terracota.
Presentación: Cubeta de 19 lts. y 3.78 lts.
*Se requiere la aplicación de un primario.

Figura 12 Datos técnicos Impercrest
Fuente: Impercrest.com

Información del Impermeabilizante

Impermeabilizante térmico elastomérico formulado a base de copolímeros acrílicos de alta calidad, aditivos anticorrosivos, cargas de alta resistencia a la degradación e intemperismo natural y cargas cerámicas de alta reflectividad.

Principales características

- No requiere uso de malla de refuerzo.
- Alto poder cubriente y ultrablancura.
- 40% más rendimiento vs contratipos en su categoría.
- Alto poder de elongación y recuperación.
- Bajo tack ya seco.
- Por su tersura, no se ensucia y se auto lava con las lluvias.



Figura 13 Impermeabilizante Crest
Impercrest

Fuente: Impercrest.com

Fester

Fester fue fundada en 1949 por los señores Francisco Ferry y Alfredo Stern, quienes iniciaron un negocio que importaba de Estados Unidos productos químicos para la construcción. Unos años después, en 1954, introdujeron al mercado mexicano los primeros impermeabilizantes asfálticos en frío.

La década de los sesenta fue un periodo crucial en la historia de la marca, ya que nació lo que hoy se conoce como Red de Distribuidores Fester, además de que en esta etapa la compañía comenzó la fabricación de sus propios productos y desarrolló tecnología para productos acrílicos, epóxicos y aditivos para concreto.

Durante los años setenta Fester atravesó por un periodo de adquisiciones, desarrollo tecnológico e incremento en su distribución, que le permitió crecer y fortalecer su liderazgo.

El año que marcó sin duda el rumbo de Fester fue 1982, cuando fue adquirida por la empresa líder de adhesivos en México: Industrias Resistol. El primer paso en esta nueva era fue la desincorporación de las tiendas propias, para iniciar con la modalidad de Distribuidores Autorizados Fester a nivel nacional, y su posterior exportación a Cuba, Costa Rica y Guatemala.

Para 1993 Fester dio un gran paso en el cambio tecnológico en impermeabilizantes al adquirir la empresa Revoplas, propietaria de la marca Acritón, que era su principal competencia en impermeabilizantes acrílicos, con lo que complementó su amplio portafolio de productos. En esa misma década Fester inicia operaciones en su actual centro productivo de Salamanca, Gto., donde obtuvo el reconocimiento de ISO 9001. Para entonces Fester contaba ya con 300 distribuidores a nivel nacional, más de 420 puntos de venta directos y más de 700 indirectos.

Otro hito en la historia de Fester sucedió en el 2003, cuando Henkel, líder mundial en adhesivos, compró Industrias Resistol y, con ella, a Fester, que hoy en día es líder del mercado en impermeabilizantes y adhesivos para concreto, tiene una sólida posición en el mercado de productos químicos para la construcción.

Línea de Productos Fester

<p>IMPERMEABILIZANTES ACRILICOS</p>	
<p>IMPERMEABILIZANTES ASFALTICOS</p>	
<p>MANTOS IMPERMEABLES PREFABRICADOS</p>	
<p>IMPERMEABILIZANTES CEMENTOSOS</p>	
<p>IMPERMEABILIZANTES POLIURETANOS</p>	

Figura 14 Línea de Productos marca Fester
Fuente: Elaboración Propia

Imperllanta

Es un Grupo de Empresarios Mexicanos, cuyo compromiso con el medio ambiente es evitar la contaminación y cooperar en la disminución del Calentamiento Global.

Su Misión es Contribuir a evitar el Calentamiento Global utilizando productos elaborados con materiales reciclados, creando así una Empresa Sustentable, Social y Ecológicamente Responsable.

Imperllanta a3p Secado Rápido es un producto ecológico que está elaborado con materiales reciclados como son el hule de llanta, siendo un producto totalmente Hecho en México y con Tecnología 100% mexicana.

Características del impermeabilizante

Ventajas:

1. Tiempo de secado al tacto 3 horas.
2. Posee excelente resistencia al intemperismo (cambios bruscos de temperatura, choque térmico, lluvia, ambientes salinos, etc.)
3. Su elasticidad le permite soportar los movimientos estructurales de contracción y expansión normales de toda construcción.
4. Se adhiere con gran firmeza sobre los principales materiales de construcción tales: concreto, fibrocemento, mortero, etc.
5. Es ecológico al ser formulado con base agua ya que no contiene solventes orgánicos ni contaminantes tóxicos o dañinos a las personas o al medio ambiente.
6. Es un impermeabilizante que protege contra las lluvias y la humedad.
7. Combate la Contaminación y el Calentamiento Global.
8. Producto 100% Ecológico.
9. Elaborado y Fabricado en México.
10. Durabilidad hasta por 10 años (extendible a 20 años, aplicando una previa capa antes de los 8 años).



Figura 15 Impermeabilizante Imperllanta

Fuente: Imperllanta.com

Pasa llanta

Empresa fundada en 1993, con el objetivo inicial de ofrecer servicios de construcción en general, en la actualidad se dedica a la venta y aplicación de productos químicos para la impermeabilización.

Al año siguiente se incluyó como marca registrada la razón comercial IMPERCENTRO con la idea de enfocar sus productos y servicios al área de impermeabilización de techos, cubiertas cimentaciones, tanques de almacenamiento, muros, etc. Entre otras especialidades como pisos industriales, reforzamiento de estructuras, soluciones para concretos, aditivos, etc.

Sus productos se clasifican en grupos como impermeabilizantes, selladores, aditivos para concreto, morteros de reparación, pisos epóxicos y otras especialidades.

Cuentan con clientes tanto del sector residencial, público, como industrial. en Tijuana, B.C en está establecida su matriz.

Producto



Figura 16 Impermeabilizante Pasa Llanta
Fuente: Pasallanta.com

Ventajas

- Contribuye a disminuir el calentamiento global y la contaminación por la incontrolada quema de llantas.
- Evita la emisión de grandes cantidades de bióxido de carbono a la atmósfera, mismas que provocan el cambio climático.
- Su elasticidad permite soportar movimientos estructurales de contracción y expansión leves, normales en toda construcción.
- 100% impermeable.
- Resiste tránsito ligero y eventual.
- Su composición no contiene asfaltos y asbestos.
- No requiere membrana de refuerzo.

Meridian

Con más de una década de experiencia, Meridian se encuentra posicionada entre las mejores marcas de recubrimiento de venta en tiendas de autoservicio a nivel nacional.

Meridian está orientada a ofrecer soluciones para renovar y decorar los hogares de manera práctica y sencilla.

Información del impermeabilizante

Impermeabilizante y aislante térmico

Producto de excelente impermeabilidad y fácil aplicación que es resistente a la intemperie y ofrece tres años de garantía. En color rojo funciona como impermeabilizante y en blanco como aislante térmico.

Acabado: brinda terminado mate.

Presentaciones: disponible en 4 y 19 litros.

Rendimiento: un galón rinde para una superficie de 3m² a dos manos

Una cubeta de 19L rinde para una superficie de 13m² a dos manos.



Figura 17 Impermeabilizante Meridian
Fuente: The Home Depot.com

Rubber top

Es una empresa mexicana comprometida con el medio ambiente dedicada a la fabricación, comercialización e instalación de impermeabilizantes, aislantes, pinturas y recubrimientos ecológicos fabricados con hule de llantas recicladas.

Producto

IMPERMEABILIZANTES

RUBBER TOP 3 AÑOS

Presentaciones en 19L y 3.8L / 5 galones y 1 galón



Descripción: Impermeabilizante fabricado con caucho reciclado y acrílico base agua. Reduce el paso del calor, frío, humedad y ruidos. Más térmico, impermeable y económico que los impermeabilizantes acrílicos convencionales. Para todo tipo de superficies.



Colores:



Figura 18 Impermeabilizante Rubber top

Fuente: The Home Depot.com

3.11 Cuantificación y proyección de la oferta

Como se puede apreciar en el subtema 3.7 “Cuantificación de la Demanda” la Producción Nacional de impermeabilizantes no satisface por completo la necesidad o la demanda de la población consumidora, por lo que se recurre a las importaciones para cubrir estas necesidades de dicha población.

La proyección de la oferta se realizó por el método de mínimos cuadrados, tomando como base la Producción Nacional de impermeabilizantes de los años 2008 – 2017 menos las exportaciones, ya que muchas empresas nacionales, producen únicamente para vender al exterior, en la tabla 6 se refleja únicamente, la Producción Nacional que queda en México, para su venta.

Mercado Nacional de Impermeabilizantes (Toneladas/año)

AÑOS	Producción Nacional	Exportaciones	Mercado Nacional
2008	106,552	2,377.458	104,174.542
2009	109,128	3,082.444	106,045.556
2010	117,418	2,352.176	115,065.824
2011	120,682	3,101.726	117,580.274
2012	120,256	3,229.941	117,026.059
2013	113,384	4,554.982	108,829.018
2014	128,751	5,426.801	122,324.199
2015	127,731	5,299.485	122,431.515
2016	130,515	5,762.731	124,752.269
2017	133,299	6,225.976	127,073.204

Fuente: Datos tomados de INEGI: Anuario estadístico del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Exportación en pesos de los años 2008 – 2012. Balanza comercial de mercancías en México. Anuario estadístico. Exportación en pesos del año 2016.

Tabla 6 Cuantificación de la Oferta
Fuente: Elaboración Propia

La proyección se muestra a en la tabla 7.

Proyección de la oferta de impermeabilizantes del periodo 2018 - 2027

AÑO	OFERTA (Ton/año.)
2018	129,393.517
2019	131,714.112
2020	134,034.707
2021	136,355.302
2022	138,675.896
2023	140,996.491
2024	143,317.086
2025	145,637.681
2026	147,958.275
2027	150,278.870

Tabla 7 Proyección de la Oferta

Fuente: Elaboración Propia

3.12 Balance demanda – oferta

El Balance Demanda – Oferta para los años de vida útil, del proyecto se realizó tomando los datos proyectados en los apartados anteriores. El resultado, se muestra en la tabla 8.

Balance demanda - oferta de impermeabilizante (2018 – 2027)

AÑOS	DEMANDA (Toneladas)	OFERTA (Toneladas)	DEMANDA INSATISFECHA (Toneladas)
2018	146,391.21	129,393.517	16,997.69
2019	149,135.28	131,714.112	17,421.17
2020	151,879.34	134,034.707	17,844.63
2021	154,623.41	136,355.302	18,268.11
2022	157,367.47	138,675.896	18,691.57
2023	160,111.54	140,996.491	19,115.05
2024	162,855.60	143,317.086	19,538.51
2025	165,559.67	145,637.681	19,921.99
2026	168,343.73	147,958.275	20,385.46
2027	171,087.80	150,278.870	20,808.93

Tabla 8 Balance de Demanda y Oferta

Fuente: Elaboración Propia

Como muestra la tabla 8 existe demanda insatisfecha que actualmente se cubre con importaciones. Es por ello que el proyecto tiene como objetivo satisfacer las importaciones del producto ya que además por el cambio climático el uso de impermeabilizantes aumenta, viéndose favorecido debido a factores como el aumento de la temperatura y lluvias intensas en meses donde no debería de llover, por lo que el uso de este producto tiende a aumentar de forma considerable.

Al analizar los resultados se observa que la demanda de los impermeabilizantes a nivel nacional es mayor que la oferta, por lo que el proyecto tendría oportunidad de posicionarse en el mercado.

3.13 Precios

Pará conocer los precios de la competencia, fue necesario hacer una investigación de campo a los distintos supermercados y a sucursales de determinadas marcas que no se comercializan en tiendas departamentales, los resultados se muestran en la tabla 9.

