



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DE CORTE LINEAL PARA
CAUCHO MEDIANTE EL PROCESO DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS EN
EL CANTÓN LA MANÁ**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniería en Electromecánica.

Autores:

Paredes Salinas Bryan Alexis

Saavedra Peñafiel Francisco Javier

Tutor:

Ing. PhD. Morales Yoandris

LA MANÁ-ECUADOR
MARZO-2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Paredes Salinas Bryan Alexis y Saavedra Peñafiel Francisco Javier, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DE CORTE LINEAL PARA CAUCHO MEDIANTE EL PROCESO DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS EN EL CANTÓN LA MANÁ, siendo Ing. PhD. Yoandris Morales, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Paredes Salinas Bryan Alexis
C.I: 050381068-1



Saavedra Peñafiel Francisco Javier
C.I: 172226396-7

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DE CORTE LINEAL PARA CAUCHO MEDIANTE EL PROCESO DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS EN EL CANTÓN LA MANÁ,” de Paredes Salinas Bryan Alexis y Saavedra Peñafiel Francisco Javier de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, febrero 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Yoandris Morales', with a stylized flourish at the end.

Ing. PhD. Morales Yoandris
TUTOR

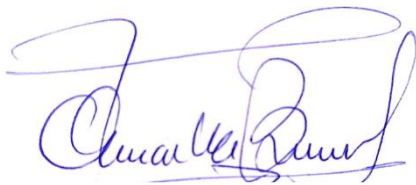
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas por cuanto los postulantes Paredes Salinas Bryan Alexis y Saavedra Peñafiel Francisco Javier con el título de Proyecto de Investigación: DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE MÁQUINA DE CORTE LINEAL PARA CAUCHO MEDIANTE EL PROCESO DE RECICLAJE DE NEUMÁTICOS EN EL CANTÓN LA MANÁ, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, febrero del 2021

Para constancia firman:



Ing. MS.c. Bravo Bienvenido Amable
C.I: 110161351-9
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. MS.c. Carrillo Velarde Guido Gabriel
C.I: 0604243303-4
LECTOR 2 (SECRETARIO)



Ing. MS.c. Bárzaga Quesada Joao Lázaro
C.I: 175702540-6
LECTOR 3 (MIEMBRO)

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Francisco y Elsa quienes con su paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir con mis metas y estas no fue la excepción, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y dedicación, de no temer a las adversidades porque Dios está siempre presente.

A mis hermanos Erick y Ehimy por su apoyo incondicional durante todo este proceso, y a todos ellos por sus consejos y palabras de aliento para continuar, y pueda cumplir con mis objetivos.

Francisco

Este trabajo está dedicado primamente a Dios y a mis padres por estar siempre presente apoyándome y han hecho que este trabajo se realice.

A mis hermanos y a las personas que me han ayudado en este camino tan difícil de convertirme en un profesional y como no mencionar a una persona que hoy no está junto a nosotros que es mi Teresita.

Bryan

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi agradecimiento a mi familia, amigos, compañero de tesis y docentes que estuvieron inmiscuidos en este proyecto de investigación, para que se realice con éxito y poder recibirme como profesional en la rama de ingeniería electromecánica.

Francisco

Agradezco a DIOS y a mis padres por darme esa oportunidad de poder estudiar esa oportunidad que ellos nunca tuvieron, quienes siempre me dieron su apoyo y cariño incondicional cuando lo necesité. A mis hermanos Mauricio, Adriana y Javier, a la mujer que hoy está junto a mí por su apoyo, a todos mis amigos y personas que siempre creyeron en mí y me apoyaron infinitamente gracias.

Bryan

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TÍTULO: “Diseño de un prototipo de máquina de corte lineal para caucho mediante el proceso de reciclaje de neumáticos en el cantón La Maná”.

Autores:

Paredes Salinas Bryan Alexis

Saavedra Peñafiel Francisco Javier

RESUMEN

El prototipo de la máquina cortadora de caucho pretende darles un segundo uso a las llantas específicamente las de rin 13 que son las de mayor consumo en el mercado automotriz, ya que estas después de haber cumplido con su vida útil en la carretera muchas veces son desechadas al ambiente irresponsablemente causando mucha contaminación por los materiales de los que está constituida, con técnicas ingenieriles y mediante este prototipo que va generar poca cantidad se pretende dar los primeros pasos para futuros estudios que serán de gran ayuda para crear una máquina de mayores dimensiones y capacidad para aprovechar este recurso de los neumáticos del que todo usuario que tiene un vehículo después de haber cumplido con su vida útil busca deshacerse, con la implementación de este sistema que prácticamente al neumático lo corta mediante unas cuchillas en forma esférica dejándolo en una tira de dimensiones de ancho ya establecidas, puesto que es una parte del proceso de reciclaje de neumáticos, al culminar con el proceso de producción se aspira conseguir mediante los otros prototipos lo que es el granulado de caucho y polvo de caucho, de igual forma este producto final como materia prima es muy versátil para su futuro uso en diferentes industrias como las que fabrican topes usadas en avenidas, este prototipo beneficiara de manera directa a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná de la carrera de Ingeniería en Electromecánica, siendo este el primer paso para las futuras investigaciones que se van a realizar para abarcar a mayor escala de neumáticos con mayores dimensiones.

Palabras claves: Neumático, técnicas ingenieriles, prototipo, proceso de reciclaje, cuchillas esféricas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: "Design of a prototype of a linear cutting machine for rubber through the tire recycling process in the canton of La Maná".

Author:

Paredes Salinas Bryan Alexis

Saavedra Peñafiel Francisco Javier

ABSTRACT

The prototype of the rubber cutting machine aims to give a second use to the tires, specifically those of rim 13 that are the most consumed in the automotive market, since these after having fulfilled their useful life on the road are often discarded to the environment irresponsibly causing a lot of contamination by the materials of which it is constituted, with engineering techniques and through this prototype that will generate little quantity, it is intended to take the first steps for future studies that will be of great help to create a machine of larger dimensions and capacity to take advantage of this resource of the tires that every user who has a vehicle after having completed its useful life seeks to get rid of, with the implementation of this system that practically cuts the tire using spherical blades, leaving it in a strip of dimensions width already established, since it is a part of the tire recycling process, at the end of the production process it is aspired to achieve by means of the other prototypes what is the rubber granulate and rubber powder, in the same way this final product as raw material is very versatile for future use in different industries such as those that manufacture buffers used in avenues, this prototype will directly benefit the students of the Technical University of Cotopaxi - La Maná Extension of the Electromechanical Engineering Major, this being the first step for future research that will be carried out to include larger scale of tires with larger dimensions.

Keywords: Tire, engineering techniques, prototype, recycling process, spherical blades.



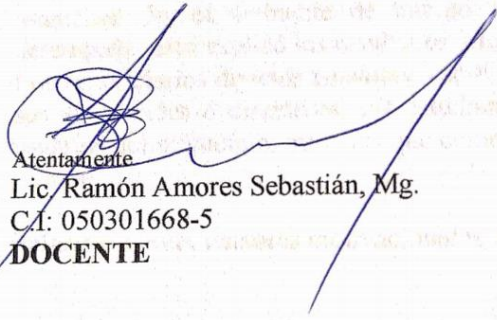
Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por los estudiantes Egresados de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas,

Atentamente,



Atentamente
Lic. Ramón Amores Sebastián, Mg.
C.I: 050301668-5
DOCENTE

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
<i>DEDICATORIA</i>	v
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vi
RESUMEN	vii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	ix
ÍNDICE.....	x
ÍNDICES DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	1
3. JUSTIFICACIÓN	2
4. BENEFICIARIO DEL PROYECTO	3
4.1 Beneficiario Indirecto	3
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5.1. Planteamiento de la problemática.....	4
5.2. Formulación del Problema.....	4
6. OBJETIVOS	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivo Especifico	5
8. FUNDAMETACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA.....	6
8.1. Antecedentes.....	6
8.2. Marco Teórico	8
8.2.1 El caucho como material estratégico	8
8.2.2 Los Neumáticos	9
8.2.3 Proceso de fabricación de un neumático	11
8.2.4 Elementos del neumático	12
8.2.5 Composición del neumático	13
8.2.6 Vida útil del neumático en general.	14
8.2.7 Tipos de construcción de neumáticos.....	15
8.2.7.1 Las diferentes industrias que actúan en este proceso son:.....	15
8.2.7.2 Elaboración de mezclas de los cauchos naturales y sintéticos.....	15
8.2.7.3 Fabricación de productos semiterminados	16
8.2.7.4 Confección de la carcasa	16
8.2.7.5 Vulcanizar el neumático verde	17

8.2.7.6	Proceso final del neumático.....	17
8.2.8	Neumático diagonal y radial.....	18
8.2.9	Neumáticos de verano, de invierno y "all seasons"	19
8.2.10	Tablas de códigos, símbolos, clasificación y conversión	19
8.2.11	Proceso de reutilización de los neumáticos	21
8.2.12.	Métodos para la recuperación de los neumáticos	22
8.2.12.1.	Métodos por aplicación de temperatura. (calor).....	22
8.2.12.2.	Métodos físicos para descomponer los neumáticos.....	24
9.	METODOLOGIA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26
9.1	Metodología de la Investigación.....	26
9.1.1	Investigación exploratoria	26
9.1.2	Investigación descriptiva	27
9.1.3	Investigación Aplicada	27
9.1.4	Investigación bibliográfica	27
9.2	Diseño Mecánico: Ecuaciones y cálculos.....	27
9.2.1	Medidas, promedios y resultados de ensayos de tracción	27
9.2.2	Cálculo para el dimensionamiento del moto-reductor.....	28
9.2.3	Cálculo sobre la velocidad angular y lineal de las cuchillas (MCU).....	28
9.2.4	Cálculo para la cantidad de grasa que se le debe aplicar a un rodamiento	29
9.2.5	Cálculo para pruebas en desgarro	29
9.2.6	Cálculo para el rendimiento del motor	29
9.2.7	Cálculo para la duración de las chumaceras	30
9.2.8	Cálculo para la relación de engranajes	30
9.2.9	Cálculo de la velocidad de los engranajes.	30
9.2.10	Cálculo de fuerza tangencial de los engranajes.	31
9.2.11	Cálculo para dimensionar el eje.....	31
9.2.12	Cálculo para determinar la potencia del motor.....	31
9.2.13	La potencia desarrollada por el motor en W.....	32
9.2.14	Cálculo para la deformación real experimentada por el trabajo basado en el espesor del material antes y después.	33
9.3.15	Cálculo para dimensionar el conductor (AWG) correcto	33
9.3.16	Dimensionamiento del interruptor termo magnético.....	34
9.3.17	Dimensionamiento del Relé térmico	34
9.4	Análisis por método de elementos finitos	35
10	ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	37
10.11	Determinación del ancho adecuado para las tiras del caucho	37
10.12	Diseño del prototipo	38
10.13	Implementación del prototipo.....	39
11	IMPACTO SOCIAL, TÉCNICO Y ECONÓMICO	40
11.1.	Impacto ambiental	40
11.2.	Impacto social.....	40

11.3.	Impacto económico.....	40
11.4.	Impacto técnico.....	41
12	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO	41
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
13.1	Conclusiones.....	44
13.2	Recomendaciones	44
15	ANEXOS	49

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1:	Beneficiarios del Proyecto	3
Tabla 2:	Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	5
Tabla 3:	Composición indicativa en peso de los neumáticos según su tipo	14
Tabla 4:	Descripción de simbología P - métrico	19
Tabla 5:	Descripción de simbología P - métrico	20
Tabla 6:	Descripción de simbología métrico europeo	20
Tabla 7:	Descripción de simbología métrico europeo	20
Tabla 8:	Descripción de simbología Alfa métrico	21
Tabla 9:	Descripción de simbología numérico	21
Tabla 10:	Valores de Elastómeros / Caucho Estándar	27
Tabla 11:	Características de los cables conductores	33
Tabla 12:	Componentes del árbol del molino de paleta	35
Tabla 13:	Características de cuchillas y engranajes	36
Tabla 14:	Elementos de corte	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Árbol de caucho	9
Gráfico 2: Los neumáticos.....	11
Gráfico 3: Partes del neumático.....	13
Gráfico 4: Composición del neumático	14
Gráfico 5: Planta de reciclaje de neumáticos.....	22
Gráfico 6: Máquina de Pirolisis.....	23
Gráfico 7: Incineración	24
Gráfico 8: Trituración mecánica.....	25
Gráfico 9: Convertir neumáticos (NFU) en energía eléctrica.....	26