PRODUCTO	CANTIDAD POR CUBETA	MARCA	DURACIÓN	PRECIO
IMPERMEABILIZANTE IMPAC HYPER BLANCO	15 L	IMPAC	12 AÑOS DE GARANTIA	\$1,069
IMPERMEABILIZANTE IMPAC HYPER TERRACOTA	15L	IMPAC	12 AÑOS DE GARANTIA	\$1,105
IMPERMEABILIZANTE IMPAC ULTRA BLANCO	15L	IMPAC	9 AÑOS DE GARANTIA	\$839
IMPERMEABILIZANTE IMPAC ULTRA TERRACOTA	15L	IMPAC	9 AÑOS DE GARANTIA	\$865
IMPERMEABILIZANTE IMPERFÁCIL	19L	FESTER	3 AÑOS DE GARANTÍA	\$815
IMPERMEABILIZANTE IMPERFÁCIL	19L	FESTER	5 AÑOS DE GARANTÍA	\$935
IMPERMEABILIZANTE IMPERFÁCIL TOTAL BLANCO	19L	FESTER	3 AÑOS DE GARANTIA	\$815
IMPERMEABILIZANTE IMPERFÁCIL TOTAL BLANCO	19L	FESTER	5 AÑOS DE GARANTIA	\$935
IMPERMEABILIZANTE TODO TERRENO BLANCO Y TERRACOTA	22.8L	IMPAC	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1,595
IMPERMEABILIZANTE DOBLE ACCIÓN TERRACOTA	19L	THERMOTEK	5 AÑOS DE GARANTIA	\$755
IMPERMEABILIZANTE SUPER 7	18L	SIKA	7 AÑOS DE GARANTIA	\$950
IMPERMEABILIZANTE MAXI	19L	IMPAC	4 AÑOS DE GARANTIA	\$599
IMPERMEABILIZANTE MAXI TERRACOTA	19L	IMPAC	4 AÑOS DE GARANTIA	\$635
IMPERMEABILIZANTE TODO TERRENO BLANCO Y TERRACOTA	19L	IMPAC	7 AÑOS DE GARANTIA	\$1549
IMPERMEABILIZANTE 5000 ECOLÓGICO BLANCO	19L	IMPAC	5 AÑOS DE GARANTIA	\$755

IMPERMEABILIZANTE BIOREFLECTION ECOLÓGICO	26L	THERMOTEK	20 AÑOS DE GARANTIA	\$1469
IMPERMEABILIZANTE BASE AGUA IMPERFEST TERRACOTA	19L	FESTER		\$1,415
IMPERMEABILIZANTE BASE SOLVENTE VAPORTITE	4L	FESTER		\$375
SISTEMA ACRÍLICO P/IMPERMEABILIZACION BLANCO	4L	FESTER	3 AÑOS DE GARANTIA	\$175
IMPERMEABILIZANTE AISLA ONE BLANCO	15L	IMPAC	10 AÑOS DE GARANTIA	\$945
IMPERMEABILIZANTE BLUE XTREME ECOLOGICO FOTOSENSIBLE	19L	THERMOTEK	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1099
IMPERMEABILIZANTE SOKUL BLANCO Y TERRACOTA	19L	IMPAC	6 AÑOS DE GARANTIA	\$905
IMPERMEABILIZANTE ACRIL TECHO ROJO	24.51 KG	SIKA	3 AÑOS DE GARANTIA	\$747
IMPERMEABILIZANTE MERIDIAN ROJO, BARRO Y BLANCO	19L	COMEX	3 AÑOS DE GARANTIA	\$499
IMPERMEABILIZANTE MERIDIAN ROJO, BARRO Y BLANCO	19L	COMEX	5 AÑOS DE GARANTIA	\$680
IMPERMEABILIZANTE MERIDIAN ROJO	4L	COMEX	3 AÑOS DE GARANTIA	\$167
IMPERMEABILIZANTE RUBBER TOP ECOLOGICO	3.8L	RUBBER TOP	10 AÑOS DE GARANTIA	\$149
IMPERMEABILIZANTE RUBBER TOP ECOLOGICO TERRACOTA	19L	RUBBER TOP	10 AÑOS DE GARANTIA	\$699
IMPERMEABILIZANTE IMPERLLANTA ROJOTERRACOTA, VERDE, GRIS CLARO, NEGRO	19L	IMPERLLANTA A3P	3 AÑOS DE GARANTIA	\$860
IMPERMEABILIZANTE IMPERLLANTA BLANCO	19L	IMPERLLANTA A3P	3 AÑOS DE GARANTIA	\$1,160
IMPERMEABILIZANTE IMPERLLANTA ROJO TERRACOTA, VERDE, GRIS CLARO Y NEGRO	19L	IMPERLLANTA A3P	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1,490

IMPERMEABILIZANTE IMPERLLANTA BLANCO	19L	IMPERLLANTA A3P	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1,820
IMPERMEABILIZANTE TOP AISLANTE TÉRMICO	19L	COMEX	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1243.20
TOP ALTO DESEMPEÑO ELABORADO CON MATERIA PRIMA DE LLANTA RECICLADA	19L	COMEX	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1243.20
TOP ALTA RESISTENCIA HUMEDAD EXTREMA	16.5L	COMEX	15 AÑOS	\$2077.50
IMPERMEABILIZANTE IMPERLLANTA BLANCO	4L	IMPERLLANTA A3P	10 AÑOS DE GARANTIA	\$535
IMPERMEABILIZANTE IMPERLLANTA ROJO TERRACOTA, VERDE, GRIS CLARO Y NEGRO	4L	IMPERLLANTA A3P	10 AÑOS DE GARANTIA	\$435

*Tabla 9 Precios
Fuente: Elaboración Propia*

3.14 Justificación del precio con base en los costos y ganancias

Las estrategias para fijar los precios en las empresas se ven afectadas por diversos factores, entre los que destacan:

- Los costos del producto (gastos y costos incurridos para su fabricación y distribución)
- Los objetivos de la compañía
- La demanda
- Las políticas de precios fijados por la competencia

El método de fijación de precios para la empresa Imper- Life S.A. de C.V. es siguiendo los precios del mercado. Por esta razón se realizó el comparativo del punto anterior de los precios de otros productores con base a la investigación de campo realizada.

Para estimar un precio para el impermeabilizante de 19 litros con garantía de 10 años. Se propone un precio de **\$900 (\$1044 precio con IVA)**.



*Figura 19 Fijación de precios
Fuente: marketingestrategicosv*

3.15 Comparación del precio fijado con el de la competencia

Se procede a comparar en la tabla 10 donde se detallan la lista de precios de los impermeabilizantes de 19 litros.

PRODUCTO	CANTIDAD POR CUBETA	MARCA	DURACÓN	PRECIO
IMPERMEABILIZANTE BLUE XTREME ECOLOGICO FOTOSENSIBLE	19L	THERMOTEK	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1,099
IMPERMEABILIZANTE RUBBER TOP ECOLOGICO TERRACOTA	19L	RUBBER TOP	10 AÑOS DE GARANTIA	\$699
IMPERMEABILIZANTE IMPERLLANTA ROJO TERRACOTA, VERDE, GRIS CLARO Y NEGRO	19L	IMPERLLANTA A3P	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1,490
IMPERMEABILIZANTE IMPERLLANTA BLANCO	19L	IMPERLLANTA A3P	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1,820
IMPERMEABILIZANTE TOP AISLANTE TÉRMICO	19L	COMEX	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1,243.20
TOP ALTO DESEMPEÑO ELABORADO CON MATERIA PRIMA DE LLANTA RECICLADA	19L	COMEX	10 AÑOS DE GARANTIA	\$1,243.20

Tabla 10 Comparación de precios
Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia, el importe de los botes de 19 litros con duración de 10 años está entre \$699 y \$1820.

El costo sugerido por Imper-Life es de \$900 (\$1044 precio con IVA).

3.16 Comercialización

Según el autor Jerome Mc. Carthy define la comercialización como: la realización de las actividades comerciales que orientan el flujo de bienes y servicios del productor al consumidor o usuario con el fin de satisfacer a los clientes y realizar los objetivos de la empresa (Marketing-free, 2006).

3.16.1 Canal de comercialización

Se identificó cuál es la mejor ruta para que el producto llegue de la empresa hasta el consumidor final, tomando como decisión utilizar las diferentes cadenas de autoservicio para poder llegar de

manera más fácil a los posibles consumidores, ya que estas cadenas representan una mejor perspectiva de venta del producto abarcando el mercado meta de la empresa que es cubrir todo el país y como solo habrá un intermediario el precio del producto no sería tan elevado brindando una ventaja competitiva.



*Figura 20 Canal de Comercialización
Fuente: Elaboración propia*

El productor es la empresa Imper Life

Los intermediarios son todos aquellos que harán hacer llegar el producto al consumidor final, en este caso son las diferentes cadenas de autoservicio que hay en la Ciudad de México mismas que se encuentran distribuidas al interior del país

El producto es el impermeabilizante hecho a base de llanta reciclada, este producto es de gran duración y resistencia.

Las cadenas que se analizarán en este proyecto son:

- Wal-Mart
- The Home Depot
- Soriana

3.17 Conclusión del estudio de mercado

De acuerdo con la información arrojada del estudio de mercado realizado, se puede ver un mercado amplio, con gran potencial y con clientes que si están dispuestos a adquirir este tipo de impermeabilizante ecológico pues el producto es un bien de medio lujo y la mayoría de la gente lo compra. Con la aplicación de las encuestas se confirma que los demandantes buscan un producto que sea durable, más allá de su precio y de su marca, cosa que el producto cumple.

También se encontró cierta demanda insatisfecha, es decir una parte de la población que no recibe el producto que requiere o que necesita o satisface su necesidad de forma parcial. Por lo que este sería el nicho de mercado meta o atendido por la empresa. Los precios son accesibles y aceptados por el mercado, solo se debe saber tomar decisiones al realizar la promoción de ventas y la publicidad del producto, ya que tiene ciertas características que lo diferencian de otros productos del mercado. En resumen, se menciona que la información obtenida muestra las posibilidades de éxito del proyecto Imper Life.

Capítulo IV Estudio técnico

Este capítulo tiene como objetivo identificar el tamaño y la localización de la planta de reciclado, así como dar al lector un entendimiento más amplio en cuanto aspectos técnicos del funcionamiento y partes de una planta recicladora de llantas, asimismo justificar la alternativa técnica que más se adapte a los requerimientos de la planta. En particular los objetivos del estudio técnico son:

- a) Determinar la localización más adecuada de la planta de reciclado
- b) Enunciar las características con que cuenta la zona de influencia donde se ubicará el proyecto
- c) Definir el tamaño del proyecto
- d) Selección de la maquinaria adecuada para proyecto

4.1 Localización

La localización óptima de un proyecto es aquella que contribuye en gran medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital (*criterio privado*) u obtener el costo unitario mínimo (*criterio social*).

Para determinar la mejor ubicación de la empresa Imper Life se realizaron dos evaluaciones uno a nivel de macro localización y otro a nivel de micro localización, los cuales se muestran a detalle a continuación.

4.1.1 Macro localización del proyecto

La macro localización del proyecto se refiere a la ubicación de la macrozona dentro de la cual se establecerá dicho proyecto.

Para esta evaluación se determinaron los siguientes factores mostrados en la tabla 11.

Factores para la macro localización

Factor	Ponderación	Justificación
Número de consumidores	2.5	Se considera vital el encontrar una zona donde se pueda estar lo más cerca posible de los clientes potenciales y del consumidor real de este tipo de producto para que siempre este cerca de ellos y lo puedan conseguir sin el menor problema.
Cercanía de materia prima	2	El estar lejos de los componentes principales de trabajo puede ocasionar costos innecesarios y pérdida de tiempo para las operaciones de la empresa.
Vías de comunicación	1.3	Debido a que se produce un producto, este debe ser comercializado hasta su punto de venta, por lo que se necesita de rutas y caminos para lograr dicho fin.
Facilidad de obtención de permisos	1	Sin la obtención de la licencia de funcionamiento la empresa no tiene autorización del municipio para que inicie operaciones.
Infraestructura	1.2	La zona donde se ubicará le empresa deberá contar con el conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones

		necesarias para el desarrollo de las actividades industriales.
Disponibilidad del terreno	0.5	La disponibilidad es considerada uno de los factores más importantes debido a la inversión del proyecto.
Seguridad	1.1	Como la empresa funcionara con activos costosos, es de suma importancia que la región donde se pretende situarla cuente con la seguridad suficiente para evitar sustracciones y que los empleados se sientan seguros al llegar a la empresa.
Costo de renta local	0.4	El pago de la renta en un factor determinante a la hora de escoger el local donde se ubicará la empresa, ya que influye directamente en los ingresos de la empresa.

Tabla 11 Factores para la macro localización
Fuente: Elaboración Propia

Los estados considerados para este estudio son: Chihuahua, Ciudad de México y el Estado de México.

Estos estados mencionados fueron seleccionados estratégicamente debido a que en Chihuahua el abandono clandestino de llantas es un problema de grandes dimensiones, pues se estima que 5 millones de neumáticos se desechan inapropiadamente en la región de El Paso- Ciudad Juárez y Chihuahua. Por otro lado, está la CDMX donde se desecha la misma cantidad de neumáticos que en la región antes mencionada y donde se encuentran los clientes potenciales del proyecto. Y por último se encuentra el Estado de México quien también presenta un problema muy similar a la CDMX Pues 38 de sus municipios presentan tiraderos sin control, donde cada hora se acumulan miles de toneladas de residuos sólidos.

4.1.2 Matriz de localización

La matriz de localización consiste en asignar elementos cualitativos a un grupo de criterios relevantes para su localización, donde se comparan los sitios escogidos por los criterios antes mencionados y se elige de forma definitiva el que más puntuación obtenga.

La escala que se tomó en cuenta para la calificación fue del 1 al 5, lo que significa lo siguiente, se muestra en la tabla 12.

Calificación	Significado
5	Factor de condiciones legales.
4	Factor de industrias conexas.
3	Factor de escases de recursos.
2	Factor abundante o favorable de la región.
1	Factor que mide la reputación de la región.

Tabla 12 Factor de calificación
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestran las matrices de decisión usadas para la determinación de la localización, tabla 13:

MATRIZ DE MACROLOCALIZACIÓN

Factor	Ponderación	CHIHUAHUA		CDMX		EDO. MEX	
		Calificación	Resultado	Calificación	Resultado	Calificación	Resultado
Número de consumidores	2.5	3	7.5	5	12.5	5	12.5
Cercanía a la materia prima	2	5	10	2	10	4	8
Vías de comunicación	1.3	3	3.9	5	3.9	5	6.5
Facilidad de obtención de permisos	1	5	5	1	5	4	4
Infraestructura	1.2	2	2.4	4	2.4	4	4.8
Disponibilidad de terreno	0.5	4	2	1	2	4	2
Seguridad	1.1	4	4.4	2	4.4	3	3.3
Costo de renta local	0.4	4	1.6	1	1.6	4	1.6
SUMA	10		36.8		41.8		42.7

Tabla 13 Matriz de macrolocalización
Fuente: Elaboración Propia

Comparando los resultados obtenidos de la matriz, se afirma que el *Estado de México* es la región más apropiada para la ubicación del proyecto, debido a que presenta condiciones favorables que facilitan la puesta en marcha del proyecto.

El Estado de México tiene una extensión territorial de 22,351 km², que representa el 1.1% de la superficie total nacional. Al 2010 según el INEGI esta entidad está dividida en 125 municipios. La entidad mexiquense limita al norte con Querétaro e Hidalgo, al sur con Morelos y Guerrero; al oeste con Michoacán, al este con Tlaxcala y Puebla, y rodea a la Ciudad de México. Es la entidad federativa más poblada de la república mexicana, cuenta con 15, 175,862 habitantes, que conforman el 13.5 por ciento de la población total del país.

El INEGI reporta que cuenta con 456, 563 unidades económicas, es decir, el 12.3% del país. Emplea a 1, 945,911 personas, de las cuales el 60 % (1, 165,052) son hombres y el 40 % (780, 859) son mujeres. El sector de actividad que más aporta al PIB estatal son las industrias manufactureras, destacando la producción de alimentos, bebidas y tabaco. Por otro lado esta entidad aporta el 9.2% al PIB nacional (año 2009).

En cuanto al número de consumidores, actualmente en el Estado de México se están construyendo condominios de INFONAVIT para sus derechohabientes, debido a los numerosos terrenos disponibles para construcción y debido a la cercanía con la Ciudad de México, por lo que esta situación favorece al uso de impermeabilizantes

Respecto a las *vías de comunicación*, el Estado de México cuenta con una red de carreteras de 16 mil 560 kilómetros que cubre la totalidad del territorio mexiquense, identificando a dicho estado como una de las entidades mejor comunicadas del país.

En el aspecto de infraestructura el Estado de México cuenta con todos los elementos o servicios que están considerados como necesarios para que una organización pueda funcionar o bien para que una actividad se desarrolle efectivamente; como lo son: Unidades médicas, Escuelas, Hospedaje, Carreteras, Vías férreas, Aeropuertos internacionales, Líneas telefónicas fijas, Oficinas postales, Oficinas de telégrafos y Medios de comunicación masiva, etc.

Y en cuanto a *Disponibilidad de terreno* y el costo de renta son adecuados para la puesta en marcha del proyecto.

4.1.3 Micro localización del proyecto

La micro localización del proyecto utiliza la misma metodología que en el caso de la macro localización anteriormente presentada, en este caso para su evaluación se han considerado las localidades de Cuautitlán Izcalli, Naucalpan de Juárez y Lerma que se ubican en el Estado de México.

Por su importancia para el proyecto fueron considerados los mismos factores, así como las mismas ponderaciones que para la matriz de macro localización.

En la tabla14 se muestra la matriz de localización calculada según la ponderación y calificación asignada:

MATRIZ DE MICROLOCALIZACIÓN

Factor	Ponderación	Cuautitlán Izcalli		Naucalpan		Lerma	
		Calificación	Resultado	Calificación	Resultado	Calificación	Resultado
Número de consumidores	2.5	4	10	4	10	2	5
Cercanía a la materia prima	2	4	8	3	6	3	6
Vías de comunicación	1.3	5	6.5	5	6.5	3	3.9
Facilidad de obtención de permisos	1	5	5	4	4	4	4
Infraestructura	1.2	5	6	5	6	4	4.8
Disponibilidad de terreno	0.5	5	2.5	2	1	3	1.5
Seguridad	1.1	4	4.4	3	3.3	4	4.4
Costo de renta local	0.4	5	2	3	1.2	3	1.2
SUMA	10		44.4		38		30.8

Tabla 14 Matriz de microlocalización
Fuente: Elaboración Propia

Comparando los resultados arrojados por la matriz se determina que la localidad de **Cuautitlán Izcalli** es la más adecuada para el proyecto, a continuación, se presenta una breve reseña del municipio y después se analizan los factores que fueron determinantes para su elección:

- Cuautitlán Izcalli es uno de los 125 municipios del Estado de México, se ubica en la zona del Valle de México, y forma parte de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. El Municipio se localiza en la parte noroeste de la cuenca de México. Tiene una extensión territorial de 109.924 km² por lo que representa el 0.5% de la superficie del Estado; colinda al norte con el Municipio de Tepotzotlán, Cuautitlán y Teoloyucan, al este con Cuautitlán y Tultitlán, al sur con Tlalnepantla de Baz y Atizapán de Zaragoza; al oeste con Nicolás Romero y Tepotzotlán. En cuanto a su población el INEGI reporta que al 2010 cuenta con una población de 511,675 habitantes.

Factores sobresalientes del municipio que justifican su elección:

- Cercanía a la materia prima: el municipio de Cuautitlán cuenta con tiraderos clandestinos al aire libre de llantas desechadas por los usuarios de automóviles, situación que beneficiaría tanto al propio municipio por la reducción de este tipo de desecho en su suelo, y a su vez reduciría el costo de obtención de materia prima para la empresa. Tan solo la Cámara Nacional de la Industria Hulera, estima una generación de 5, 500,000 llantas usadas anuales en la Ciudad de México, por tanto, se puede considerar que la misma cantidad es desechada. Y considerando el aspecto geográfico de la cercanía que hay con la Ciudad de México, resulta estratégico esta ubicación.
- Facilidad de obtención de permisos: el actual Gobierno de la República apoya a personas emprendedoras que presenten proyectos innovadores que a su vez fomenten la creación de empleos. Por lo que el municipio no presenta inconvenientes para la creación de una nueva empresa.
- Disponibilidad de terreno y costo de renta local: actualmente no todo el territorio del municipio de Izcalli está construido, aún hay terrenos que están disponibles para iniciar operaciones industriales y a costos accesibles.
- Industria: Existen seis parques industriales. La rama de producción alimenticia, bebidas y tabacos representa el 30.6%; la de textiles y prendas de vestir el 10%; productos de madera el 5.22%; productos de papel 3.83%; sustancias químicas y productos derivados del petróleo, carbón, hule y plástico el 13.25%; productos no metálicos el 1.74%; industria metálica básica 3.83% y, en productos metálicos, maquinaria, equipo 31.56% y otros 3.17%.
- Vías de comunicación: Hoy en día el acceso principal al municipio es la Autopista México-Querétaro sobre la cual, se encuentra el Viaducto Elevado Bicentenario. Asimismo, atraviesa del lado oriente las vías del ferrocarril a Guadalajara y a Querétaro sobre las cuales se adecuaron para el paso del Ferrocarril Suburbano estación Lechería.

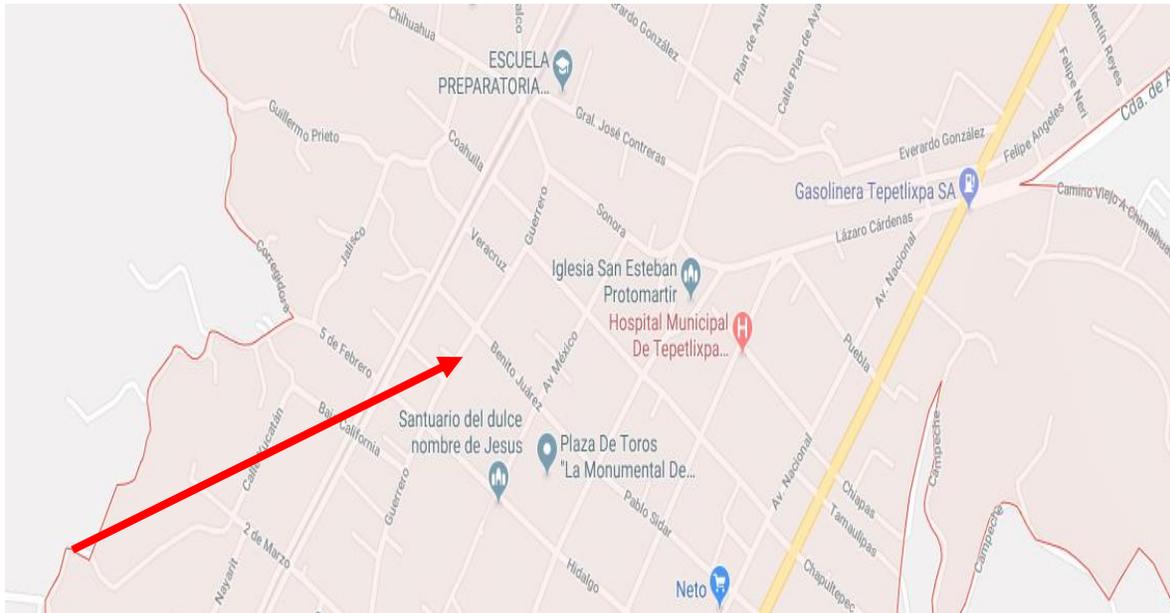
El municipio cuenta actualmente con el entronque a la autopista Chamapa – Lechería, el nuevo entronque Izcalli - Tultepec, que ya conecta con las autopistas México - Pachuca y México - Texcoco. Entre los medios de transporte se encuentran algunas rutas de camiones y microbús que entre sus

principales destinos se encuentran los paraderos del metro, terminal del toreo de Cuatro Caminos, Indios Verdes, el Rosario y Politécnico.

Las principales carreteras intermunicipales son las siguientes:

Avenida a Cuautitlán México • Carretera a Tultitlán • Carretera a Nicolás Romero Rubio • Carretera Cuautitlán – Teoloyucan (centro – norte) Avenida Cuautitlán – Tlalnepantla (centro – sur). • Carretera Cuautitlán - Naucalpan • Avenida Cuautitlán - Ecatepec • Avenida Cuautitlán Izcalli – Atizapán.

4.1.4 Ubicación física del proyecto



*Figura 21 Localización
Fuente: Elaboración Propia*

Tomando en cuenta, los análisis elaborados en la Macro y Micro localización se definió la ubicación física del proyecto y se determinó que Imper Life estará ubicada en Av. Pirules Esq. Tejocote, San Martín Obispo Tepetlixpa, Cuautitlán Izcalli, Estado De México, ver figura 21.



*Figura 22 Cuautitlán izcalli
Fuente: entérate*

4.2 Ingeniería del proyecto

En esta sección se describe de manera analítica el proceso de fabricación del impermeabilizante, desde la entrada de los neumáticos en desuso hasta el ingreso del producto terminado al almacén. Debido a que el tiempo de vida útil del impermeabilizante comienza desde el momento de su fabricación, el proceso de envase también se considera dentro del proceso de fabricación

4.2.1 Costo por alquiler de maquinaria

En algunas ocasiones para proyectos temporales es preferible rentar la maquinaria a adquirirla, sin embargo, para este proyecto se considera a largo plazo por lo que la maquinaria será propia.