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diseño de engranajes con las cuchillas	35
Ilustración 2: Engranajes con las cuchillas.....	35
Ilustración 3: Estructura del prototipo	36
Ilustración 4: Moto-reductor.....	36
Ilustración 5: Chumaceras	36
Ilustración 6: Engranajes	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Curriculum vitae del primer investigador	49
Anexo 2: Curriculum vitae del segundo investigador	51
Anexo 3: Informe técnico mecánico de las cuchillas	53
Anexo 4: Corte del tubo cuadrado para la estructura metálica.....	54
Anexo 5: Medición del tubo cuadrado para proseguir al corte	54
Anexo 6: Rematando el marco de la estructura con electrodos 60/13.....	54
Anexo 7: Torneado del eje	55
Anexo 8: Remate de las patas de la estructura	55
Anexo 9: Realizando perforaciones para colocar las chumaceras.....	55
Anexo 10: Montaje de bases para las chumaceras	55
Anexo 11: Encuadre de las chumaceras	56
Anexo 12: Colocación de las chumaceras	56
Anexo 13: Estructura metálica del prototipo utilizada como base	56
Anexo 14: Pintura a la base	56
Anexo 15: Ensamblaje del motor y engranajes	57
Anexo 16: Pintado al moto-reductor y a los engranajes	57
Anexo 17: Sujeción de las cuchillas	57
Anexo 18: Proceso de ensamblaje del segundo engranaje	57
Anexo 19: Ensamblaje final del prototipo de la máquina de corte lineal para caucho (neumáticos)	58
Anexo 20: Derivaciones para el cableado del motor	58
Anexo 21: Instalación y conexión de equipos eléctricos de protección	58
Anexo 22: Certificación de plagio URKUND.....	59

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Título del Proyecto

Diseño de un prototipo de máquina de corte lineal para caucho mediante el proceso de reciclaje de neumáticos en el cantón La Maná
Tiempo de Ejecución

Fecha de inicio: Noviembre 2020

Fecha finalización: Marzo 2021

Lugar de ejecución: Provincia de Cotopaxi, cantón La Maná, sector la virgen
Av. Los Almendros y calle Pujilí.

Unidad académica que auspician: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Ingeniería en Electromecánica.

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de Trabajo:

Ing. Phd. Yoandris Morales Tamayo

Sr. Paredes Salinas Bryan Alexis

Sr. Saavedra Peñafiel Francisco Javier

Área de conocimiento: Ingeniería, industria, construcción

Línea de investigación: Procesos Industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Mediante el presente proyecto hace énfasis a una investigación y ejecución sobre un prototipo de la máquina de corte lineal de neumático ya que este procede a dar un segundo uso a las llantas específicamente las de rin 13, que son las de mayor consumo en el mercado automotriz, ya que estas después de haber cumplido con su vida útil, muchas veces son desechadas al ambiente irresponsablemente causando mucha contaminación por los materiales de los que está constituida.

En el cantón de La Maná se encontró como problemática el desecho inadecuado de los neumáticos para lo cual se puso en práctica el plan de reciclaje de neumáticos para aprovechar este recurso de los neumáticos conociendo que la mayoría de personas poseen un vehículo después de haber cumplido con su vida útil busca deshacerse de ellos ya que pocos saben que a este material se lo pueden dar diferentes usos teniendo utilidad para otros artículos que son fabricados en base al caucho.

Debido al foco de infección y contaminación que esto genera. La UTC – Extensión La Maná junto a los estudiantes de la carrera Ingeniería en Electromecánica pretenden minimizar la contaminación generada por los neumáticos mediante el uso del prototipo para el proceso de reciclaje, siendo esta una solución viable para reutilizar los neumáticos de rin 13.

3. JUSTIFICACIÓN

Neumáticos que se desechan al medio ambiente porque liberan sustancias tóxicas cuando se exponen al aire. Esto se debe a que los neumáticos están hechos de materiales complejos no biodegradables porque están hechos de 80% de caucho vulcanizado, 15% de acero y 5% de caucho sintético. La fibra y su composición química especial pueden hacer que las toxinas penetren en el suelo y el agua. Los neumáticos son elementos de gran potencial para el reciclaje, entre sus componentes, son elementos como el caucho, el alambre acerado en forma de malla y la parte textil, los cuales son susceptibles a ser alterados y reincorporados a nuevos procesos productivos a partir del reciclaje. La investigación aún no ha determinado si los neumáticos con baterías absorberán suficientes productos químicos (como el óxido de zinc) para representar un peligro, pero deshacerse de los neumáticos quemándolos en lugar de reciclarlos de forma segura puede tener graves consecuencias para el medio ambiente.

En la provincia de Cotopaxi se encuentra un nivel muy alto de contaminación, en la ciudad se encuentran los neumáticos en los contenedores, lotes baldíos, ríos, esperando en ser desechados en su gran mayoría se encuentran fuera de la ciudad una gran cantidad de

neumáticos votados al aire libre desechados irresponsablemente sabiendo que a los neumáticos se los puede reutilizar mediante el proceso de reciclaje.

En el cantón de La Maná, la gente está preocupada por la eliminación irresponsable de llantas y la pérdida del conocimiento entre los residentes. La Extensión de la Universidad Técnica Cotopaxi-La Maná y los estudiantes de ingeniería mecánica y eléctrica decidieron crear un prototipo de cortadora lineal para el proceso de reciclaje de neumáticos, en este caso serán eliminados a los 13 años por la gran cantidad de vehículos que utilizan Tipo altura del vehículo,, el proceso en general se busca reducir el impacto ambiental que producen los neumáticos en desuso ya que estos para su creación requieren de sustancias toxicas que después de haber cumplido con sus kilómetros de recorrido para el que fue creado o un deterioro en el labrado del mismo estas son reemplazadas por unos nuevos y así seguirá con las que ha reemplazado, entonces con el proceso de reciclaje de neumáticos el motivo es dar los primeros pasos para la creación de una máquina con dimensiones mayores en capacidad y dimensiones para una producción a mayor escala.

4. BENEFICIARIO DEL PROYECTO

4.1 Beneficiario Indirecto

El presente proyecto investigativo a realizar va dirigido a la Extensión de la Universidad Técnica Cotopaxi-La Maná, con el principal objetivo disminuir la contaminación generada por los neumáticos utilizando un prototipo de una máquina de corte lineal.

Tabla 1: Beneficiario del Proyecto

BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	
Beneficiario Directo	La extensión de la Universidad Técnica Cotopaxi-La Maná
Beneficiario Indirecto	Estudiantes de Electromecánica
Total de la población 100%	

Fuente: Realizado por Los Investigadores

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Planteamiento de la problemática

En la actualidad, el consumo de vehículos está aumentando, y cada año se desechan neumáticos que producen una gran cantidad de neumáticos de la misma forma, lo que genera contaminación visual o ambiental. Estos neumáticos no son biodegradables y están compuestos por sustancias tóxicas, el rendimiento del neumático Vida útil. Además de la producción a gran escala, el medio ambiente también lo ha convertido en un importante problema ambiental en Ecuador y el mundo.

Por lo general los usuarios después de haber usado estos neumáticos y que estos a la vez hayan cumplido con su vida útil para ya no ser reutilizados, buscan reemplazarlos, pero después viene el verdadero problema que es como deshacerse de manera fácil de esto neumáticos, siendo la solución más fácil y cómoda para las personas la de arrojarlos a las vías o lugares de poca concurrencia. Puesto que los neumáticos pueden tardar hasta unos 500 años en degradarse si no tienen un correcto tratamiento para su degradación.

El proyecto va a contribuir al cantón La Maná mejorando el sistema de recolección y reciclaje de neumáticos para darles un segundo uso al caucho, puesto que La Maná se encuentra ubicada en una zona geográfica muy húmeda y rodeada de fuentes hídricas al arrojar los neumáticos cerca de los ríos o en lotes baldíos ayudan a la proliferación de mosquitos además de que también estos liberan de manera graduada al aire bifenilos poli clorados que son tóxicos muy peligrosos que por lo general se manifiestan ante los factores climáticos como como el sol o el agua.

5.2. Formulación del Problema

¿La construcción de un prototipo de una máquina de corte lineal para caucho mediante el reciclaje de neumáticos para reducir la contaminación que producen utilizando neumáticos desechados de rin 13?

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Implementar un prototipo de máquina para el corte lineal de neumáticos fuera de uso que permita el proceso de reciclado del caucho y su reutilización en diferentes aplicaciones.

6.2. Objetivo Especifico

- Determinar el ancho de las tiras de caucho para un correcto proceso de corte del neumático.
- Diseñar los modelos que componen el prototipo de máquina con las especificaciones técnicas requeridas para que soporte los esfuerzos físicos-mecánicos durante el corte del neumático.
- Construir el prototipo de máquina para el corte lineal de neumáticos fuera de uso basado en las exigencias del proceso del reciclaje de estos en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Tabla 2: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS			
OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIO DE VERIFICACIÓN
-Determinar el ancho correcto de las tiras de caucho que se obtendrán del neumático para que no afecte al siguiente proceso que realiza el prototipo.	-Selección de los instrumentos de medida y control. -Elaboración de cálculos para interpretar las mediciones necesarias para el corte del neumático. -Análisis del proceso del corte lineal de los neumáticos determinando el ancho de cada uno.	-Obtención de datos mediante los instrumentos de recolección de datos. -Compresión de los datos obtenidos para aplicarlos en la máquina de corte lineal. -Procedimiento del trabajo para no afectar el siguiente proceso.	-Documentación sobre los instrumentos de recolección de datos. -Informe sobre los datos que se obtuvieron. -Informe sobre los análisis de resultados.
-Diseñar el prototipo con especificaciones técnicas de manera que cumpla con las funciones para la cual es diseñado de acuerdo con su capacidad de transformar la materia prima para que trabaje de forma eficiente y segura.	-Diseño del prototipo en base a maquinas existentes. -Obtención información de acuerdo a la materia prima que se procesará.	-Adecuación partes de máquinas similares en el prototipo. -Mediante la obtención de información de la materia prima adecuarlo de manera correcta al prototipo.	-Informe sobre las partes que posee el prototipo de máquina de corte lineal de neumáticos. -Documentación sobre la información obtenida de la materia prima mediante el corte de los neumáticos reciclados.
-Implementar el prototipo con las otras máquinas para mostrar el proceso completo del reciclaje de neumáticos en la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná	-Realización un sistema de monitoreo y pruebas de funcionamiento. -Análisis de resultado final en base a las tiras de caucho.	-Conocimiento de las condiciones de trabajo. -Conocer el potencial del neumático como materia prima.	-Documentación sobre el desarrollo de análisis y resultados. -Documentación los análisis de los resultados y anexos.

Fuente: Realizado por los investigadores

8. FUNDAMETACIÓN CIENTIFICO TÉCNICA

8.1. Antecedentes

El reciclaje o reutilización de los neumáticos es un tema que genera interés a escala global. En Ecuador, por ejemplo, se prevé que año tras año se desechan toneladas de neumáticos y que cada una puede demorar 500 años en degradarse. Estos neumáticos no siempre son desechados apropiadamente y terminan convirtiéndose en basura común que se acumulan en carreteras, terrenos abandonados, orillas de ríos, etc.

En Ecuador el año pasado se comercializaron alrededor de 3 millones de neumáticos, que cuando terminan su vida útil se los desecha y en muchos casos son incinerados generando más contaminación por los gases tóxicos que emanan (El Telegrafo, 2020)

En el Ecuador, el Ministerio del Ambiente es la autoridad nacional competente para todos los temas medio ambientales y de reciclaje, por este motivo es la entidad encargada de normar y regular el funcionamiento de todo tipo de fábrica o gestor ambiental.