Existen empresas cuya actividad principal es la trituración de materiales debido a la demanda de grandes volúmenes de material. Un ejemplo es la grava, que se obtiene de rocas extraídas de cantera o de origen volcánico que desde su extracción hasta su uso final en la construcción pasa por distintos procesos, desde la manipulación con explosivos hasta la trituración mecánica. Sus distribuidores venden varios pedidos medidos en metros cúbicos por semana

Existen también negocios que se dedican a la transformación mecánica de documentos cuyo desuso inapropiado puede generar mal manejo de información. Entre los ejemplos de datos confidenciales se enuncia la información financiera de las carteras vencidas que los bancos venden a despachos de cobranza, que contiene datos como números de cuenta e ingresos mensuales de los titulares de las cuentas; y el archivo muerto de las oficinas de gobierno, que contiene en gran parte copias de documentos oficiales, que contienen fechas de nacimiento y domicilios de las personas cuyo uso indebido podría desencadenar el crimen de usurpación de personalidad.

Actualmente, ante la necesidad de reciclar de desechos cuya transformación solo se puede lograr por algún proceso mecánico, ya sea por temas ambientales o rentabilidad del proceso, han emergido empresas cuyo giro es la compactación o la trituración de residuos sólidos reciclables. Un ejemplo de compactación son aquellas empresas que por medio de prensas hidráulicas compactan envases de PET y aluminio.

La trituración no se limita al objeto de estudio de este trabajo, el principal ejemplo es la trituración de electrodomésticos y mobiliario con componentes metálicos

El importe pagado por la trituración depende principalmente de los siguientes factores:

- **Tamaño del grano final:** cuanto más fino sea el producto final, más veces se tiene que repetir el proceso, pero con distintas herramientas e incluso máquinas. Esto implica cambios de herramienta y mayor gasto de energía
- **Propiedades mecánicas del material:** existen materiales que durante algún momento del proceso de triturado se atascan entre las muelas al grado de que las cuchillas dejen de girar hacia ese sentido. lo que hace necesario invertir el sentido de giro en repetidas ocasiones
- **Cantidad de residuos:** los restos de material quedan atorados entre los discos, por lo que en ocasiones se requiere desensamblar los ejes para tener una mejor limpieza

4.2.2 Distribución de planta

Con base a las necesidades del proceso, se distribuyen las tareas en las siguientes áreas

Numero	Área	Símbolo	Descripción
1	Almacén de neumáticos	△	Se reciben los neumáticos en desuso
2	Limpieza de neumáticos	○	Se retiran impurezas superficiales
3	Trituración de neumáticos	○	Se obtiene el grano de caucho
4	Almacén de materia prima	△	Se almacenan los componentes principales del impermeabilizante
5	Preparación de materia prima	□	Se miden las cantidades necesarias de cada material
6	Horneado	○	Se prepara el impermeabilizante
7	Enfriado	D	Lugar donde reposa el impermeabilizante mientras su temperatura desciende
8	Envasado	○	Se empaca el impermeabilizante
9	Almacén de producto terminado	△	Se almacenan los envases de impermeabilizante

Tabla 15 Separación de proceso por áreas.
Elaboración propia

S I M P L E S	
SÍMBOLO	REPRESENTA
○	Operación. Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
□	Inspección. Indica que se verifica la calidad y/o cantidad de algo.
→	Desplazamiento o transporte. Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro.
D	Depósito provisional o espera. Indica demora en el desarrollo de los hechos.
▽	Almacenamiento permanente. Indica el depósito de un documento o información dentro de un archivo, o de un objeto cualquiera en un almacén.

Figura 23 Simbología norma ASME
Fuente: Slideshare

4.3 Selección del proceso de reúso

Para llevar a cabo el procesamiento de la materia prima (caucho) y la elaboración del producto final (impermeabilizante), se definió el proceso que cubre de manera adecuada las necesidades de fabricación. Para la selección del proceso se tomó como referencia la cantidad de desperdicios generados y el posible impacto que este podría tener en el medio ambiente, se decidió utilizar un proceso mecánico para llevar a cabo la obtención del caucho de los neumáticos usados, ya que este tiene un menor impacto en el ambiente al no utilizar químicos peligrosos, de igual manera este proceso permite obtener caucho granulado una materia prima que cumple con las características necesarias para llevar a cabo la etapa de elaboración del impermeabilizante.

El procesamiento de los neumáticos usados se lleva a través de las siguientes etapas (Vivoenitalia, 2010):

- 1) Destalonamiento: en esta etapa se realiza la remoción del anillo de alambres de acero que se encuentra en el interior (en el talón) de algunas llantas como las de camión. Cada llanta cuenta con dos anillos de alambres de acero, los cuales, si no son extraídos, pueden comprometer seriamente la eficiencia de las fases consecuentes, debido a la dureza de los alambres de acero.



*Figura 24 Talón anillo de acero
Fuente: tiresspa, 2014*

2) Trituración: esta etapa se lleva a cabo para realizar la reducción volumétrica de las llantas enteras usadas a trozos más pequeños, esta trituración se lleva a cabo en dos fases:

A. Trituración primaria: es la primera trituración donde se introduce la llanta entera, la cual pasa a través de dos ejes con cuchillas, las cuales la reducen a pedazos de aproximadamente 300 mm.



Figura 25 Trituración primaria
Fuente: recovery, 2013

B. Trituración secundaria: en esta los trozos de 300 mm de la etapa posterior se reducen a un tamaño de 50 mm.



Figura 26 Trituración secundaria
Fuente: mercadolibre, 2017

- 3) Granulación primaria: esta etapa se realiza la reducción volumétrica de los trozos de llantas provenientes de las fases de trituración en granos, la dimensión que se logra obtener con el granulado es de 16 mm.



Figura 27 Granulado primario
Fuente: cauchomex, 2016

- 4) Desmetalizado: En esta etapa se utiliza un separador magnético el cual recoge cualquier material ferroso presente en las llantas, el metal es llevado a un punto de recolección.



Figura 28 Residuos metalicos
Fuente: vivoenitalia, 2010

- 5) Tamizado: en esta etapa se utiliza una criba o cernidor rotativo con el cual se separa la fibra de nylon de los granos de caucho.



Figura 29 Fibra textil
Fuente: vivoenitalia, 2010

- 6) Granulación secundaria (refinación): en esta etapa se pasa el material a través de un molino el cual reduce el tamaño de los granos, el cual va de 0,5 a 3 mm. Esta última fase se selecciona el grano a través de una criba rotatoria que separa el material adecuado para el proceso. Durante esta fase se produce una fracción de polvo de textil y caucho por lo que se utiliza un sistema de aspiración de polvos el cual está formado por: el ciclón reductor de polvos, electroaspirador, rotoválvulas, filtro de mangas y las tubaciones.



Figura 30 Grano refinado
Fuente: vivoenitalia, 2010

4.4 Elaboración del impermeabilizante

Para llevar a cabo la fabricación de impermeabilizante utilizando como base caucho granulado, se utiliza otras materias primas las cuales le aportaran características necesarias para cumplir la función de impermeabilizar, algunos de los componentes utilizados son: pigmentos, resinas acrílicas, biocidas, etc.

1. La primera fase consiste en introducir el caucho granulado, la resina acrílica y el pigmento dentro de un mezclador, donde se incorporarán hasta tener una mezcla homogénea.



*Figura 31 Pigmento rojo terracota
Fuente: rustikas, 2017*

2. En la segunda fase la mezcla es calentada hasta determinada temperatura para que se lleve a cabo la reacción química entre el caucho y la resina.



*Figura 32 Resina acrílica
Fuente: mercadolibre, 2017*

3. Una vez que la mezcla sale del horno, esta pasa a una fase de enfriamiento, una vez terminada esta se comienza a embazar y etiquetar.



*Figura 33 Bote de impermeabilizante
Fuente: pvedesign, 2010*

4.4 Selección de maquinaria

Existe una gran variedad de máquinas trituradoras de llantas en el mercado, clasificadas principalmente por la cantidad de neumáticos en kilogramos/hora que estas pueden triturar, su lugar de origen (nacionales o internacionales) y la tecnología que estas implementan (manual, semi-automática y automática) tras analizar los diferentes proveedores y capacidades de cada una de ellas, se realizó la selección de maquinaria que ayude a alcanzar los objetivos planteados la cual se detalla a continuación.

Trituradora:

US \$40,000-80,000 Máquina semi-automática de reciclaje de neumáticos/llantas de desecho

Capacidad de La fuente: 20 Set/s por Mes Reciclaje de neumáticos

Soporte en línea, las 24 horas del día, los 7 días de la semana

Nombre: Máquina de reciclaje de neumáticos

Lugar del origen: Henan, China (Mainland)

Marca: Yu Xi

Número de Modelo: YXHS

Voltaje: 380 V, 50Hz, 3 fase

Energía (W): 55 KW

Dimensión (L*W*H): 2*2*1,7 M

Peso: 4,6 t

Certificación: CE, ISO

Capacidad: 150 kg/h

Material de corte: 9Cr2Mo

Repuesto: Cortador y pantalla

Poder de suministro: Energía eléctrica

Característica: Ahorro de Energía, fácil de operar, ahorro de mano de obra, etc.

Separación relación: 99.9%

Producto Final: Precios de neumáticos de reciclaje de residuos de caucho para la venta

Tensión: 380 V, 50Hz, 3 fase

Descripción del producto:

La línea de producción de reciclaje de neumáticos para residuos se compone de una variedad de modelos de equipos pesados su función para la separación automática de neumáticos para automóviles, neumáticos para camiones y neumáticos OTR de caucho, alambre de acero y materiales de fibra. Esta serie de la línea de producción que se ejecuta a temperatura ambiente, sin aditivos químicos, no causará contaminación secundaria al medio ambiente.

Breve introducción de la máquina de reciclaje de neumáticos de residuos.

La configuración de producción en línea de producción es de 500 kg/hora a 2000 kg/hora, adecuado para el proyecto de reciclaje de neumáticos de tamaño pequeño y mediano. La línea de reciclaje de neumáticos de residuos suele incluir el siguiente equipo:

1. Cortadora

Un pre-triturador potente, hidráulico, a baja velocidad, con uno o dos rotores, que incluye inversión automática del giro como protección contra sobrecargas. Capaz de procesar neumáticos enteros de coche, camión y especiales.

2. Alimentador

Esta máquina asegura un flujo continuo de material hacia el molino, de forma que éste trabaja más eficientemente, al reducir los picos de carga.

3. Molino

Este molino desgarrador es realmente eficaz, con velocidad media de rotación, con dos motores, diseñada para el reciclaje de neumáticos. El tamaño típico de salida tras el MPR es de aproximadamente 15-20 mm. En este paso se libera hasta el 98% del acero.

4. Silo

Asegura un flujo continuo de material hacia el Granulador 1, optimizando así su capacidad.

5. Granuladora 1

Un granulador de afinado con un rotor de alta velocidad para la primera etapa de granulación. Permite liberar hasta el 50% del textil de los neumáticos.

6. Clasificador 1

Este clasificador separa el textil liberado hasta este punto del proceso.

7. Granulador 2

Un granulador de afinado con un rotor de alta velocidad para las etapas finales de granulación. El acero y textil restantes, en caso de haber, se liberan aquí. El acero se extrae con imanes.

8. Clasificador 2

El Clasificador 2 extrae 40% del textil.

9. Aspirador

Asegura la distribución del tamaño final de los gránulos y extrae el textil liberado restante, lo que proporciona un producto de alta calidad con una pureza de hasta el 99.9%.