Como respuesta a esta problemática, el Ministerio del Ambiente (MAE) expidió mediante el acuerdo ministerial N° 20, el plan de gestión integral de los neumáticos usados. El objetivo es establecer objetivos, procedimientos y especificaciones ambientales para la especificación, aplicación y control del plan para la recuperación y tratamiento de las llantas. El documento describe el correcto proceso que deben cumplir los importadores y productores, en cuanto a la cadena de comercialización mecanismos de comunicación, recolección, devolución, acopio, transporte, tratamiento, disposición final y exportación en los casos que apliquen, con la finalidad de garantizar un manejo ambientalmente seguro de los desechos. El plan de neumáticos usados es parte del principio de responsabilidad extendida de productores e importadores establecido en el reglamento para prevención y control de la contaminación de productos químicos peligrosos surgió una demanda a los sistemas de tratamiento y disposición final de los desechos sucesibles a ser reciclados. Ahora, los importadores tienen la responsabilidad de prever la disposición final de los desechos, a través de un plan de gestión integral, que deben presentar a la autoridad ambiental para su aprobación. También tiene que constar los mecanismos de elaboración y disposición final del desecho, una vez que el producto cumplió con su tiempo de vida útil. (Ministerio del Ambiente y del Agua , 2013)

8.2. Marco Teórico

8.2.1 El caucho como material estratégico

Los materiales naturales obtenidos a partir de los seres vivos, vegetales o animales han tenido una gran importancia en el desarrollo de la humanidad. Así, fibras de origen vegetal, como el algodón o el lino, o animal, como la lana, la seda o el cuero, han desempeñado un papel muy importante en el vestido de las personas, pero entre la gran diversidad de materiales de origen natural hay una que ha tenido una gran importancia como material estratégico y que ha sido vital para el desarrollo de la industria de la automoción en el siglo XX, y es el caucho.

El caucho natural se obtiene del látex extraído de la corteza del árbol tropical *Hevea brasiliensis* y era una curiosidad hasta que, en 1844, es el Estadunidense Charles Goodyear invento la vulcanización del caucho, que proporciona un producto elástico y resistente, muy apropiado para su uso como neumático. Con el desarrollo de la automoción comienza la gran demanda del caucho y la amazonia se convierte en zona estratégica, lo que provoca que la gran potencia mundial del primer tercio del siglo XX, Gran Bretaña, logre sacar semillas de heveas de Brasil para establecer plantaciones de heveas en Ceilán y Malasia.

La calificación del caucho natural como material estratégico hizo que Alemania (Gran potencia del sector químico) acelerase la investigación de la obtención de caucho sintético, de esta forma, en 1936, las cubiertas de automóvil hechas del polímero llamado Buna, por reacción de polimerización del butadieno, ya eran mejores que las fabricadas de caucho natural. En la actualidad existen muchos tipos de cauchos sintéticos para multitud de aplicaciones por ser un material elastómero excepcional, además de su destino para la fabricación de neumáticos. (Andres, 2016)

Según (Andrés, 2016): se dice que el caucho es conocido como material estratégico ya que este es vital para el desarrollo en la industria del automovilismo, conociendo que esto se obtiene de la planta realizando un corte no tan profundo para recolección del látex y este pase a ser procesado.

Gráfico 1: Árbol de caucho

Fuente: Obtenida de (Ramirez, 2018)

8.2.2 Los Neumáticos

El neumático es uno de los elementos más importantes del vehículo, por no decir el que más, tanto a nivel de seguridad activa, como de prestaciones y experiencia de conducción, y aunque casi todas las prestaciones del vehículo vienen limitadas por él: aceleración, frenado, pasó por curva..., salvo, por ejemplo, la aerodinámica. Por tanto, es un componente de nuestro vehículo que convendría conocer en profundidad. Ahora bien, ¿Te has preguntado alguna vez cuáles son las diferentes partes o elementos que componen su estructura? Te diré que son algunos cuantos más que la banda de rotura, el flanco y “los alambres”. (Gomez, 2020)

Según (Gomez, 2020) se concluye que los neumáticos son lo más indispensable al momento de hablar del vehículo, ya que permite que el vehículo se mueva, se frene y la función base es la de movilizar a las personas con comodidad y también de aportar a la parte industrial para que este sector crezca.

Los neumáticos en general influyen sobre el rendimiento, comportamiento y prestaciones de los vehículos, ya que son los únicos elementos que permanecen en contacto con la superficie del suelo, es por eso, que, en todas las condiciones de rodadura, la seguridad depende de una superficie de contacto con el suelo, la cual es relativamente pequeña, por lo tanto, es esencial mantener permanentemente los neumáticos en buen estado y montar un neumático adecuado cuando es necesario cambiarlo.

Los neumáticos forman parte de los sistemas de suspensión, frenos y dirección del camión, e influyen de manera decisiva en la seguridad, maniobrabilidad y manejo general del mismo e incluso en el consumo de combustible. Por ello resulta recomendable adquirir neumáticos del mismo tipo y medida o los recomendados por el fabricante, aunque estos últimos no siempre se adecuan a todos los casos, pues cada sector de transporte tiene necesidades y requerimientos distintos que vale la pena considerar.

La mayoría de los transportistas casi nunca prestan atención a los neumáticos, salvo cuando se presentan problemas o es necesario reemplazarlo. Cuando esto ocurre, los consumidores acostumbran a comprar los neumáticos apresuradamente, sin tomar en cuenta las características del vehículo, así también como la de los neumáticos que van a determinar la posición de ubicación del vehículo. Por lo cual es importante tomar en cuenta los factores básicos para elegir una llanta adecuada, para no cometer errores que afecten a la economía de los usuarios e incluso se atenten contra la propia seguridad.

El neumático transforma la fuerza del motor en transmisión y es responsable en el frenado y la estabilidad en las curvas. Por eso, es muy importante saber cómo está fabricado el neumático, las características de cada tipo, modelo, aplicaciones, principalmente los cuidados y mantenimientos de los mismos. (Tacuri & Paucar, 2015)

Según (Tacuri & Paucar, 2015) se determinó que los neumáticos cumplen con funciones más allá de rodar la cual es sobre el rendimiento del vehículo y que estos neumáticos tienen que permanecer en buen estado para no presenten averías muy rápido y tengan que cumplir con las horas de uso y trabajo para lo que se diseñó, también decir que el neumático da prestaciones al momento de transmitir la fuerza del motor depende en gran medida también de la marca, ya que habrá una mayor garantía en cuanto a su duración.

La estructura del neumático está formada en la parte interior por láminas de caucho, una malla de acero y/o textil y una capa exterior de caucho macizo moldeado, que constituye la

banda de rodadura. Esta banda es la que va en contacto con la superficie del camino, tiene una alta resistencia al desgaste y a través de su diseño proporciona las características de tracción, frenado y adherencia.

Durante el uso se produce un desgaste de la banda rodadura, volviendo insegura la conducción, por lo que el neumático debe ser cambiado. Generalmente los fabricantes de neumáticos recomiendan como mínimo 3 mm de profundidad de dibujo o huella para garantizar la seguridad del vehículo. Con ese mismo objetivo, en algunos países existen normas de seguridad de tránsito que establecen la profundidad mínima de dibujo o huella en 1,6mm. Esta es la razón por la cual existe un significativo mercado mundial de neumáticos usados, hacia aquellos países que no cuentan con este tipo de normas. (Tacuri & Paucar , 2015)

Según (Tacuri & Paucar, 2015) nos manifiesta sobre la conformación estructural del neumático tanto de su parte interior como su parte exterior, y de algunos aspectos que hay que tener en cuenta al momento de adquirir un neumático para obtener un máximo rendimiento en las labores que se lo vaya a someter, puesto que necesario conocer estos aspectos ya que normalmente no lo hacemos y se los utiliza por utilizar, y al final se termina dañando antes de esperado.

Gráfico 2: Los neumáticos



Fuente: Obtenida de (PeonSport, 2018)

8.2.3 Proceso de fabricación de un neumático

La elaboración del neumático empieza con la preparación de los compuestos de caucho específico por componentes individuales. Los componentes del neumático son preparados de

materiales primas (sin procesar), primero se analizan los elastómeros, fillers (rellenadores), aditivos químicos, ayudantes del proceso y anti degradantes. Estos son pesados y mezclados fabricando un compuesto con suficiente homogeneidad, para tener así un fácil manejo en futuras operaciones. A todo esto, hay que tener en cuenta que la secuencia de tiempo, energía de mezclado y temperatura utilizada en el proceso, son variables importantes que influirán en el desarrollo de las propiedades físicas finales que obtenga este componente, así como las condiciones del proceso, el tipo y proporción de ingredientes de cada compuesto influirán en las propiedades del neumático final. Una vez se obtiene el compuesto es estirado en láminas por la mezcladora o como colada en la extrusora. Las láminas se forman en diferentes componentes (banda de rodadura, capas, cinturones, etc.), y son amasadas en un molino donde la energía térmica y mecánica reduce la plasticidad (sistema caliente de suministro). El compuesto final es retirado del molino como una cinta continua directamente a la calandria, extrusora o al aislante del collar donde se une con las fibras metálicas o con el textil formando los componentes, luego éstos son cortados a los tamaños requeridos y en los ángulos deseados, antes del proceso de construcción del neumático. (Flores, 2013)

Según (Flores, 2013) se indica los pasos a seguir para la elaboración de los neumáticos, desde el primer componente hasta el resultado final para entender de que está constituido los neumáticos que adquirimos para los vehículos y como de un simple fluido y por medio de varios procesos químicos podemos obtener un neumático.

8.2.4 Elementos del neumático

Un neumático es un producto complejo de alta tecnología compuesto por múltiples componentes que utilizan múltiples materias primas. Es una parte esencial de la seguridad del vehículo. En el mismo neumático, la composición del caucho es diferente. Cada material tiene características completamente diferentes y su confección requiere una precisión extremadamente alta. Cada componente ha sido cuidadosamente diseñado para tener las

ventajas de flexibilidad, fuerza y agarre. También se utilizan una gran cantidad de cables metálicos y cables sintéticos. (Ruiz .P., 2018)

Gráfico 3: Partes del neumático



Fuente: Obtenida de (Equipo de Redacción Partes Del.com, 2018)

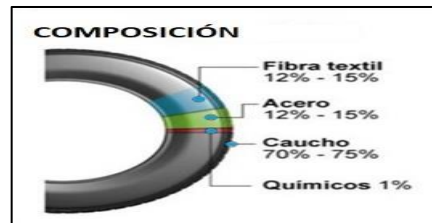
8.2.5 Composición del neumático

Las llantas o neumáticos, tienen varios componentes para dar propiedades específicas. Los neumáticos en desecho o en desuso resisten diferentes procesos de degradación química o microbiológica debido al proceso de vulcanización que sufrieron en la manufactura del neumático nuevo.

Los principales componentes del caucho de los neumáticos son caucho de estireno butadieno (SBR), caucho natural (NR) además caucho de polibutadieno (BR).

De manera general un neumático se compone en: Caucho 70%, Acero 15%, Fibras textiles 14%, otros elementos 1%. (Arevalo, 2019)

Los componentes tanto físicos como químicos de los neumáticos se los podría clasificar en forma general como se lo identifica en la Tabla 3, aunque estas composiciones son diferentes dependiendo de los fabricantes y tipos de neumáticos existentes se tomarán como referencia de los datos emitidos por la ETRA con sus siglas en inglés (Asociación Europea de Reciclaje de Neumáticos)

Gráfico 4: Composición del neumático

Fuente: Obtenida de (ALBAC, 2018)

Tabla 3: Composición indicativa en peso de los neumáticos según su tipo

DESCRIPCIÓN	LIVIANOS (%)	PESADOS (%)	FUNCIÓN
Caucho	47	45	Estructural – deformación
Elastómeros	21.5	22	Mejora de propiedades físicas
Negro de humo	16.5	25	Formación del esqueleto estructural
Metal	5.5	0	Formación del esqueleto estructural
Textil	1	2	Catalizador
Óxido de Zinc	1	1	Agente vulcanizante
Azufre	7.5	5	-----
Aditivos	74	67	-----
Materiales basados en carbón			

Fuente: Obtenida de (Siguenza, 2015)

8.2.6 Vida útil del neumático en general.

Los neumáticos son estructuras tubulares complejas (que utilizan hasta 200 compuestos químicos diferentes), compuestos principalmente de caucho natural (sus componentes principales), caucho sintético, negro de humo (relleno de refuerzo), reactivos químicos (azufre, óxido de zinc, cadmio y aditivos), Aceites de composición mineral y fibras de refuerzo (alambre de acero y textiles).

Los cauchos sintéticos más utilizados en la actualidad son el estireno-butadieno (SBR), el caucho sintético (IR) y el poli butadieno (BR).

La matriz de caucho más utilizada es el copo limero de cal de estireno-butadieno (SBR), que contiene un 25% en peso de estireno o una mezcla de caucho natural SBR. La combinación

de caucho natural y caucho sintético hace que el caucho natural sea elástico, mientras que el caucho sintético tiene estabilidad térmica.

El proceso de vulcanización al que se someten los neumáticos es el entrelazamiento de cadenas de polímeros y moléculas de azufre a alta temperatura y presión. En este proceso, el caucho cambia de un material termoplástico a un elastómero. Las empresas de fabricación y distribución de neumáticos estiman que, una vez instaladas en un automóvil, siempre que su proceso de almacenamiento sea suficiente y se hayan prestado los cuidados necesarios, su vida útil puede llegar a los 6 años. (Castro, 2017)

8.2.7 Tipos de construcción de neumáticos

La producción de neumáticos se lleva a cabo proporcionando diferentes industrias independientes, que juntas crean la estructura del neumático. Para su estructura final, siga los siguientes pasos:

8.2.7.1 Las diferentes industrias que actúan en este proceso son:

Industria del acero: Proporcionar un acero de alta resistencia, necesario para la fabricación de correas, carcasas y núcleos de los talones. La resistencia y las propiedades de unión del acero suministrado variarán, dependiendo del propósito con el que se aplicará al neumático.

Industria química: además de otros productos químicos que pueden aumentar el agarre y la durabilidad de los neumáticos, también se proporciona caucho sintético.

Caucho natural: el 70% de la producción se destina a la fabricación de neumáticos. Industria textil: Suministro de materiales para la fabricación de cables textiles de fibras de rayón, nailon, poliéster y aramida. Se utilizan en diferentes áreas, como el refuerzo del talón. (Roncero, 2014)

8.2.7.2 Elaboración de mezclas de los cauchos naturales y sintéticos con aditivos

En primer lugar, la mezcla de caucho natural y caucho sintético con aditivos se realiza en diferentes proporciones, según el propósito del neumático y las características finales a

mejorar u obtener del neumático (según el uso del neumático, resistencia, velocidad, carga, etc.) Variedad. Una vez que todo está mezclado y se hace la muestra final, se moldea en una unidad transportable. (Roncero, 2014)

8.2.7.3 Fabricación de productos semiterminados

El cable de acero transportado en el carrete pasa a través de la calandra y se cubre con goma cuando se enrolla en un círculo. Finalmente, se cortan a una cierta longitud para alcanzar el tamaño final del neumático en el que se utilizan. Para hacer la banda de rodadura, la mezcla de caucho se introduce en la extrusora, y una vez enfriada por refrigeración, se corta a medida.

En cables textiles: introduzca muchos alambres en la calandra y cúbralos con una fina capa de goma, y penetre completamente y cubra completamente los alambres.

La banda de fibras se corta a un ancho específico cuando se enrolla para poder transportarla más tarde. Al crear el cable de metal que se usará en el cordón, se usaron varios alambres recubiertos de goma (cada uno se moldeó en un aro). La capa lateral e interior de la carcasa: La cara es de caucho, que se introduce en la extrusora y se corta en diferentes tamaños según el tamaño del neumático a utilizar. La capa interna se moldea en una capa ancha y delgada con una calandra. (Roncero, 2014)

8.2.7.4 Confección de la carcasa

Una vez finalizado el suben samblaje anterior, se completa la fabricación de la carcasa, que se fabrica sobre un tambor metálico giratorio. El operador primero coloca el anillo de talón doblado en el tambor y luego lo despliega mientras gira lentamente, luego une la primera capa de tela a un forro o lámina hermética (llanta sin cámara) y la corta en los dos extremos junto con la longitud correcta y de acuerdo con la dirección diagonal del hilo.

El lado de la tela que sobresale del borde del tambor se dobla hacia el interior del molde, y luego se activa el dispositivo que contiene el aro del talón, el aro del talón se presiona en el

borde del tambor y el borde de la tela se extrae con la ayuda de un par de rodillos de presión laterales y el borde se dobla en el bastidor, se atasca en la tela alrededor del tambor.

Coloca la segunda tela en la dirección diagonal opuesta a la tela original, y al mismo tiempo coloca las correas de refuerzo en el talón y borde a ambos lados, aquí dóblalas nuevamente (refuerzo y la segunda tela) en el aro del zapato Poner en el talón que está fuertemente presionado con un rodillo de presión.

El paso final es colocar la pared lateral y la banda de rodadura como una sola pieza, cortar el borde de conexión en un bisel y usar otro par de rodillos para presionar la pared lateral y pisar la tela. Después de la fabricación, se pliega el molde y se retira la carcasa. La combinación de todos estos elementos produce la estructura del neumático con una forma cilíndrica que aún está lejos del extremo del neumático (forma retorcida). (Roncero, 2014)

8.2.7.5 Vulcanizar el neumático verde

Antes de vulcanizar (sin curar) el neumático crudo en una prensa (por ejemplo, Bag-OMatic), rocíelo con un líquido de liberación. Para vulcanizar, el neumático se introduce en un molde a una determinada temperatura y presión durante un período de tiempo, lo que le da al neumático su forma final. Aunque existen muchos tipos de prensas mecánicas, a continuación, se describirá el sistema Bag-O-Matic de McNeil Ltd.

La prensa consta de dos piezas metálicas fijas separadas con un cilindro en forma de membrana de goma (en la imagen) en el interior. Cuando se separan las dos partes metálicas del molde, la película se estira completamente, lo que permite colocar el neumático verde sobre la película, luego se cierra la prensa, se cierran las dos partes del molde y cuando se produce vapor, la película comienza a expandirse y a presionar el agua. (Roncero, 2014)

8.2.7.6 Proceso final del neumático

Una vez tengamos el neumático definitivo, será sometido a un control de calidad antes de su comercialización: visión, radiografía y concetricidad (fuerza centrífuga y control de oscilación de fuerza). (Roncero, 2014)

8.2.8 Neumático diagonal y radial

Existen diferentes tipos de neumáticos según sus características constructivas, la forma del dibujo de su banda de rodadura, o el tipo de utilización para el que están pensados. Seguro que has oído hablar de la mayoría de ellos, pero no viene mal dar un repaso rápido. Aquí los tienes todos.

Esta clasificación se debe a la tecnología de construcción utilizada en la fabricación de neumáticos. Los neumáticos diagonales consisten en capas alternas de tela entrelazada colocadas en diagonal sobre la carcasa, generalmente formando un ángulo de 40 a 45 grados. Una pila de estas capas (el número de capas que se utilizan para los neumáticos turísticos puede estar entre 6 y 8, mientras que en los neumáticos de camión puede ser de hasta 12 capas), van de lado a lado y por lo tanto se ubican en el lateral y en la parte superior del neumático, la rigidez es grande, pero su debilidad es la estabilidad lateral. No fue hasta mediados de la década de 1950 cuando se utilizaron más ampliamente los neumáticos radiales. Hasta la aparición de los neumáticos radiales, las funciones de los flancos y la parte superior de los neumáticos radiales estaban completamente separadas. Aquí, la armadura del neumático consiste en una capa de tela colocada radialmente de un talón a otro, formando una especie de "cámara de aire" que da forma a la carcasa, a continuación, termínelo con un tejido de cable metálico cruzado en su parte superior. Por lo tanto, los flancos son más ligeros y brindan mayor flexibilidad. En comparación con los neumáticos diagonales, los flancos se calientan menos y aseguran una mayor área de contacto con el suelo, lo que aporta durabilidad y seguridad por ende más beneficios. (Roncero, 2014)

Según (Roncero, 2014) nos explica las características de los neumáticos radiales los cuales son neumáticos con tejidos alternados y cruzados de manera diagonal en la parte de la carcasa, lo que permite ser un neumático con mayor flexibilidad y otras ventajas que nos ofrecen estos tipos de neumáticos.

8.2.9 Neumáticos de verano, de invierno y "all seasons"

Según la estación para la que están diseñados, existen neumáticos de verano, neumáticos de invierno y los denominados "All season" o "todo tiempo".

Los neumáticos de verano se pueden utilizar en cualquier época del año, pero sus características de diseño y construcción se han optimizado para mejorar el agarre, reducir la resistencia a la rodadura y proporcionar una conducción más suave y precisa en un clima sin nieve.

Los neumáticos de invierno tienen compuestos especiales para mejorar el agarre a bajas temperaturas, mientras que las entalladuras de la banda de rodadura pueden atrapar la nieve. Son sustitutos de las cadenas, pero no me malinterpreten, no son neumáticos que solo se pueden usar en carreteras nevadas. Cuando llueve o la temperatura exterior es inferior a los 7 grados centígrados, su rendimiento es mejor que el de cualquier otro tipo de neumático. Este es un artículo dedicado en el que tratamos temas relacionados con los neumáticos de invierno. (Roncero, 2014)

Según (Roncero, 2014) concluye que los neumáticos de todo tiempo que son los que usamos en el país, son los más recomendables ya que estos están diseñados con compuestos que mejoran el agarre para así usarlos en los días con mucha lluvia y en los días demasiado soleados, sin tener que estar con predicciones del día para poder cambiar los neumáticos.

8.2.10 Tablas de códigos, símbolos, clasificación y conversión

- **P - métricos**

P 195/ 75 R 14

Tabla 4: Descripción de simbología P - métrico

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
P	Diseño para vehículos de pasajeros
195/	Ancho de sección en milímetros
75	Relación entre la altura y el ancho de sección en %
R	Neumático radial
14	Diámetro de rin en pulgadas

Fuente: Obtenida de (Siguenza, 2015)

P 195/ 75 H R 14

Tabla 5: Descripción de simbología P - métrico

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
P	Diseño para vehículos de pasajeros
195/	Ancho de sección en milímetros
75	Relación entre la altura y el ancho de sección en %
R	Código de velocidad
H	Neumático radial
14	Numero de rin en pulgadas

Fuente: Obtenida de (Siguenza, 2015)

- **Métrico europeo**

165 R 15

Tabla 6: Descripción de simbología métrico europeo

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
165	Ancho de sección nominal en milímetros
R	Neumático radial
15	Diámetro del rin en pulgadas

Fuente: Obtenida de (Siguenza, 2015)

185 70 R 14

Tabla 7: Descripción de simbología métrico europeo

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
185	Ancho de sección nominal en milímetros
70	Relación entre la altura y el ancho de sección en %
R	Neumático radial
14	Diámetro de rin en pulgadas

Fuente: Obtenida de (Siguenza, 2015)

- **Alfa métrico**

G R 78 15

Tabla 8: Descripción de simbología Alfa métrico

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
G	Código de capacidad de carga
R	neumáticos radiales
78	Relación entre la altura y el ancho de sección en %
15	Diámetro de rin en pulgadas

Fuente: Obtenida de (Siguenza, 2015)

- **Numérico**

6.00 - 12

Tabla 9: Descripción de simbología numérico

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
6.00	Ancho de sección nominal en pulgadas
-	Diseño radial
12	Diámetro del rin en pulgadas

Fuente: Obtenida de (Siguenza, 2015)

8.2.11 Proceso de reutilización de los neumáticos

La producción masiva de neumáticos y la dificultad de que desaparezcan los neumáticos una vez utilizados son uno de los problemas medioambientales más graves del mundo en los últimos años. Las llantas requieren mucha energía (se puede usar medio barril de petróleo crudo para fabricar llantas de camiones) y, si no se reciclan adecuadamente, pueden causar una grave contaminación ambiental porque las llantas generalmente forman parte de vertederos no controlados.(Mendez, 2019)

Según (Mendez, 2019) declara la dificultad que produce al descomponer los neumáticos, la cantidad de componentes químicos y naturales que se utilizan para su creación, junto a lo que se genera después de que estos son utilizados y no se les encuentra destino final.

La principal dificultad de este tipo de generación de residuos está relacionada con la disposición final, ya que la mayoría de llantas de desecho se ubican al costado de la carretera, en lugares abiertos o en vertederos secretos, ocupando mucho espacio. La acumulación de neumáticos no solo aumenta la propagación de roedores, insectos y otras posibles fuentes de infección, sino que también aumenta la posibilidad de incendios y la emisión de gases tóxicos.(Olivares , 2016)

Según (Olivares, 2016) menciona que este tipo de residuos en el ambiente genera una serie de inconvenientes por lo que pueden llegar a generar estando al aire libre o en lugares donde realizan cambios de llantas a medio uso donde hay una gran cantidad de neumáticos arrumados, sin saber que estos generan gases toxicos para el ambiente como para el ser humano.