A continuación, se muestra el diagrama correspondiente a las etapas de la trituradora:

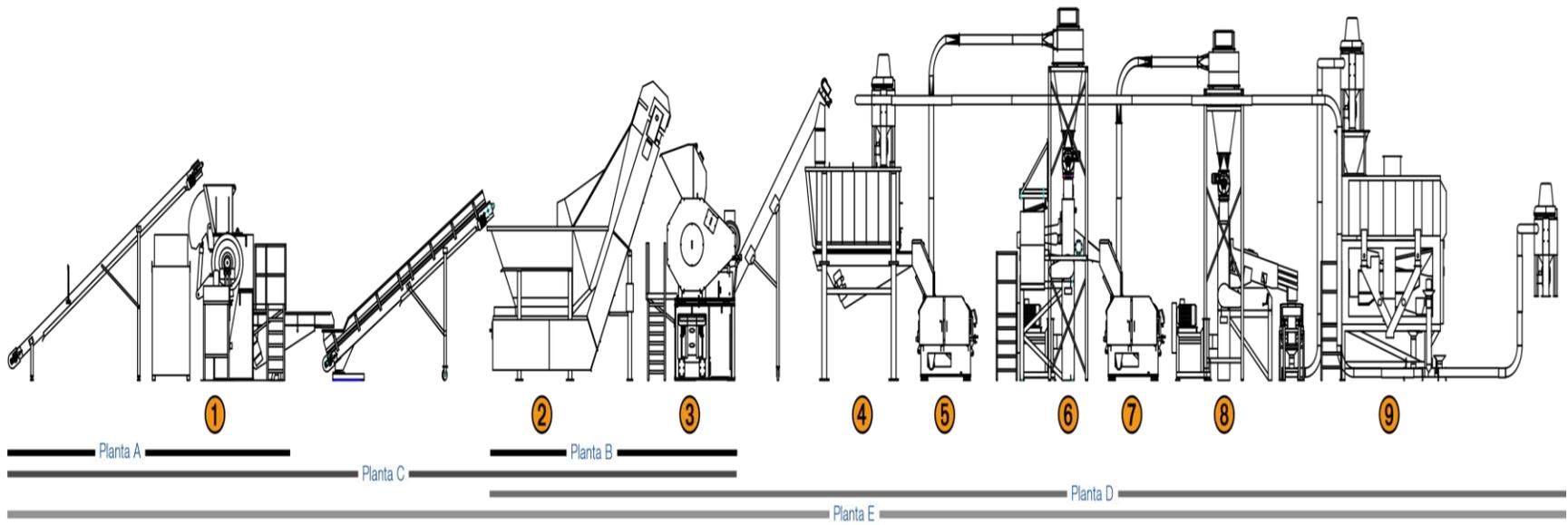
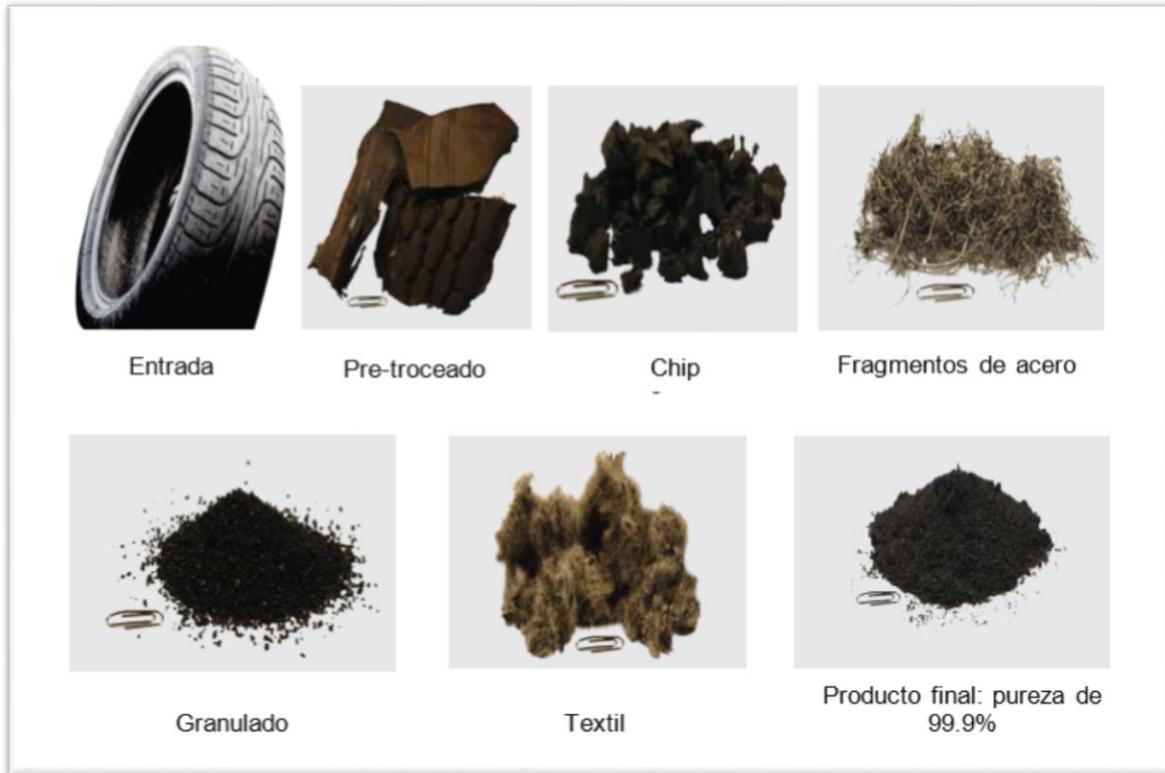


Figura 34 Proceso separación de materiales y trituración de llanta
Fuente: recyclingequipos 2018



*Figura 35 Separación de materiales en el proceso de trituración
Fuente: recyclingequipos 2018*

Partes del equipo vista general:

- Cinta transportadora de alimentación y transmisora de caucho a trituradora gruesa.
- Eje doble triturado
- Cintas transportadoras de caucho.
- Máquina de separado de alambre de acero.
- Separador magnético.
- Sistema de separación de fibra.
- Sistema de ensacado.
- Colector central de recogida de cenizas y fibra en línea de producción.
- Panel de Control

Ventaja del equipo (Zhengzhou Yuxi Machinery Equipment Co., 2018):

1: Cuchillas gruesas, alto poder de corte, las herramientas de corte están hechas de acero especial forjando para producción y procesamiento, larga vida útil.

2: El cuerpo está hecho de chapa de acero de alta resistencia y puede modificarse, puede resistir el par alto, el fuselaje es muy fuerte y duradero.

3: PC: por microordenador control automático, inicio, parada, inversión inversa y sobrecarga automática de la función de control.

4: Dispositivo con baja velocidad, alto par de par, ruido bajo, las partículas de polvo pueden alcanzar las características del estándar de protección ambiental.

5: Fácil de ajustar, bajo costo de mantenimiento, económico y duradero.

En la tabla 16 se pueden ver los distintos modelos disponibles.

Modelo	Cap. (Ton)	Diam. Tambor (mm)	Long. Tambor (mm)	Rodillo delantero lineal (m/min)	Rollo relación de (vel.)	Max. rodillo de separación (mm)	Potencia del Motor (KW)
YX350	3	300	500	26,2	1:2:5	8	30
YX400	6	400	600	34,5	1:2:5	8	45
YX450	8	450	760	38,0	1:2:5	8	55
YX560	10	560	800	38,6	1:2:5	8	75
YX560D	20	560	1000	42,5	1:2:5	8	132/160

Tabla 16 Capacidad de máquina trituradora

Fuente: alibaba 2018

Características:

1. Relación de eliminación de hierro/acero > 99.5%, relación de eliminación de fibra > 98%.
2. La estructura compacta garantiza la seguridad del funcionamiento.
3. Bajo consumo de energía.
4. Adoptar el sistema de control automático para toda la línea puede reducir los costes laborales.
5. Ninguna descarga de gas, aguas residuales y residuos, protección del medio ambiente;
6. Capacidad disponible de rango de las líneas de reciclaje de neumáticos en la actualidad: 500 ~ 4000 kg/h;
7. Tamaño disponible de goma en polvo.
8. Adopta los elementos eléctricos de marca SIEMENS y China.



Figura 36 Cuchillas trituradora

Fuente: alibaba 2018

Características específicas:

(1) Rodillos característica: los rodillos de la máquina adoptan aleación resistente a la abrasión (no necesita cambiar para siempre, sólo soldadura y pulido después de 2-3 años usando), que es más fuerte y resistente al desgaste que el hierro fundido o el acero fundido

(2) Diferencia de velocidad de rollo: La velocidad de esta máquina es 1:2. 5, la de otros son 1:1. 38. Como se sabe que la mayor diferencia entre la velocidad de los dos rodillos, más área de contacto entre bloques de goma y rodillos, mayor capacidad en el mismo tiempo.

(3) Garantía de rodillos: proporcionamos 3 años de garantía.

(4). Sistema de rodamiento: esta trituradora de neumáticos adopta doble fila de bola larga, hay 8 unidades rodando dentro (Zhengzhou Yuxi Machinery Equipment Co., 2018)

Mezcladora

US \$1,500-8,000 / Set | 1 Set/s (min. Order)

Uso: Líquido con los sólidos suspendidos

Capacidades adicionales: Granulación

Lugar del origen: Zhejiang, China (Mainland)

Marca: DF

Número de Modelo: MV

Capacidad de cargamento máxima: 4800l

Voltaje: 240/380 voltios 50/60Hz

Energía (W): 5.5KW

Dimensión (L*W*H): En consecuencia

Certificación: CE, ISO9000

Garantía: 2 años

Servicio After-sales proporcionado: Dirige disponible para mantener la maquinaria en ultramar

Material: Stanless acero SUS304

Procesamiento: Líquido, limpiador, cosmética mezcla y mezcla en general

Tipo: Mezclador de alta velocidad

Velocidad variable: 36-100 rpm

Motor: 5.5kw, estilo horizontal

Estructura: Doble camisa

Nombre del producto: Mezclador de alta velocidad

Descripción del producto

Alta cizalla dispensador mezclador, tanque mezclador de alta velocidad

La serie de depósitos de dispensación líquida se ajustan estrictamente a los requisitos de "Calidad especificación de gestión para la producción". Y se diseña, fabrica e inspecciona según los requisitos de los buques de presión de acero gb150-98 y JB/t4735-97 buques de presión atmosférica soldados



Figura 37 Tanque de mezcla
Fuente: alibaba 2017

Nombre del artículo	Tanque de mezcla
Material	Acero inoxidable 304/acero inoxidable 316l
Aplicación	Productos de cuidado de productos químicos, farmacia, industria alimentaria
Características del producto	<ol style="list-style-type: none"> 1) con normas CE, ISO, GMP 2) agitador de velocidad baja/alta 3) controlador de frecuencia para ajustar velocidad 4) vacío, doble Jacket 5) el rango de volumen es 500l-5000l 6) La Olla podría calentar y enfriar el material, calefacción eléctrica o calefacción de vapor 7) Tipo de agitador a sus requisitos: Hoja, Marco, rascador agitador

Tabla 17 Tanque de mezcla especificaciones
Fuente: alibaba 2017

Campo de aplicación:

Se puede utilizar como el tanque de reacción en pintura, emulsión, adhesivo, puede ser ampliamente utilizado en petróleo, química, caucho, pesticida, tinte, medicina y industria alimentaria.

Utilizado para lograr el curado, la hidrogenación, la alquilación, la polimerización, el proceso de condensación. Preparación de alimentos, producción de cosméticos, industria química, teñido e instalaciones de impresión, esencia y producción de sustancias fragantes, industria química fina, emulsificación del petróleo diésel y lanzamiento (Advanced Tech. Co., 2018)

En la tabla 18 se pueden ver las especificaciones del equipo con base al volumen.

Vol.	Presión de trabajo (MPA)	Temperatura	Vel. de agitación (RPM)	H (mm)	H1 (mm)	D (mm)	D1 (mm)	H (mm)
100	0.25	100	0-720	1750	450	Y PHI; 750	Y PHI; 550	300
200	0.25	100	0-720	1950	600	Y Phi; 850	Y PHI; 650	300
600	0.25	100	0-720	2500	1000	Y PHI; 1100	Y PHI; 900	350
1000	0.25	100	0-720	2850	1200	Y PHI; 1300	Y PHI; 1100	350
2000	0.25	100	0-720	3350	1500	Y PHI; 1500	Y PHI; 1300	350
3000	0.25	100	0-720	3700	1700	Y PHI; 1700	Y PHI; 1500	350
5000	0.25	100	0-720	4250	2000	Y Phi; 2000	Y PHI; 1800	400
10000	0.25	100	0-720	5000	2500	Y PHI; 2500	Y PHI; 2300	400

Tabla 18 Parámetro técnico del tanque de mezcla
Fuente: alibaba 2017

Envasadora

SERIE DPC

Costo: \$250,000.00 MXN

Equipo para Envasado de Líquidos por Peso de 5 a 50 kg, llenado de cubetas

La serie DPC comprende un conjunto de equipos automáticos o semiautomáticos para envasado de porrones, cubetas o garrapas por peso, con productos líquidos o viscosos en presentaciones desde 5 hasta 50 kg. Estos equipos se ofrecen con transportador lineal motorizado para procesos completamente automáticos, o bien, con transportador de rodillos para procesos semiautomáticos, y desde 1 hasta 6 boquillas de llenado simultáneo en ambos casos.