Gráfico 5: Planta de reciclaje de neumáticos



Fuente: Obtenida de (BESTON, 2019)

8.2.12. Métodos para la recuperación de los neumáticos

8.2.12.1. Métodos por aplicación de temperatura. (calor)

- **Termólisis.** - La termólisis es una reacción que puede separarse de al menos otros dos compuestos cuando un compuesto se somete a altas temperaturas. Los neumáticos se calientan anaerómicamente (no hay oxígeno). Las altas temperaturas y la falta de oxígeno destruirán los enlaces químicos que forman el neumático en sí, lo que dará como resultado cadenas de hidrocarburos, que son los compuestos originales de los neumáticos. A través de este proceso, se obtienen metales, hidrocarburos sólidos y

gaseosos, y estos metales e hidrocarburos pueden ser devueltos a la producción de neumáticos u otras actividades. (Castro , 2015)

Según (Castro, 2015) concluye que la termólisis es un proceso que se le realiza a los neumáticos en donde la ausencia de oxígeno y las altas temperaturas son indispensables para poder llevar a cabo el proceso y desintegrar las moléculas que componen el neumático.

- **Pirolisis.** - La pirolisis es la descomposición química de sustancias orgánicas y de todo tipo de materiales, excepto metales y vidrio, se produce por el calentamiento en condiciones libres de oxígeno, pero no produce dioxinas ni furanos que provoquen una grave contaminación ambiental. En lo que respecta a los neumáticos, a través de la pirolisis, la degradación del caucho se produce mediante la aplicación de calor para obtener: GAZ (un gas similar al propano que se puede utilizar para fines industriales) y aceite industrial líquido, que puede refinarse en diésel, coque y acero. (Poma, 2018)

Según (Poma, 2018) concluye que la pirolisis es un proceso al que se somete al neumático para poder descomponer la parte orgánica de este objeto del que menciona que se puede obtener gas de composición similar al gas doméstico que usamos en los domicilios, hoteles o restaurantes.

Gráfico 6: Máquina de Pirolisis



Fuente: Obtenida de (BESTON, 2019)

- **Incineración.** - La incineración es la combustión completa de materia orgánica hasta que se convierte en ceniza en el horno por oxidación química en presencia de exceso de oxígeno. Este es un proceso costoso, y además trae la dificultad de las diferentes

velocidades de combustión de los materiales que componen el neumático y la dificultad de depurar los residuos gaseosos vertidos durante el proceso, por lo que este es un proceso que no es fácil de controlar.

Este proceso genera calor que se puede utilizar como energía. Si no se controla la incineración, el impacto en el medio ambiente será grande: la liberación de gases, como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxido de zinc y óxido de plomo. Además, el hollín también contiene una gran cantidad de hidrocarburos aromáticos poli cíclicos altamente cancerígenos, y muchos de los residuos producidos también son solubles en agua, por lo que entrarán en la cadena alimentaria y entrarán a los humanos desde allí. (Barbosa & Salom , 2016)

Según (Barbosa & Salom, 2016) menciona sobre el proceso de incineración al que se lo puede someter al neumático para reducir su composición de una manera industrial y responsable, aunque este método de producción es costoso, pero es necesario ya que las empresas de neumáticos siguen produciendo en masa.



Gráfico 7: Incineración

Fuente: Obtenida de (MERCADOS COPAN, 2017)

8.2.12.2. Métodos físicos para descomponer los neumáticos.

- **Trituración criogénica.** - Este método requiere una instalación compleja, lo que los hace económicamente poco rentables, y el mantenimiento de máquinas y procesos también es difícil. La calidad del producto obtenido es baja, así como el material y

las dificultades económicas para separar caucho y metal entre sí y del material textil que constituye el neumático, por lo que no se recomienda utilizar este sistema(Mendez .D, 2018)

Según (Mendez .D, 2018) menciona que las instalaciones para realizar el proceso de criogenización no es recomendable por el aspecto económico, pero basándose en la subsistencia del medio ambiente es bueno siempre tener procesos que aporten a la conservación del planeta y del ser humano que lo habita.

- **Trituración mecánica.** - Este proceso es puramente mecánico, no existen agentes químicos ni adición de calor. Consta de pasar el neumático inicial por una serie de triturados sucesivos hasta conseguir reducir su volumen a un tamaño de salida muy pequeño, el cual dependerá del uso posterior que se le vaya a dar al producto. (Mendez .D, 2018)

Según (Mendez .D, 2018) menciona que la transformación del neumático por medio de la trituración mecánica, pretende que el proceso sea neta mente mecánico sin usar químicos ni adicionándole calor, ya que por medio de máquinas se puede lograr reducir el tamaño hasta lograr un tamaño pequeño en donde no haya inconveniente en transformar esta materia en lo que se desee ya que posee varios usos.

Gráfico 8: Trituración mecánica



Fuente: Obtenida de (RECOVERY S.A, 2021)

- **Conversión de neumáticos en energía eléctrica.** - Una vez que se preparan los residuos de neumáticos, se pueden convertir en electricidad utilizable en la propia planta de reciclaje, o se pueden transferir directamente a otras instalaciones de distribución. Los residuos se introducen en la caldera para su combustión. El calor

liberado en él se convierte en vapor a alta temperatura y alta presión y se envía a la turbina. A medida que se expande, mueve la turbina y el generador conectado a él produce electricidad, que luego debe convertirse para uso directo.(Mendez .D, 2018)

Según (Mendez .D, 2018) concluye que los neumáticos pueden ser utilizados para producir energía eléctrica y así contribuir con el poco interés de las personas para reciclar, generando un empleo y deshacerse poco a poco de los neumáticos desechados irresponsablemente, siendo un gran proyecto y de manera escalable el generar energía eléctrica por medio de los NFU.

Gráfico 9: Convertir neumáticos (NFU) en energía eléctrica



Fuente: Obtenida de (Perez, 2015)

9. METODOLOGIA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Metodología de la Investigación

Para llevar a cabo proyectos de investigación se requieren varios tipos de investigación.

9.1.1 Investigación exploratoria

Los resultados de dicha investigación proporcionan una visión general o un conocimiento superficial del tema, que es un primer paso inevitable en cualquier tipo de investigación de seguimiento que desee realizar. A través de este tipo de investigación se puede obtener información inicial para continuar una investigación más rigurosa, que permite conocer los problemas que ocasiona la contaminación de los neumáticos, por lo que la cortadora lineal para neumáticos se ha fabricado mediante el proceso de reciclaje de neumáticos.

9.1.2 Investigación descriptiva

Este tipo de investigación implica presentar la información más relevante para un hecho o situación particular, el investigador debe definir su análisis y los procesos involucrados. Nos permite utilizar el prototipo de cortadora lineal de neumáticos para aprender más sobre los problemas en el proceso de reciclaje de neumáticos, ayudando así a reducir la contaminación causada por neumáticos desechados.

9.1.3 Investigación Aplicada

Esta investigación es el foco de investigación y es una etapa de investigación especializada en desarrollo tecnológico y análisis de información escrita. Usaremos todo el conocimiento adquirido para solucionar el problema ocurrido en La Maná, que provocó un alto nivel de contaminación por neumáticos descartados incorrectamente.

9.1.4 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica ayuda a recopilar información clave como: artículos, revistas y artículos científicos, ya que esto puede proporcionar más conocimiento en los campos académico e investigativo, profundizar nuevos conocimientos sobre el tema en estudio y ayudar a reducir la contaminación de la identidad de los ciudadanos.

9.2 Diseño Mecánico: Ecuaciones y cálculos

9.2.1 Medidas, promedios y resultados de ensayos de tracción

Tabla 10: Valor estándar de elastómero / caucho

Elastómero	Resistencia a la tracción PSI	Elongación %
Caucho natural vulcanizado	2,5 – 3,5	750 - 850
SBR	0.2 – 3.5	400 – 600

Fuente: Obtenida de (Toapanta, 2017) Actualizada 2020

9.2.2 Cálculo para el dimensionamiento del moto-reductor

- **Determinación de la velocidad del moto-reductor**

Fórmula: $V_{mrr} = \phi * \pi$

V_{mrr} = Velocidad del moto reductor (cm/s)

ϕ = Diámetro del eje (cm)

Datos del moto-reductor

Número de rotaciones por minutos = 1155 revoluciones por minutos (rpm)

Sistema moto- reductor bifásico 220 V

Relación de moto – reductor= 1:52

Reducción salida = Numero de rotaciones por minutos * relación de moto-reductor

Reducción de salida = 1155 revoluciones por minutos (rpm) \times 1/52,08

Reducción a la salida=22,17 revoluciones por minutos (rpm)

Reducción a la salida en el tambor magnético = es de 22,17 revoluciones por minuto (rpm)

9.2.3 Cálculo sobre la velocidad angular y lineal de las cuchillas (MCU)

Fórmula: $V = \omega * r$ $\omega = \theta/t$

Desarrollo:

$$\phi = 50\text{cm} \quad r = 25\text{cm}$$

$$\omega = 22,17 \text{ rpm}$$

$$1 \text{ vuelta} = 360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

$$\theta = 22,17 * 2\pi \text{ rad} = 44,34\pi \text{ rad}$$

$$\omega = (44,34\pi \text{ rad})/1\text{min} * 1\text{min}/60\text{s} = 0,739\pi \text{ rad/s}$$

$$\omega = \mathbf{0,739\pi \text{ rad/s}}$$

$$V = 0,739\pi \text{ rad/s} * 0,25\text{m} = 0,18475\text{m/s}$$

$$\mathbf{V = 0,18475\text{m/s}}$$

9.2.4 Cálculo para la cantidad de grasa que se le debe aplicar a un rodamiento

Datos:

Gq = gramos de grasa

D = diámetro exterior del rodamiento

A = ancho del rodamiento

Constante = 0,005

$$\text{Desarrollo: } Gq = 0,005 * D * A$$

9.2.5 Cálculo para pruebas en desgarró

Fórmula: $R = 1 - (\text{Pieza dañada})/(\text{Pruebas realizadas})$

Desarrollo:

$$R = 1 - 5/35$$

$$R = 0,85$$

9.2.6 Cálculo para el rendimiento del motor

Fórmula: $R = P_{\text{útil}}/P_{\text{teórica}}$

Desarrollo:

$$P_{\text{mecánica}} = 10 \text{ Hp} = 7460W$$

$$\text{Rendimiento} = 85\% = 0,85$$

$$P_{\text{teórica}} = P_{\text{útil}}/R$$

$$P_{\text{teórica}} = 7460/0,85 = 8776,47W$$

$$R = 7460W/8776,47W * 100$$

$$R = 85$$

9.2.7 Cálculo para la duración de las chumaceras

Datos:

$L_{(\dots h)}$ = duración nominal en horas de servicio

n = velocidad constante de rotación en revoluciones/minutos

c = capacidad de carga dinámica

P = carga dinámica equivalente sobre el rodamiento

p = exponente de la formula de la duración; siendo p
= 3 para los rodamientos de bolas

Desarrollo:

$$L_{10h} = 1000000 / (60n (c/P)^p)$$

$$c = P * \sqrt[p]{(60 * n * L_{10h}) / 1000000}$$

9.2.8 Cálculo para la relación de engranajes

Fórmula:

Número de dientes de la rueda 1 * Velocidad de la rueda 1 =

Número de dientes de la rueda 2 * Velocidad de la rueda 2

$$Z1 * N1 = Z2 * N2$$

Desarrollo:

$$37 * 22,17 = 37 * N2$$

$$N2 = (37 * 22,17) / 37 = 22,17$$

$$37 * 22,17 = 37 * 22,17$$

$$1 = 1$$

9.2.9 Cálculo de la velocidad de los engranajes.

Fórmula: $P = T * \omega$

Fórmula: $\omega = P/T$

$$\omega = 7352,21W / (3167,4 Nm) = 2,321 rad/s$$

9.2.10 Cálculo de fuerza tangencial de los engranajes.

Fórmula: $T = Ft * r$

Fórmula: $Ft = T/r$

$$\omega = (230 \text{ mm})/2 = 115\text{mm} = 0,115\text{m}$$

$$Ft = (3167,4 \text{ Nm})/(0,115 \text{ m}) = 27542,60\text{N}$$

$$Ft = 27542,60\text{N} (0,102\text{kg f})/1\text{N} = 27542,60\text{N}$$

$$Ft = 2809,34 \text{ Kg f}$$

9.2.11 Cálculo para dimensionar el eje

Fórmula: $\tau_{max} = Tc/J$

Datos:

$Tc = \text{radio de la superficie exterior del eje}$

$J = \text{momento polar de inercia}$

$c = \text{radio del eje}$

$$c = D/2 = 50\text{mm}/2 = 25\text{mm}$$

$$J = (\pi * D^4)/32 = (\pi * (50\text{mm})^4)/32 = 613592,31\text{mm}^4$$

$$J = 613,592\text{m}^4$$

$$\tau_{max} = (3167,4\text{Nm} * 0,25\text{m})/(613,592\text{m}^4) = 1,2905\text{Nm}^2 = 1,2905\text{Pa}$$

$$\tau_{max} = 1,2905\text{Pa} * (0,000145038 \text{ PSI})/1\text{Pa} = 0,0001187 \text{ PSI}$$

9.2.12 Cálculo para determinar la potencia del motor

Fórmula:

$$\text{par}(kg\ m) = (\text{potencia (hp)} \\ * 716)/(\text{velocidad de giro de la flecha del motor(rpm)})$$

Desarrollo:

$$T = (Hp * 716)/rpm$$

$$T = (10hp * 716)/22,17 = 322,95Kg\ m = 3167,06Nm$$

$$T = 3167,06Nm$$

$$1\ kgm = 9,8067Nm$$

9.2.13 La potencia desarrollada por el motor en W**Datos:**

$P =$ potencia del motor en W

$T =$ es el par motor en Nm

$n =$ son las revoluciones por minuto de giro del motor(rpm)

$$\text{Fórmula: } P = T * \omega = (T * n)/(60/2\pi)$$

Desarrollo:

$$P = (3167,06 * 22,17)/9,55 = 7352,22W$$

- **Potencia del motor expresada en Hp**

$P_{Hp} =$ potencia del motor expresada en Hp

$$P_{Hp} = (T * n)/7120,91$$

$$P_{Hp} = (3167,06 * 22,17)/7120,91 = 9,86Hp$$

$$P_{Hp} = 9,86Hp=10Hp$$

9.2.14 Cálculo para la deformación real experimentada por el trabajo basado en el espesor del material antes y después.

Fórmula:

$$\epsilon = \ln t_o/t_f$$

t_o: espesor inicial

t_f: espesor final

Desarrollo:

$$\epsilon = \ln 205\text{mm}/40\text{mm}$$

$$\epsilon = \ln 6,83$$

$$\epsilon = 0,834$$

9.3.15 Cálculo para dimensionar el conductor (AWG) correcto

Tabla 11: Características de los cables conductores

Tamaño o designación	Área nominal de la sección transversal	Espesor nominal del aislamiento	Diámetro exterior aproximado	Peso total aproximado	Capacidad de conducción de corriente		
					Ampere		
AWG/kcmil	mm ²	mm	mm	Kg/100 m	60°C	75°C	90°C
14	2,08	0,76	3,4	2,9	20	20	25
12	3,31	0,76	3,9	4,2	25	25	30
10	5,26	0,76	4,5	6,2	30	35	40
8	8,37	1,14	5,9	10,4	40	50	55
6	13,3	1,52	7,6	16,8	55	65	75
4	21,2	1,52	8,8	24,8	70	85	95
2	33,6	2,03	10,3	37,2	95	115	130
1	42,4	2,03	12,2	49,0	110	130	150

Fuente: Obtenida de (CENTELSA, 2017) Actualizada 2020

Fórmula: $I(\text{amperios}) = P(\text{watts})/V(\text{tensión})$

Desarrollo

$$I = 7457W/220V = 33.89A * 1,15 = 38,97A$$

9.3.16 Dimensionamiento del interruptor termo magnético

Datos:

$I_t = \text{Interruptor termomagnético}(A)$

$C = \text{Constante}$

$I_n = \text{Intensidad nominal}(A)$

Fórmula: $I_t = C * I_n$

Desarrollo:

$$I_t = 2,5 * 18$$

$$I_t = 45A$$

9.3.17 Dimensionamiento del Relé térmico

Datos:

$I_{pc} = \text{Corriente a plena carga}(A)$

$I_n = \text{intensidad nominal}(A)$

$fc = \text{factor de seguridad}$

Fórmula: $I_{pc} = I_n * fc$

Desarrollo:

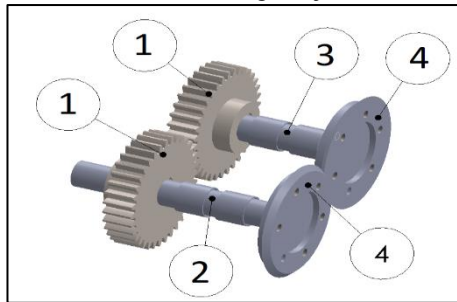
$$I_{pc} = 18 * 1,25$$

$$I_{pc} = 22,5A$$

9.4 Análisis por método de elementos finitos

Diseño de una máquina de corte lineal para caucho mediante el proceso de reciclaje de neumáticos

Ilustración 1: Diseño de engranajes con las cuchillas



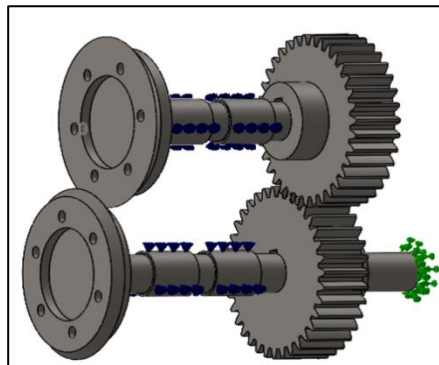
Fuente: Realizado por los investigadores ilustraciones realizadas en Autodesk Inventor.

Tabla 12: Componentes del árbol del molino de paleta

No.	Denominación	Material	Limite Elástico [MPa]
1	Engrane Recto	AISI 1045	530
2	Eje Conductor	AISI 1045	530
3	Eje Conducido	AISI 1045	530
4	Cuchillas	D3	710

Fuente: Realizado por los investigadores

Ilustración 2: Engranajes con las cuchillas

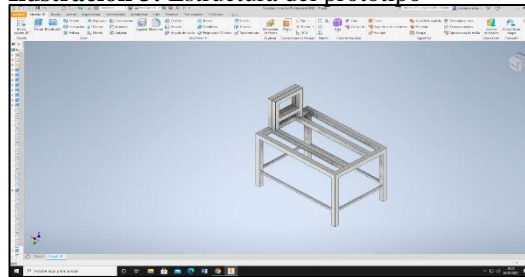


Fuente: Realizado por los investigadores ilustraciones realizadas en Autodesk Inventor.

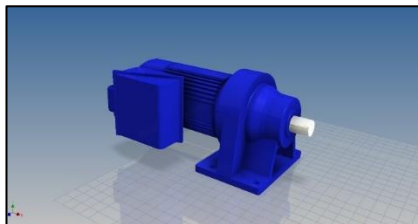
Tabla 13: Características de cuchillas y engranajes

PARÁMETRO	Valor
Mallador	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos para malla de alta calidad	16 Puntos
Tamaño máximo de elemento	10, 294 mm
Tamaño mínimo de elemento	6,4051 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	98866
Número total de elementos	59375

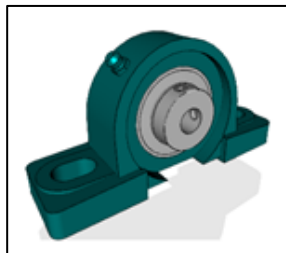
Fuente: Realizado por los investigadores

Ilustración 3: Estructura del prototipo

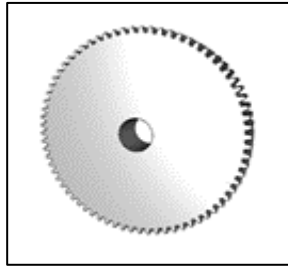
Fuente: Realizado por los investigadores ilustraciones realizadas en Autodesk Inventor.

Ilustración 4: Moto-reductor

Fuente: Realizado por los investigadores ilustraciones realizadas en Autodesk Inventor.

Ilustración 5: Chumaceras

Fuente: Realizo por los investigadores ilustraciones realizadas en Autodesk Inventor

Ilustración 6: Engranajes

Fuente: Realizo por los investigadores ilustraciones realizadas en Autodesk Inventor

10 ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.11 Determinación del ancho adecuado para las tiras del caucho

Se destinaron los neumáticos de rin 13 para este proyecto debido a que el proceso de fabricación y la demanda es mayor en este tipo de neumáticos, al ser los más usados son los que generan desechos sólidos al ambiente. Tomando esto como referencia que para su creación se someten a un proceso industrial de alto índice de contaminación, después de haber cumplido con su etapa de utilización estos son desechados de manera inadecuada al aire libre provocando más contaminación.

Debido a esto, se implementa el prototipo de corte lineal para caucho ayudando a disminuir de manera considerable la contaminación que los neumáticos generan procediendo a realizar pruebas experimentales para lograr obtener el tamaño adecuado que la máquina realice el proceso del corte del neumático.

Ante la falta de información bibliográfica del ancho de la tira se determinó mediante experimentación que el ancho adecuado debe ser 40 mm ya que al ser el ancho de esta medida permite maniobrar al operario.

Tras varias pruebas de corte se determinó que para realizar un corte estable y adecuado se necesita implementar una guía que se encargue que al momento que realiza el corte sea de manera uniforme, determinando el ancho optimo del corte sea de 40 mm, el cual se adecuó

al no poseer problemas con estas medidas, conociendo que esto no afectaría al siguiente proceso de reciclaje de neumáticos.

Para realizar las pruebas de corte del neumático se realizaron varias pruebas con diferentes elementos de corte, el cual se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 14: Elementos de corte

Elementos	Grados	Descripción	Dimensión/ espesor	Tratamiento térmico
Catalina UPRO	55	El material que poseen es duro sus dientes pero frágil el resto del componente	0.6 mm	No
Catalina UPRO	45	Con las pruebas del durómetro, teníamos menos del 0.30, a lo cual se le realizo el tratamiento térmico por cimentación	0.6mm	Si
Cuchillas de acero Ledeburítico al 12% de cromo	30	Se realizó tratamiento térmico por temple a 970°C	1 cm	Si

Fuente: Realizado por los investigadores

10.12 Diseño del prototipo

El prototipo está diseñado de tal manera que su estructura motor y demás componentes son los adecuados ya que a medida que van a trabajar esto no sufrirá deformaciones o averías porque están dimensionados para cumplir el objetivo principal el cuál es cortar los neumáticos.

Para esto la estructura de la máquina se usó un tubo cuadrado de un espesor de 3 mm el cual nos permite mantener las partes de este prototipo fijas. Siendo la estructura suficientemente sólida para soportar el peso y las vibraciones que producen estos componentes que poseen la máquina puesto que el motor posee 10 hp (caballos fuerzas), con una cabeza de reducción de 1155 rpm (revoluciones por minuto) a 22.71 rpm.

Al eje del moto-reductor se le coloco un engranaje mediante un proceso de soldadura al cual se le acopló con otro engranaje que poseen 37 dientes los cuales van a transmitir el movimiento que el eje del moto-reductor, estos engranajes poseen otro eje que pasan por un par de

chumaceras ya que estas sirven de soporte al eje para hacer girar las cuchillas y que el movimiento sea el correcto para que no sufra ninguna alteración el cual pueda provocar alguna deformación en las cuchillas.

Se determinó que las cuchillas correctas para este proceso fueron las de un acero alto en carbono como el acero ledeburítico, lo que nos brinda dureza ya que este posee un espesor de 10 mm, suficiente para cortar el neumático debido a que al ángulo de ataque que este posee es de 30° preciso para realizar el corte.

Estas cuchillas se sometieron a un tratamiento térmico de temple de 970°C, revenidas a 250°C con una dureza de 50 a 60 HRC (adjunto en Anexo 3). Este tratamiento sirvió a que las cuchillas alcancen la dureza necesaria para cortar el alambre acerado que poseen los neumáticos ya que es el elemento con mayor dureza al momento de realizar el proceso de reciclaje.