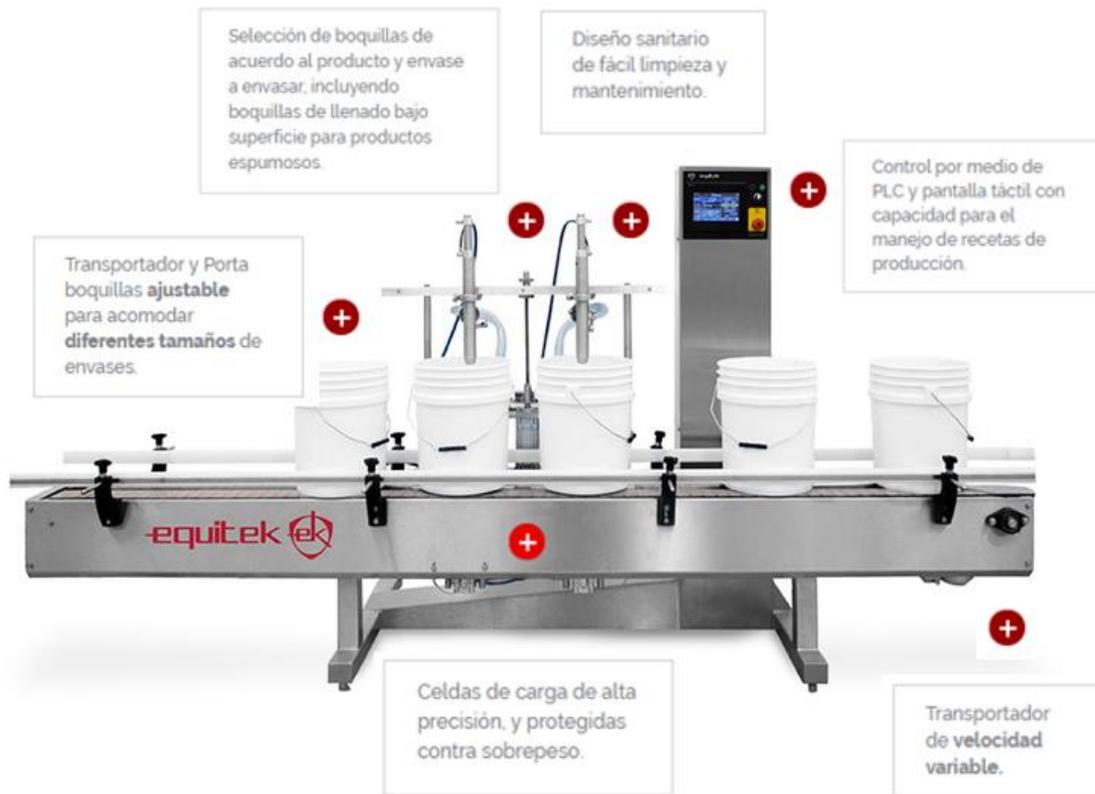


Figura 38 Envasadora de Líquidos
Fuente: equitek 2018

Aplicaciones:

- La tecnología de estos equipos de envasado está basada en un control de peso por medio de celdas de carga, el cual controla la apertura y cierre parcial o total de la boquilla de acuerdo con el peso dosificado, logrando un llenado en dos velocidades para lograr una mejor precisión en el dosificado total del producto.
- Además, este equipo “aprende” y modifica los parámetros de operación mediante un algoritmo para optimizar la velocidad de producción y lograr una excelente precisión.
- Como complemento de este equipo se puede controlar una bomba de alimentación de producto en forma proporcional, mediante un inversor sincronizado con el sistema de pesaje.

Envase por Minuto	1  100 piezas.
Rango de Precio <small>Rango en Dolares por \$1,000</small>	\$20  \$30
Viscosidad CPS	0.9 a 50,000
Número de Boquillas	De 1 a 8 Boquillas
Tamaño de Envase	50ml a 1.5lt
Manejo de Reportes	Si*
Conexión Ethernet	Si**
Requerimientos Eléctricos	220V 50/60Hz
Requerimientos Aire Comp.	6.5kg/cm2

Comentarios: * Opcional ** Opcional 440V-3F 50/60hz

Tabla 19 Características Envasado de Líquidos
Fuente: equitek 2018

Aplicaciones:

Esta serie de equipos es ideal para el envasado de casi cualquier producto por peso, productos con viscosidades ligeras y/o espumosos o bien con altas viscosidades. Estos equipos son de gran precisión en el peso dosificado, logrando con esto ahorros considerables en costos de producto mal dosificado. En el caso de productos espumosos, el equipo se puede suministrar con boquillas de llenado bajo superficie lo que permite no generar espuma durante el llenado.

Contraindicaciones:

Se pueden suministrar equipos modificados especialmente para el envasado de solventes inflamables o productos ácidos que requieran de sistemas de ventilación o absorción de vapores generados durante el envasado (Equitek, Equitek Envasado, 2018)

Tapadora

SERIE TPC

Costo: \$75,000.00 MXN

Equipo tapador de presión automática

La serie TPC consta de una tapadora de presión automática, para cubetas de plástico y contenedores similares, de paredes rígidas, para acoplarse a la salida de la envasadora, esta serie puede incluir el sistema de colocado de tapas por medio de un formato intercambiable.



*Figura 39 Tapadora de presión automática, para cubetas de plástico
Fuente: equitek 2018*

Tecnología

La cubeta con la tapa sobre puesta es desplazada en un transportador de cadena de tablilla reforzado, de velocidad variable, al entrar en la zona de tapado, una plataforma de rodillos inclinada, ejerce una presión incremental sobre la tapa, logrando con esto que la tapa se cierre incrementalmente, reduciendo la presión ejercida sobre el envase y la fuerza requerida para el cierre.



*Figura 40 Tapadora de presión automática, para cubetas de plástico
Fuente: equitek 2018*

Tapado por Minuto	1  70 piezas.
Rango de Precio <small>Rango en Dolares por \$1,000</small>	\$7  \$14
Altura de Envase	15 a 50 cm.
Sistema de Seguridad	Si
Requerimientos Eléctricos	220V 50/60Hz

Tabla 20 Características tapadoras de presión para cubetas de plástico
Fuente: equitek 2018

Aplicaciones:

Tapado por presión de cubetas plásticas desde 1 galón hasta 30 litros. Se puede utilizar también para el cerrado de latas con tapa plana.



Figura 41 Aplicaciones tapadora de presión automática para cubetas de plástico
Fuente: equitek 2018

Contraindicaciones:

Debe utilizarse solo en cubetas o recipientes de pared rígida que soporten la fuerza de cerrado de la tapa y evitar tapas que por su diseño no se puedan pre colocar y mantener sobre el envase fácilmente (Equitek, Equitek Tapado, 2018).

4.5 Disponibilidad de materias primas

Actualmente en México se producen 37 millones de llantas anualmente, se estima que para el 2020 esta producción aumentara un 35 % más a la demanda actual generando con ello una producción de 50 millones de llantas por año, mismas que al cumplir su ciclo de vida pararan en cementerios o tiraderos en el mejor panorama planteado. Por lo tanto, el objetivo que se persigue es prolongar la vida útil de los neumáticos mediante la reutilización de estos con la finalidad de elaborar un impermeabilizante a base de caucho. Con los datos antes mencionados y considerando que en la CDMX se calcula que hay 7.4 millones de llantas usadas en los siguientes tiraderos. (EL FINANCIERO, 2015)

EMPRES	DIRECCIÓN	TIPO DE RESIDUO
Comercializadora de SBR, S.A. de C.V	Poniente 9, mz.10 lt.8 del. Gustavo Madero. Tel. 5794 8759	Llantas usadas
ECONTAINER, S.A. de C.V.	Calle Héroes de Granaditas No.1, Colonia San Pedro Xalostoc, Ecatepec, Edo. De México Tel. 5788-0338 5788-9870 econtainer_mx@hotmail.com	Llantas usadas
Manejo Responsable de Llantas Usadas A.C.	Manuel María Contreras No. 133-155, col. Cuauhtemoc, del. Cuauhtemoc, cooridnacion@reciclallantas.org.mx precidencia@reciclallantas.org.mx www.reciclallantas.org.mx Tel. 5166-6199	Llantas usadas
Roberto Herrera Cruz	Cerro de las Campanas No. 20, col. Lomas de la estancia, del. Iztapalapa. Tel.(55) 7045-4613 alexvulca@yahoo.com.mx	Recolección y transporte de llantas usadas
Recicladora Pichardo	Av. Hidalgo 73, col. San Miiguel de los Jagüeyes, Mpio. Huhuetoca, Edo. De México Tel. (539) 916 3021 recicladora_pichardo@yahoo.com.mx	Recolección y transporte de llantas usadas
Pedro Vivas Mora	Mayas s/n, del. Coyoacán, Tel. (55) 49849334 ID 92*13*52889 pedro.vivas.7906@gmail.com	Recolección y transporte de llantas usadas

Tabla 21 Centros de acopio
Fuente: SEDEMA, 2017

Con los datos mencionados y la creciente demanda de neumáticos en México se ve claramente la disposición de materia prima (llantas) y la viabilidad del proyecto siendo esta una alternativa más a una gran problemática que se enfrenta no solo la CDMX si no el mundo, debido al constante crecimiento de la industria automotriz y en este caso en particular el desecho de neumáticos que generan daños considerables al medio ambiente y a las comunidades cercanas a estos tiraderos.

Para el proyecto se consideran una única alternativa viable para la adquisición de materia prima las cual se detalla a continuación.

Centro de Acopio: Actualmente existen programas de recolección en la CDMX y área metropolitana dedicados a la recolección de neumáticos en desuso para su futura trituración. La misión de estos

programas es encontrar una solución ordenada, eficiente y adecuada a la problemática que representa el manejo actual de los neumáticos usados de desecho en el país, con el objeto de reducir el impacto social, ambiental y económico negativo que tiene éstos. Se propone unir fuerzas y formar parte del programa antes mencionado para contribuir y concientizar a la ciudadanía, consiguiendo al mismo tiempo la materia prima necesaria para operar. Los requerimientos para formar parte del programa son mínimos y se mencionan a continuación.

- a) Solicitud de afiliación al plan de manejo
- b) Detallar las dimensiones y ubicación del centro de acopio

Dentro de la materia prima es necesario considerar el envasado del producto, mismo que será comercializado en presentación de 19L ante ello se analizaron los diferentes proveedores cercanos y la cubeta que más se adecuará a las necesidades del producto, a continuación, se muestra una comparativa de precios en la tabla 22.

Proveedor	Imagen Producto	Precio	Contacto
CYPINSA	 <p>Cubetas de Plástico 19 Lt</p>	\$53.00	http://envasescipyinsa.com (55) 5576-3244 (55) 8113-1710
CUPLASA		\$50.00	https://www.cuplase.com.mx (55) 5250-6544
UNIVERPLAST		\$60.00	http://www.univerplast.mx/index.php (55) 5556-0799

Tabla 22 Proveedores Cubetas
 Fuente: Elaboración propia

Tras analizar las diferentes opciones en el mercado se considera que CYPINSA es la mejor opción para seleccionar como proveedor de envase para el impermeabilizante a continuación en la figura 36, se detallan las medidas finales que tendrá el producto.

Capacidad 19L (5 U.S galones)

Capacidad al derrame 21.3 Lts.

Dimensiones:

- c) Altura: 36.5 cm
- d) Diámetro boca: 30.5 cm
- e) Diámetro base: 26.2 cm

Peso de 0.896 Kg

Cuenta con tapa inviolable, reusable y con vertedero

Asa metálica con mango plástico.

Estiba máxima de 3 camas de 93.75 Kg



*Figura 42 Cubeta 19L
Fuente: envasescypinsa.com*

Para la mezcla y obtención del producto final son necesarios dos componentes más a considerar, la resina acrílica para dar la consistencia y la resistencia necesaria al producto y un pigmento que ayudará a dar el color, mismo que se podrá encontrar en tres diferentes colores: rojo terracota, blanco y negro.

Capítulo V Evaluación financiera y económica

En el presente capítulo se analizará el aspecto financiero y económico del proyecto, con la finalidad de conocer la viabilidad y sustentabilidad de este, en un plazo determinado. Para ello se realiza un estudio financiero para determinar los costos, inversiones a realizar, estimaciones de ventas, etc.

Una vez determinados los ingresos y egresos en la parte financiera, se procede a determinar mediante la evaluación económica si el proyecto es rentable o no, mediante el cálculo de la tasa de Rendimiento Esperada Mínima Aceptable, el Valor Actual Neto, y la Tasa Interna de Retorno.

5.1 Inversión inicial y capital de trabajo

La primera fase para llevar a cabo la evaluación del proyecto consiste en la reunión de todos los datos concernientes a flujos de efectivo para poner en marcha el mismo, lo cual consiste en estimar la inversión inicial y costos que involucra los recursos necesarios para operar el proyecto, algunos, por ejemplo; la adquisición y acondicionamiento del lugar de trabajo, la maquinaria para la fabricación, gastos generales, etc.

Por inversión se puede entender todo gasto que contribuye a la producción de un bien cuyo destino sea la satisfacción de necesidades humanas, en forma directa o indirecta (Gómez, Inéd)

De igual manera se puede entender por inversión la materialización de recursos financieros o capital para adquirir bienes, servicios, infraestructura o insumos destinados a la operación de un negocio; de cierta forma, se estaría disponiendo de recursos actuales –propios o financiados–, a cambio de una expectativa económica de beneficios futuros (Alcázar, 2011)

La definición más básica de capital de trabajo lo considera como aquellos recursos que requiere la empresa para poder operar. Dichos recursos se utilizan para cubrir necesidades de insumos, materia prima, mano de obra, reposición de activos fijos, etc. Estos recursos deben estar disponibles a corto plazo para cubrir las necesidades de la empresa a tiempo (Gerencie, 2018)

Los proyectos de inversión surgen de la necesidad imperante de satisfacer las crecientes necesidades de la población, los cuales pueden ser privados o sociales, sin embargo, cualquiera que sea su enfoque, requerirán de ser evaluados para garantizar la asignación eficiente de los recursos (Gómez, Inéd)

La inversión inicial de este proyecto se divide en inversión fija y inversión diferida, la cual se muestra a continuación:

❖ Inversión fija

Una planta trituradora de llantas recicladas de con un costo de \$1,300,000 una mezcladora con un costo de \$96,000, una máquina de envasado y tapado con un costo de \$325,000, un vehículo tipo torton con capacidad de 12 tarimas, con costo de \$350,000, un multifuncional con un costo de \$10,279, cuatro sillas de oficina con un costo total de \$2,352, un archivero con un costo de \$3,500, cuatro computadoras con un costo de \$22,000, cuatro escritorios con un costo de \$7,000, dando un costo total de inversión semifija de **\$2,116,131**.

❖ Inversión Diferida

Acondicionamiento del local con un costo de \$150,000, licencias y Permisos con un costo de \$75,000, seguros con un costo de \$125,000, impuestos con un costo de \$ 127,350 además de gastos imprevistos de \$ 47,735 dando un total de **\$525,085**.

Por lo tanto, la inversión total se muestra en la tabla 23, asimismo se puede considerar la misma una aportación de los socios y otra un financiamiento:

Concepto	Costo total	Aportación social	Financiamiento
Inversión fija*	\$2,116,131.00	50%	50%
Inversión diferida	\$525,085.00		
Inversión total	\$2,641,216.00	\$1,320,608.00	\$1,320,608.00

*El inmueble no se contó en el financiamiento ya que será la aportación de un socio.

Tabla 23 Inversión inicial

Fuente: Elaboración propia

❖ Capital de trabajo

El capital de trabajo, también conocido como costos de operación, para este proyecto se calculó mensualmente con una producción al día de 246 unidades de impermeabilizante, a continuación, se muestran desglosados en la tabla 24.

CAPITAL DE TRABAJO MENSUAL					
MATERIA PRIMA D.		MANO DE OBRA D.		CARGOS INDIRECTOS	
Llanta Ton.		4 operarios	\$30,000.00	Paquete	\$1,000.00
Resina	\$797,010.48	1 chofer	\$6,000.00	Teléfono e Internet	
Pigmento	\$18,597.60	1 aux. chofer	\$7,000.00		
		1 ayud. Gral	\$3,200.00	Luz	\$30,000
		3 almacenistas	\$12,000.00	Agua	\$9,000
	∑ \$815,608.08		∑ \$58,200.00	Refacciones	\$7,000
MATERIA PRIMA I.		MANO DE OBRA I.		Combustible	\$10,500
Bote 19 Lt.	\$273,798.00	Gerente Gral.	\$9,000.00	E.P.P	\$2,000
		Supervisor Gen	\$6,500.00	Papelería	\$2,000
		Técnico Industri	\$7,000.00	C.Ventas	\$6,000
		Contador	\$10,500.00		
		Vigilancia	\$5,000.00		
	∑ \$273,798.00		∑ \$38,000.00		
Total M.P.	\$1,089,406.08	Total M.O.	\$96,200.00	Total C.I.	\$67,500.00
		Total Mensual	\$1,253,106.08		

Tabla 24 Capital de trabajo mensual

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Costos

Ya calculada la inversión inicial, el siguiente paso es definir los costos fijos y costos variables, estos son importantes para el análisis financiero.

Los costos son los gastos que afrontará el proyecto durante el periodo posterior a la inversión inicial, construcción o instalación de la nueva capacidad productiva hasta la finalización de su vida útil. Se obtienen a partir de la valorización monetaria de los bienes y servicios que deben adquirirse para mantener la operatividad y los beneficios generados o inducidos por el proyecto (Cempro, 2015)

En términos sencillos el costo es la suma de gastos y recursos consumidos necesarios para la fabricación tanto directo como indirectamente, estos costos se dividen en dos tipos:

- Costos fijos: Se trata de un costo operacional que no varía. Es decir, independientemente del nivel de producción que abarque el proyecto, este costo será siempre igual.
- Costos variables: Este costo operativo, por el contrario, sí variará en función del nivel de producción del proyecto (Emprendepyme, 2016).

5.1.2 Costos fijos

En términos económicos los costos fijos son gastos de la actividad que no dependen de los niveles de bienes y servicios producidos por la empresa. Normalmente se refiere a ellos con el término de gastos generales.

Los costos fijos no están fijados de manera permanente, cambiarán con el tiempo, pero no varía con la cantidad de producción para el periodo en cuestión (Tec victoria, 2015)

Se determinaron los costos fijos para este proyecto, tomando en cuenta su posible comportamiento y efectos durante un periodo, de igual forma se consideró el total de veces que se presentaría el gasto. En la tabla 25 se muestran los costos fijos anuales requeridos:

Concepto	Monto (\$)
Mano de obra Indirecta	\$456,000.00
Luz	\$360,000.00
Agua	\$108,000.00
Servicio teléfono-internet	\$12,000.00
E.P.P	\$24,000.00
Papelería	\$24,000.00
Total	\$984,000.00

Tabla 25 Costos fijos anuales

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Costos variables

Los costos variables son los gastos que cambian en función del nivel de actividad y de producción de bienes y servicios de la empresa. A los costos variables también se les conoce como nivel de unidad producida, precisamente porque son costos que irán cambiando al alza o a la baja en función del número de unidades que se produzcan (Emprendepyme, 2016)

Así, los costos fijos y los costos variables constituyen los dos componentes del costo total. En la tabla 26 se muestran los costos variables anuales considerados en el proyecto:

Concepto	Monto (\$)
Materia prima	\$9,787,296.96
Empaque	\$3,285,576.00
Mano de obra directa	\$698,400.00
Refacciones	\$84,000.00
Combustible	\$126,000.00
Costos de Ventas	\$72,000.00
Total	\$14,053,272.96

Tabla 26 Costos variables anuales

Fuente: Elaboración propia

5.2 Fuentes de financiamiento

El capital requerido para llevar a cabo el proyecto es de **\$1,320,608.00**. Dicha cantidad contempla el establecimiento de la infraestructura necesaria para iniciar operaciones.

El esquema de financiamiento para “Imper Life” se conformará por dos créditos; uno de aportación de socios con el 50% de la inversión y el otro 50% de un crédito federal.

Para la puesta en marcha de la planta se estimó un financiamiento del 50% del total de la inversión se acudió a la fuente de financiamiento privada de Santander con su crédito ágil cobertura; es un crédito revolvente a través de una tarjeta de crédito para sustituir crédito con proveedores, comprar insumos y abatir costos operativos. Esta opción se eligió porque es la fuente de financiamiento que más se adapta a la empresa, proporciona montos de \$50,000 a \$4 millones

5.3 Presupuesto de ingresos

Un presupuesto es un plan operaciones y recursos de una empresa, que se formula para lograr en un cierto periodo los objetivos propuestos y se expresa en términos monetarios (Emprendepyme, 2016)

Los presupuestos son la base de la cuantificación de las operaciones a futuro, teniendo como marco de referencia el estudio de mercado, el estudio técnico, el estudio organizacional y el estudio financiero; y su propósito es sistematizar la información concerniente a ingresos y egresos, así como mostrar los resultados de las operaciones realizadas (Gómez, Inéd)

Para la evaluación de este proyecto se consideran volúmenes de ingresos por venta anuales iguales para 3 años, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 27.

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3
Ventas Anuales	\$53,136,000.00	\$53,136,000.00	\$53,136,000.00

Tabla 27 Proyección de ingresos anuales

Fuente: Elaboración propia

5.4 Punto de equilibrio

La determinación del punto de equilibrio es uno de los elementos centrales en cualquier tipo de negocio pues permite determinar el nivel de ventas necesario para cubrir los costes totales o, en otras palabras, el nivel de ingresos que cubre los costes fijos y los costes variables. Este punto de equilibrio (o de apalancamiento cero), es una herramienta estratégica clave a la hora de determinar la solvencia de un negocio y su nivel de rentabilidad (Moreno, 2010).

Una vez encontrado el punto de equilibrio permite conocer, por ejemplo (Crecenegocios, 2012):

- Obtener una primera simulación que permita saber a partir de qué cantidad de ventas empezaremos a generar utilidades.
- Conocer la viabilidad de un proyecto (cuando la demanda supera el punto de equilibrio).
- Saber a partir de qué nivel de ventas puede ser recomendable cambiar un Costo Variable por un Costo Fijo o viceversa.

Para calcular el punto de equilibrio de este proyecto se utilizará el método en importe de ventas (Gómez, Inéd):

$$Qo = \frac{CF}{1 - \left(\frac{CV}{p}\right)}$$

Donde:

- Qo= Punto de equilibrio
- CF= Costos fijos (\$)
- P= Ingresos totales (\$)
- CV= Costos variables (\$)

A continuación, se desarrollan los cálculos pertinentes:

Concepto	Costos (\$)
Ingresos totales	53,136,000
Costos fijos	984,000
Costos variables	14,053,272.96

Tabla 28 Resumen de datos anuales
Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, sustituyendo los valores de la tabla 28 en la ecuación:

$$Qo = \frac{984,000}{1 - \left(\frac{14,053,272.96}{53,136,000}\right)}$$

$$Qo = \frac{984,000}{1 - (0.264477435)}$$

$$Qo = \frac{984,000}{0.735522565}$$

$$Qo = \$1,337,824.35$$

5.5 Cálculo de la rentabilidad del proyecto

La palabra "rentabilidad" es un término general que mide la ganancia que puede obtenerse en una situación particular. Es el denominador común de todas las actividades productivas (FAO, 2017).

Se sabe que el nivel de riesgo, ésta asociado al nivel de rentabilidad, esto se basa en la administración del capital de trabajo, en el punto que la rentabilidad es calculada por utilidades después de gastos frente al riesgo que es determinado por la insolvencia que posiblemente tenga la empresa para pagar sus obligaciones (Gómez, Inéd).

Para obtener la rentabilidad de un proyecto y obtener un estudio económico adecuado para tomar una decisión es necesario calcular los siguientes indicadores y análisis:

- Determinación de la TREMA
- Determinación del VAN
- Determinación de la TIR



Figura 43 Rentabilidad
Fuente: farmaciaymarketing 2015

5.6 Determinación de la tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA)

Para llevar a cabo la evaluación económica es importante determinar este punto; ya que la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), también llamada tasa de interés mínima aceptable (TIMA) o tasa de rendimiento mínimo aceptable (TREMA), es la tasa que representa una medida de rentabilidad, la mínima que se le exigirá al proyecto de tal manera que permita cubrir (Gómez, Inéd):

- la totalidad de la inversión inicial
- los egresos de operación
- los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con capital ajeno
- los impuestos
- la rentabilidad que el inversionista exige a su propio capital invertido

Algunas desventajas de este análisis es que la estimación de la TREMA se realiza de manera intuitiva con criterio de experto y basándose en el conocimiento del entorno económico y que el resultado es sumamente sensible a la TREMA utilizada. Esto quiere decir que se puede descartar un buen proyecto debido a una exigencia desmedida, ya que entre mayor sea la TREMA que se exija al proyecto, menor será el valor monetario del Valor Actual Neto (VAN) y viceversa (Gómez, Inéd).