Para mantener seguro al operario y a la máquina se optó por agregar un sistema de protección como lo es el paro de emergencia, además un contactor el cual permitirá desenergizar la máquina si sobre pasa los rangos operativos normales dados por el fabricante, también posee un relé térmico, el cual protege el cable conductor que va alimentar de energía la máquina.

10.13 Implementación del prototipo

Para la implementación del prototipo de una máquina de corte lineal de caucho se debe considerar el proceso que este realiza, el cual cumple un objetivo de reciclaje de neumáticos trabajando de manera conjunta con la UTC – Extensión La Maná con la carrera de Ingeniería Electromecánica (CIYA) una línea de producción, llevando a cabo una pequeña planta para procesar dichos neumáticos, cumpliendo así con el pulverizado total del neumático, conociendo que nuestra maquina procede a realizar el segundo proceso de cortar el neumático, para que este paso a varios procesos hasta llegar a pulverizarse de manera completa para la fabricación de múltiples elementos a base del caucho.

11 IMPACTO SOCIAL, TÉCNICO Y ECONÓMICO

11.1. Impacto ambiental

El proyecto tiene un impacto positivo en el medio ambiente. En lo que respecta al medio ambiente, al reciclar los neumáticos, los neumáticos pueden ser reemplazados al final de la vida útil de los neumáticos (NFU), lo cual es factible, lo que indica que la solución es un programa alternativo viable. Externalidades causadas por impactos ambientales relacionados. Dado que el neumático es un residuo que es difícil de descomponer debido a sus propiedades físicas y químicas, y que el neumático no puede eliminarse finalmente debido a una eliminación inadecuada de los residuos, la eliminación final del neumático es insuficiente, como la contaminación del suelo y de los ríos. Cuando están al aire libre, producen gases nocivos y tóxicos, que pueden afectar la capa de ozono y los organismos circundantes.

11.2. Impacto social

Al crear una cultura social que rechace los materiales y productos de desecho, tendrá un alto impacto social. Algunas empresas apuestan por el uso y transformación de llantas de desecho para brindarles una segunda vida útil. La solución al problema está relacionada con la disposición final de los residuos. Los residuos no solo pueden ayudar activamente a mejorar la calidad de la vida social en el medio ambiente, sino que también pueden estimular y crear oportunidades de empleo a través de estrategias gubernamentales de oportunidades para aumentar el impacto financiero beneficioso.

11.3. Impacto económico

Dado que los materiales producidos mediante este proceso pueden comercializarse, tiene un gran impacto en la economía y la empresa puede obtener materias primas de alta calidad a menores costos y mayor consumo de energía. Además de producir una cultura de reciclaje de neumáticos, también se puede vender directamente a las áreas de recolección o fábricas de reciclaje. El polvo de neumático triturado se puede utilizar para diversas actividades, como la construcción de bloques, baldosas de cerámica, ladrillos de caucho y el uso de la

construcción de carreteras y césped artificial. Esto ahorra materias primas porque se pueden reciclar desde un punto de vista económico.

Esto significa que esto no solo generará ingresos para las empresas que producen granos de grasa reciclados, sino también para los proveedores que no usan llantas (personas que recolectan estas llantas).

11.4. Impacto técnico

Técnicamente hablando, este tipo de máquina ya existe en el mercado, pero cabe destacar que el objetivo principal del proyecto es reducir la contaminación de los residuos sólidos y producir prototipos que se puedan utilizar para la separación magnética mediante el reciclaje de materiales. Se puede comparar con las máquinas del mercado en términos de indicadores de costo y rendimiento.

12 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO

A continuación, se detalla el presupuesto generado para la implementación del proyecto de investigación.

Elementos mecánicos

En la siguiente tabla se detallarán los materiales mecánicos utilizados para la ejecución de la máquina de corte lineal para caucho.

PRESUPUESTO PARA REALIZAR EL PROYECTO INVESTIGATIVO				
Artículo	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Moto redactor	Con motor de 10 Hp	1	700	700
Cuchillas	De acero ledeburítico con el 12% de cromo	2	250	500
Tubo cuadrado	3*3	2	28,00	56,00
Tubo cuadrado	¾*2	1	10,00	10,00
Eje		1	10,00	10,00
Engranajes	37 dientes, acerado	2	48,00	96,00
Catalina	De moto Honda Tornado	2	12,00	24,00
Plancha de Tol galvanizado	espesor 3mm	1	13.50	13.50
Chumaceras	Milimétricas de 50mm	4	28,00	112,00
Electrodos 6011	Marca AGA	3 libras	3,10	9,30
Electrodos 6013	Marca AGA	2 libras	4,20	8,40
Disco de corte	De zirconio laminado	4	3,89	15,56
Disco para desbastar	De piedra 115*6	1	3,25	3,25
Disco para lijar	Disco de polifán	1	4,50	4,50

Nivel de aluminio	Petrol 12"	1	5,00	5,00
Amarras	Color negra y transparente	2	1,00	2,00
Varilla roscada	5/16	1	3,50	3,50
Tuercas de hierro	Galvanizado 5/16	10	0,05	0,50
Rodela plana de hierro	5/16	22	0,05	11
Perno ALEN AVELLANADO	Acero 8*40	12	0,25	3,00
Turca acerada	8mm	12	0,10	1,20
Rodela plana				
Remache POPP	1*8*1/2	10	0,02	0,20
Tornillo punta broca	1/8 C/Hexagonal	21	0,04	0,85
Punta copa Magnética	¼ EAZYPOWER	1	3,00	3,00
Tubo anillado Flex	½ pulgada	2m	0,35	0,70
Brocas	5/32, 3/32, 5/16, ½	1-2-2-1	1,00- 1,30- 1,60- 1,80	8,60
Perno acero	½*4	8	1,20	9,60
Tuerca acerada	¼ hg	12	0,10	1,20
Rodela de presión	½	14	0,08	1,12
Rodela plana de hierro	½	26	0,15	3,90
Perno acero	½*4*1/2 - ½*1*1/4	4 - 2	1,50 - 0,60	7,20
Rodela plana Fender o ancha	½*2 ½	2	0,75	1,50
Perno milimétrico	12*50*1,25	1	0,60	0,60
Lija de hierro	Fandeli #3 de hierro	5	0,75	3,75
Total				1.630,93

Material eléctrico

En la siguiente tabla se detallarán los materiales eléctricos utilizados para la ejecución de la máquina de corte lineal para caucho.

Artículo	Descripción	Cantidad	Valor c/u (\$)	Valor total (\$)
Contactador	CHINT 220v 25 A	1	20,00	20,00
Relé Térmico	CHINT 17-25A	1	20,00	20,00
Tablero metálico liviano	30*20*15	1	30,00	30,00
Breaker riel	CHINT 2 polos 20-400V	1	18,00	18,00
Luz piloto	CHINT 22mm rojo	1	2,50	5,00
	CHINT 22mm ver.	1	2,50	
Pulsador	CHINT plástico 22m doble luz	1	4,50	9,00
	CHINT plástico 2mm hongo	1	4,50	
Riel acerado	Din 35mm perf.	1	3,75	3,75
Cable conductor	#10	10	1,85	29
	#14	10	1,05	
Total				134,75

Material para pintar

En la siguiente tabla se detallarán los materiales químicos utilizados para la ejecución de la máquina de corte lineal para caucho.

Artículo	Descripción	Cantidad	Valor c/u (\$)	Valor total (\$)
Pintura sintética	Verde military	1litro	7,00	14,00
	Gris lobo	1litro	7,00	
Catalizador	Universal 510 PU	2 litros	3,50	7,00
Thinner	Laca	5	2,20	11,00
Waipe	2 fundas	16	1,00	2,00
Brochas	1 ½”	2	1,30	2,60
Total				36.60

Gastos varios

En la siguiente tabla se detallarán los gastos varios utilizados para la ejecución de la máquina de corte lineal para caucho.

Artículo	Descripción	Valor total (\$)
Transporte	Santo Domingo	30,00
Alquiler del taller	60 por día	900,00
Material bibliográfico	Fotocopias 0.15	5,00
Imprevistos		200,00
Total		1135

Gasto total

Aquí se detallará el presupuesto aproximado a la ejecución de la máquina de corte lineal para neumáticos.

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	
Material mecánico	1630,93
Material eléctrico	134,75
Material para pintar	36,60
Gastos varios	1135
Total	2937,28

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- Mediante una ardua investigación con citas bibliográficas y pruebas de monitoreó realizadas sobre nuestro prototipo de una máquina de corte lineal para caucho mediante el reciclaje de neumáticos se concluye, que luego de haber realizado las pruebas determinamos, que la tira de 40mm tiene un espesor idóneo, para el siguiente proceso puesto que el operario podrá maniobrar a su convivencia sin que represente ningún peligro para él.
- El modelo que posee la maquina es el idóneo ya que reducimos componentes para que la maquina sea más eficiente y tenga menos probabilidad de falla al realizar el proceso de corte a los neumáticos, con este diseño que es de transmisión directa aseguramos una eficiencia en el corte de los neumáticos total y con un mínimo de falla por deslizamientos puesto que lo reducimos con la transmisión por engranaje haciendo que la maquina sea más efectiva.
- La finalidad de realizar este prototipo es que se presente toda la línea de proceso de reciclaje de neumáticos hasta obtener el material requerido para realizar diferentes productos de los cuales el caucho puede ser una materia prima de fácil exceso.

13.2 Recomendaciones

- Es recomendable utilizar un tope que sirva de guía para poder tener un control del neumático en el proceso de corte lineal del neumático también gracias esto se obtiene el espesor deseado, ya que sin este dispositivo no podría llevarse a cabo un corte uniforme en el proceso.
- Es recomendable para realizar el diseño de la maquina se realice un estudio general que abarque la información general sobre las cuchillas para que con estas el diseño sea fácil de construir y no tengan varias fallas.
- Es recomendable tomar en cuenta varias problemáticas que posee esta máquina ya que esta trabaja bajo presión y fuerza ya que al momento de implementar el prototipo se debe mantener su diseño porque mientras más cambios esta posea no se lograra cumplir el objetivo de corte del caucho.

14 BIBLIOGRAFIA

- ALBAC. (2018). *LECTURA DE UN NEUMÁTICO*. Obtenido de <http://albac.com.pe/lectura-de-un-neumatico/>
- Andres. (2016). En *Cultura científica 4º ESO (LOMCE) 2016* (págs. 155-156). Edietx.
- Arevalo. (2019). *Reciclar Los Neumáticos Usados Utilizándolos Como Impermeabilizantes En La Ciudad De Milagro*. Obtenido de <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4839/1/2.RECICLAR%20LOS%20NEUMATICOS%20USADOS%20UTILIZANDOLOS%20COMO%20IMPERMEABILIZANTES%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20MILAGRO.pdf>
- Barbosa & Salom . (2016). *Modelo de negocio para el reciclaje y aprovechamiento de llantas usadas en la ciudad de Bogota*. Obtenido de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11260/Henbert_BarbosaCalvo_JeimmyAlejandra_SalomAmador_2016.pdf?sequence=2
- Barrezueta. (2016). *Diseño de un programa de mantenimiento y control operacional para neumáticos de camiones mezcladores de hormigón*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/93739/D-CD88257.pdf>
- BESTON. (2019). *Pirólisis De Neumáticos*. Obtenido de <https://www.bestoneco.com/planta-de-pirolisis/>
- BESTON. (2019). *Planta De Reciclaje De Neumáticos*. Obtenido de <https://www.bestoneco.com/planta-de-reciclaje-de-neumaticos/>
- Castro . (2015). *Estudio de factibilidad de creación de una empresa recicladora de neumáticos desechados, para la producción de caucho modificador de asfalto, en la provincia de Guayas*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8715/1/TESIS%20FINAL%202002-09.pdf>
- Castro. (2017). *Diseño de suelas de calzado mediante la reutilización de los neumáticos*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26161/1/Pablo%20Castro.pdf>

- CENIELSA. (2017). *Manual del electricista*. Obtenido de <https://www.centelsa.com/archivos/Manual-del-electrico-2017-ok.pdf>
- El Telegrafo. (10 de Diciembre de 2020). *Ecuador ya tiene un plan para recolectar llantas*, pág. 1.
- Equipo de Redacción Partes Del.com. (2018). *Partes de la rueda*. Obtenido de Partes Delcom: <https://www.partesdel.com/rueda.html>
- Flores. (2013). *DISEÑO, FABRICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y APLICACIONES CONSTRUCTIVAS DE HORMIGONES DE CONSISTENCIA SECA CON ADICIONES DE MATERIALES DE PROCEDENCIA ORGÁNICA E INORGÁNICA DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO (NFUs)*. Obtenido de file:///C:/Users/Personal/Downloads/DARIO_FLORES_MEDINA-desbloqueado.pdf
- Gomez. (17 de Marzo de 2020). *¿Cuáles son los diferentes elementos que conforman un neumático? Descubre todos sus secretos*. Obtenido de <https://www.diariomotor.com/que-es/mecanica/neumatico-elementos/>
- Mendez .D. (2018). *Diseño de un modelo de negocio para el aprovechamiento de las llantas usadas que llegan al Parque Tecnológico Ambiental Guayabal*. Obtenido de <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/11693/DISE%20DE%20UN%20MODELO%20DE%20NEGOCIO%20PARA%20EL%20APROVECHAMIENTO%20DE%20LAS%20LLANTAS%20USADAS%20QUE%20LLEGAN%20AL%20PARQUE%20TECNOL%20GICO%20AMBIENTAL%20GUAYABAL..pdf?sequence=>
- Mendez. (2019). *Elaboración de moldes de tejas, para techos con caucho reciclado para viviendas de interés social*. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/2729/1/T-ULVR-2522.pdf>
- MERCADOS COPAN. (09 de Agosto de 2017). *INCINERACIÓN DE LLANTAS*. Obtenido de <https://mercadoscopan.blogspot.com/2017/08/incineracion-de-llantas.html>
- Ministerio del Ambiente y del Agua . (02 de Agosto de 2013). *La Gestión Integral de Neumáticos Usados optimiza recursos para el manejo seguro de desechos*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/la-gestion-integral-de-neumaticos-usados-optimiza-recursos-para-el-manejo-seguro-de-desechos/>

- Navio. (16 de Agosto de 2016). *200 materiales, un neumático, tres semanas*. Obtenido de <https://blog.signus.es/proceso-fabricacion-neumaticos-aviones/>
- Olivares . (2016). *Planta de reciclaje de neumáticos de caucho Comercialización de miga de caucho*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140906/Olivares%20Carmona%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PeonSport. (13 de Diciembre de 2018). *Simbología en los neumáticos: índice de carga e índice de velocidad*. Obtenido de <https://peonsport.es/simbologia-en-los-neumaticos-indice-de-carga-e-indice-de-velocidad/>
- Perez. (09 de Junio de 2015). *Obtienen petróleo de calidad a partir del reciclaje de neumáticos usados*. Obtenido de <https://blogthinkbig.com/obtienen-petroleo-calidad-partir-del-reciclaje-neumaticos-usados>
- Poma. (2018). *Estudio y propuesta para el reciclaje de Neumaticos procedentes de los vehiculos de la ciudad de Loja*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21668/1/Poma%20V%C3%A9lez%20Christian%20Dami%C3%A1n.pdf>
- Ramirez. (2018). *Estrategia Sectorial de la Cadena de Caucho en Caquetá con Enfoque Agroambiental y Cero Deforestación*. Obtenido de Recuperado de: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/91549/Vision_Amazonia_Caucho_Caqueta_web_Definitivo_020218.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- RECOVERY S.A. (2021). *Soluciones para el reciclaje* . Obtenido de <http://www.recovery.com.es/equipo/trituracion/molinos/>
- Roncero. (2014). *¿CUÁNTOS TIPOS DE NEUMÁTICOS PARA COCHE EXISTEN?* Obtenido de <https://www.auto10.com/reportajes/cuantos-tipos-de-neumaticos-para-coche-existen/5412>
- Ruiz .P. (2018). *Planificación Del Mantenimiento Preventivo Para Los Neumáticos De La Flota De Tractocamiones Para Optimizar Su Disponibilidad De La Empresa Grupo Transpesa Sac*. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11095/Percy%20Ivan%20Ruiz%20Rodr%C3%ADguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Siguenza. (2015). *Diseño de una planta recicladora de neumáticos para la industria ecuatoriana*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/100016/D-88028.pdf>

Tacuri & Paucar . (2015). *Estudio de las condiciones que generan un desgaste anormal de los neumáticos radiales para vehículos pesados que impiden su reutilización como base para reencauche*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7975/1/UPS-CT004843.pdf>

Toapanta. (2017). *Diseño y elaboración de probetas a base de Pellet de neumáticos para determinar los usos en el área automotriz*. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16547/1/69124_1.pdf


15 ANEXOS

Anexo 1: Curriculum vitae del primer investigador

INFORMACIÓN PERSONAL		
Nombres y Apellidos	Bryan Alexis Paredes Salinas	
Cédula de identidad	050381068-1	
Lugar y fecha de nacimiento	La Maná /13 de mayo de 1998	
Estado civil	Soltero	
Tipo de sangre	O+	
Domicilio	La Maná (Recinto San Cristóbal)	
Teléfono	0987862055	
Correo Electrónico	bryan.paredes0681@utc.edu.ec	
ESTUDIOS REALIZADOS		
Instrucción Primaria	Escuela Luis Maldonado Tamayo	
Instrucción Secundaria	Unidad Educativa Guasaganda	
ítulos obtenidos	Bachiller en Ciencias, Mecánico Cerrajero, Licencia en gestión de riesgos laborales	
CERTIFICADOS OBTENIDOS		

<i>Institución</i>	Universidad Técnica de Cotopaxi
<p data-bbox="285 359 1336 447">”1 Jornada Científica Empresarial de Ingeniería Electromecánica La Maná 2018” (PONENTE POSTER)</p> <p data-bbox="423 485 1198 590">“ Il Congreso Internacional de Investigación Científica UTC La Maná 2017 “</p> <p data-bbox="245 695 1378 783">“ III Congreso Internacional de Investigación Científica UTC Manejo de Dispositivos de Conversión de Energías en el Sector La Maná 2018 “(PONENTE)</p> <p data-bbox="261 821 1362 909">“ Segunda Conferencia Científica Internacional de la energía Renovables y Científica UTC La Maná 2016 “</p> <p data-bbox="483 947 1133 978">“ Curso de Auxiliar en Domótica La Maná 2019 “</p>	

Anexo 2: Curriculum vitae del segundo investigador

INFORMACIÓN PERSONAL		
Nombres y Apellidos	Francisco Javier Saavedra Peñafiel	
Cédula de identidad	172226396-7	
Lugar y fecha de nacimiento	Santo Domingo/01 de Enero de 1995	
Estado civil	Soltero	
Tipo de sangre	O+	
Domicilio	Urb. La colegiala (avenida La Lorena y Luis A. Valencia)	
Teléfono	0962736953	
Correo Electrónico	francisco.saavedra3967@utc.edu.ec	
ESTUDIOS REALIZADOS		
Instrucción Primaria	Escuela particular Pio XII	
Instrucción Secundaria	Colegio fiscal nacional mixto Santo Domingo de los Colorados	
Títulos obtenidos	Bachiller en Químico Biólogo	
CERTIFICADOS OBTENIDOS		
Institución	Universidad Técnica de Cotopaxi	

”I Jornada Científica Empresarial de Ingeniería Electromecánica La Maná 2018”

(PONENTE POSTER)

“ II Congreso Internacional de Investigación Científica UTC

La Maná 2017 “

“ III Congreso Inercial de Investigación Científica UTC Manejo de Dispositivos de

Conversión de Energías en el Sector La Maná 2018 “(PONENTE)

“ Segunda Conferencia Científica Internacional de la energía Renovables y Científica

UTC La Maná 2016 “

“ Curso de Auxiliar en Domótica La Maná 2019 “

Anexo 3: Informe técnico mecánico de las cuchillas

RUC: 1706446794001.

Santo Domingo, 11 de febrero del 2021

Señor:

FRANCISCO SAAVEDRA

ASUNTO: INFORME TECNICO DE CUCHILLAS CIRCULARES PARA CORTE DE NEUMATICO

Conforme a la fabricación de cuchillas circulares para trabajo en frío de corte de neumático, se direcciona la aplicación de un acero ledeburítico grado herramienta al 12% de cromo con una mínima variabilidad dimensional.

PROPIEDADES

Acero Ledeburítico al 12% de cromo bajo norma AISI D3, composición química:

C	SI	M n	Cr
2.00	0.2	0.3	11.5

MECANIZADO

Se procede a la fabricación con maquina herramientas de elementos cuchillas de corte circulares según plano y geometría con ángulo de corte de 30° con perforaciones pasantes para sujeción mecánica.

TRATAMIENTO TERMICO

- Se procede al tratamiento térmico de temple a 970°C
- Tiempo de permanencia una hora treinta y cinco minutos
- Tipo de enfriamiento aceite isotérmico
- Revenido a 250°C, tiempo una hora
- Dureza alcanzada 58-60 HRC

MANTENIMIENTO

Se recomienda realizar procedimiento de afilado con rectificadora con piedra de granulometría fina y abundante refrigeración, evitando el no aplicar otro tipo de rectificado por la sensibilidad de un cambio estructural, fisuramiento y riesgo de rotura.

Ing. JIMMY
NOROÑA

Gerente General

SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILA: VÍA QUININDÉ KM 7 1/2 JUNTO
A EPACEM TELF: (593) 3786-035 / 3786033 CELULAR: 0999520124 /
0991448919 / 099202338

E-MAIL: a.ceterm@hotmail.com

Anexo 5: Medición del tubo cuadrado para proseguir al corte



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 4: Corte del tubo cuadrado para la estructura metálica



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 6: Marco de la base



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 6: Rematando el marco de la estructura con electrodos 60/13



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 8: Remate de las patas de la estructura



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 7: Torneado del eje



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 10: Montaje de bases para las chumaceras



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 9: Realizando perforaciones para colocar las chumaceras



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 12: Colocación de las chumaceras



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 11: Encuadre de las chumaceras



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 14: Pintura a la base



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 13: Estructura metálica del prototipo utilizada como base



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 16: Pintado al moto-reductor y a los engranajes



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 15: Ensamblaje del motor y engranajes



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 18: Proceso de ensamblaje del segundo engranaje



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 17: Sujeción de las cuchillas



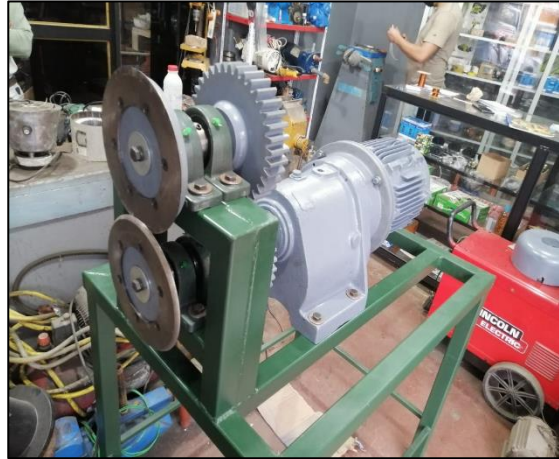
Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 20: Derivaciones para el cableado del



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 19: Ensamblaje final del prototipo de la máquina de corte lineal para caucho (neumáticos)



Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 21: Instalación y conexión de equipos eléctricos de protección






Autores: (Paredes & Saavedra, 2021)

Anexo 22: Certificación de plagio URKUND

Document Information

Analyzed document	Tesis Paredes Bryan- Saavedra Francisco corr.docx (D97747218)
Submitted	3/9/2021 4:08:00 PM
Submitted by	PACO VASQUEZ
Submitter email	paco.vasquez@utc.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	paco.vasquez.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://repositorio.unibague.edu.co/bitstream/20.500.12313/1284/1/Trabajo%20de%20g ... Fetched: 1/10/2021 7:46:48 AM	 1
SA	neumaticos reciclables proyecto pis marco teorico.docx Document neumaticos reciclables proyecto pis marco teorico.docx (D35694206)	 1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS QUINTANA JAVIER - RODRIGUEZ JOSE.docx Document TESIS QUINTANA JAVIER - RODRIGUEZ JOSE.docx (D97675709) Submitted by: paco.vasquez@utc.edu.ec Receiver: paco.vasquez.utc@analysis.arkund.com	 2