Para determinar la TREMA se utiliza la siguiente formula:

$$TREMA = r + R + g'$$

Donde:

- r : Tasa de interés del mercados o tasa del costo de oportunidad del dinero
- R = Riesgo. Calculado por el evaluador del proyecto de inversión durante la evaluación del proyecto que incluye la totalidad de los estudios y el riesgo de exportación, para este caso.
- g' = Tasa de ganancia real exigida por los inversionistas.

Uno de los primeros términos a definir en la ecuación es el riesgo “ R ”. El riesgo del proyecto queda determinado por un análisis de tipo multicriterio ponderando los elementos que componen el proyecto como lo es el estudio de pertinencia, mercado, técnico y financiero, por el nivel de confianza que se da a cada estudio, como por ejemplo; considerar el riesgo que implica ser empresa exportadora como es el riesgo de cumplimiento de requisitos locales de empaque, de presentación y etiqueta, riesgo de transportación, riesgo de imagen del producto en el extranjero y riesgo político del país a dónde se exporta (Gómez, Inéd).

El término R , se calcula asignando entre los 4 estudios un porcentaje de importación en la estructura a cada uno hasta completar el 100%. Después se procede a asignar un porcentaje de confianza a cada uno de los estudios que se hizo. Luego se multiplican ambos porcentajes para finalmente obtener el riesgo al restar el total de índice de confianza 100% de estructura, a continuación, se muestra en la tabla 29.

Estudio	Estructura (%)	Estimación de confianza (%)	Índice de confianza (%)	Riesgo
Pertinencia	5	80	4%	
Mercado	30	85	25%	
Técnico	35	83	29%	
Financiero	30	82	24%	
Total	100%		82%	18%

Tabla 29 Grado de Riesgo
Fuente: Elaboración propia

El segundo término a definir es la Tasa de interés del mercado “r”, es una variable que será determinada con base en las tasas generalizadas en la economía que se identifica con la tasa de interés del mercado. En el caso del presente estudio se toma el valor de la tasa de interés interbancaria de equilibrio (TIIE) a 4 semanas que de acuerdo al banco de México es **7.83%** al 11 de mayo de 2018.

El último término de la ecuación de la TREMA es la ganancia real exigida por los inversionistas. Para este proyecto se determina una tasa de ganancia del 200%, esta es aceptable ya que el origen de los neumáticos usados no conlleva algún costo.

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$TREMA = 7.83 + 18 + 200$$

$$TREMA = 225.83$$

5.7 Determinación del valor actual neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como Valor neto actual (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN) (Velayos, 2017).

El método del valor actual neto es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de un proyecto de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los ingresos menos los egresos (o flujos netos de efectivo, FNE) para cada año, actualizados a una tasa de interés predeterminada y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces es recomendable que el proyecto sea aceptado (Gómez, Inéd).

Para determinar si el proyecto es aceptado o rechazado se usará el siguiente criterio, ver tabla 30:

Condición	Interpretación	Por lo tanto el proyecto
VAN > 0	La inversión produciría ganancias	Se acepta
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Es indiferente
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas	Se rechaza

Tabla 30 Criterio VAN
Fuente: Elaboración propia

El valor de VAN para este proyecto como se puede ver en la tabla 5.8, cumple con la primera condición por lo tanto es aceptado el proyecto.

5.8 Determinación de la tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado y está definida como la tasa de interés que reduce a cero el VAN. En términos económicos la tasa interna de retorno representa la rentabilidad exacta del proyecto (Gómez, Inéd).

Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión. Por lo que se puede decir que, la Tasa Interna de Retorno es aquella tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto. Esta herramienta es de gran utilidad para la toma de decisiones financiera dentro de las organizaciones (Gómez, Inéd).

El criterio a utilizar para la TIR se muestra a continuación:

- Si $TIR \geq TREMA$. Se realiza el proyecto.
- Si $TIR < TREMA$. No se realiza el proyecto

Para efectuar los cálculos correspondientes se utilizó una hoja de cálculo, la cual se muestra a continuación, ver tabla 31:

TREMA=	225.83%	CORRIENTES			VALOR ACTUAL			
FACTOR	AÑO	INVERSIÓN	COSTOS	INGRESOS	FLUJO NETO	COSTOS	INGRESOS	VAN
1.0000	0	2,641,216.00			- 2,641,216.00	2,641,216.00	-	- 2,641,216.00
0.3069	1		15,037,272.96	53,136,000.00	38,098,727.04	4,615,067.05	16,307,890.62	11,692,823.57
0.0942	2		15,037,272.96	53,136,000.00	38,098,727.04	1,416,403.35	5,005,030.42	3,588,627.07
0.0289	3		15,037,272.96	53,136,000.00	38,098,727.04	434,706.24	1,536,086.43	1,101,380.19
0.0089	4				-	-	-	-
0.0000	11				-	-	-	-
SUMAS:		2,641,216.00	45,111,818.88	159,408,000.00	111,654,965.12	9,107,392.64	22,849,007.47	13,741,614.82
							TIR =	1442.08%

Tabla 31 Cálculo TIR
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el valor TIR es mayor a la TREMA, por lo tanto, el proyecto se acepta. Cabe recalcar que el valor es alto, ya que las llantas como materia prima no tienen costo.

Conclusiones

Con base en el análisis de los resultados y bases teóricas de esta investigación, se llegó a la conclusión de que la fabricación de impermeabilizante elaborado a base del caucho obtenido del reciclaje de llantas es económicamente factible, debido a que genera una gran utilidad por su bajo costo de producción y la inversión es recuperada en los primeros años del proyecto.

La fabricación de este tipo de recubrimientos es un concepto relativamente nuevo en este país, son muy pocos los fabricantes que se han dado el gran paso de producirlo en grandes cantidades, además del análisis de los resultados del estudio de mercado, se determinó que los propietarios de las casas y complejos habitacionales invierten grandes cantidades al año en impermeabilizantes que no reducen el impacto en el medio ambiente. Estas son las principales características del producto en estudio que aseguran el éxito en el mercado.

La localización del proyecto asegura también una oportunidad de empleo para los habitantes de la zona, que comúnmente gastan una parte considerable de sus ingresos en trasladarse diario a la ciudad de México. Además de satisfacer una demanda laboral insatisfecha que dejaron las empresas que tuvieron que trasladar sus instalaciones a otros estados de la República.

Los precios de venta al público son competitivos con los precios de los grandes competidores, ya que ofrecen un producto con características similares y cumplen con la misma función.

En términos generales, se esperaba que este proyecto solucionará un problema de generación de desechos, pero por su ubicación geográfica también resuelve el problema de falta de empleo en una zona emergente.

Referencias

Libros

B. Sencial, U. (2009). *El hule: su historia, naturaleza, cultivo química y técnica*. Universidad de Texas.

CASTRO, G. (2007). *Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos*. Departamento de ingeniería mecánica F.I.U.B.A.

Gómez, G. J. (Inéd). *Evaluación de inversiones productivas*. Mexico: IPN.

Rocío, S. (2012). Segunda vida de los neumáticos usados. *Química Viva*.

Consultas electrónicas

Advanced Tech. Co., L. W. (2018). *Alibaba Global*. Recuperado el 22 abril de 2018 de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-shear-printing-ink-dispersing-mixer-60273753121.html?spm=a2700.8699010.29.132.71fd6474jhvmHK>

Alcázar, E. (09 de mayo de 2011). *elempresario.mx*. Recuperado el 5 mayo de 2018 de <http://elempresario.mx/actualidad/importancia-inversion-inicial>

Asla, A. A. (7 de Diciembre de 2015). *Insignia Rehabilitación y Arquitectura* . Recuperado el 3 marzo de 2018 de <http://obrasinsignia.com/blog/tutorial-impermeabilizantes/>

Cempro. (2015). *cempro planes y proyectos*. Recuperado el 15 abril de 2018 de <https://sites.google.com/site/disenodeproyectossociales/capitulo-xii>

Cetys. (2017). *Las Megatendencias y su Impacto en México*. Recuperado el 29 abril de 2018 de <http://www.mxl.cetys.mx/Deptos/Vinc/BC/s01vf.htm>

CreceNegocios. (4 de Abril de 2012). *crecenegocios*. Recuperado el 12 mayo de 2018 de <https://www.crecenegocios.com/el-punto-de-equilibrio/>

El financiero . (02 de Septiembre de 2015). *El financiero* . Recuperado el 10 marzo de 2018 de <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/demanda-de-llantas-crecera-35-en-mexico-para-2020>

Elcomercio. (14 de septiembre de 2012). *elcomercio*. Recuperado el 11 marzo de 2018 de <http://www.elcomercio.com/deportes/carburando/historia-llanta.html>

Elizalde, A. B. (2013). *Palido de luz*. Recuperado el 25 marzo de 2018 de <http://palido.deluz.mx/articulos/1536>

Emprendepyme. (2016). *emprende pyme.net*. Recuperado el 6 mayo de 2018 de <https://www.emprendepyme.net/costes-operativos.html>

Equitek. (2018). *Equitek Envasado*. Recuperado el 21 abril de 2018 de <https://equitek.com.mx/ensadora-dpc.html>

Equitek. (2018). *Equitek Tapado*. Recuperado el 21 abril de 2018 de <https://equitek.com.mx/tapadora-tpc.html>

FAO. (2017). *fao.org*. Recuperado el 13 mayo de 2018 de <http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s09.htm>

Gerencie. (24 de Abril de 2018). *Gerencie sus asuntos y negocios*. Recuperado el 5 mayo de 2018 de <https://www.gerencie.com/capital-de-trabajo.html>

Goteras. (2015). *Goteras.info*. Recuperado el 8 abril de 2018 de <http://goteras.info/impermeabilizantes>

INinsignia. (7 de Diciembre de 2015). *obrasinsignia.com*. Recuperado el 7 abril de 2018 de <http://obrasinsignia.com/blog/tutorial-impermeabilizantes/>

LEMAC. (2006). *lemac.frlp.utn.edu.ar*. Recuperado el 24 marzo de 2018 de https://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2011/12/2006_Caucho-de-Cubiertas-en-Mezclas-Asfalticas_4%C2%BAPROCQMA.pdf

M.R.L.U. . (2015). *Manejo Responsable de Llantas Usadas, A.C*. Recuperado el 25 marzo de 2018 de <http://reciclallantas.org.mx>: <http://reciclallantas.org.mx/wp-content/uploads/2016/02/Plan-de-Manejo-de-Neumaticos-Usados-de-Desecho-2015-.pdf>

Marketing-free. (octubre de 2006). *marketing-free.com*. Recuperado el 14 abril de 2018 de <http://www.marketing-free.com/marketing/definicion-marketing.html>

Moreno, M. A. (2010). *elblogsalmon*. Recuperado el 5 mayo de 2018 de <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/el-punto-de-equilibrio-y-su-importancia-estrategica>

Our-planet. (2015). *Ambiente y sustentabilidad*. Recuperado el 24 marzo de 2018 de <http://our-planet.tumblr.com/post/101376775809/reciclaje-de-llantas-doble-beneficio>

SEMA, S. d. (2012). *Plan estatal de manejo y reciclaje -360- de llantas usadas en coahuila*. Recuperado el 28 Abril de 2018 de <https://www.tceq.texas.gov/assets/public/border/coahuilaplan.pdf>.

Tec victoria. (noviembre de 2015). *academia.edu*. Recuperado el 6 mayo de 2018 de http://www.academia.edu/25863725/TEORIA_DE_COSTOS_Y_PRODUCCION

Textoscientificos. (2005). *Textoscientificos.com*. Recuperado el 11 marzo de 2018 de <https://www.textoscientificos.com/caucho/sbr>

Textoscientificos. (2015). *textoscientificos.com*. Recuperado el 11 marzo de 2018 de <https://www.textoscientificos.com/caucho>

Velayos, V. (2017). *economipedia*. Recuperado el 29 abril de 2018 de <http://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

Vivoenitalia. (2010). Recuperado el 17 marzo de 2018 de <http://www.vivoenitalia.com/linea-de-reciclaje-de-llantas-usadas/>

Zhengzhou Yuxi Machinery Equipment Co., L. (2018). *Alibaba Global*. Recuperado el 19 mayo de 2018 de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/semi-auto-tire-recycling-machine-waste-tire-recycling-equipment-prices-for-sale-60703895759.html?spm=a2700.8699010.29.249.c3115c537SZKnN>