

Universidad Autónoma del Caribe

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones



**Máquina trituradora de tapas plásticas para la creación de casas que albergan a animales callejeros para la fundación FundaPam Vi.**

Andrés Álvarez Peinado

Bryner Ramírez Rodríguez

Colombia, Barranquilla

2021

Máquina trituradora de tapas plásticas para la creación de casas que permitan albergar animales  
callejeros para la fundación FundaPamVi

Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Electrónico y en  
Telecomunicaciones

Director  
Saling Pallares

Universidad Autónoma del Caribe  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Colombia, Barranquilla

2021

## Resumen

Se observa la problemática que hay con los animales en condiciones de calle. A diario se nota cómo estas criaturas sufren todo tipo de necesidades por no tener donde refugiarse, comer o tener momentos de tranquilidad. Se realizó una propuesta a la fundación FundaPamVi, porque se ve que tienen muchos animales y no cuentan con todos los recursos necesarios para brindarle condiciones de calidad a todos los animales.

Por lo que la propuesta consiste en diseñar e implementar una máquina trituradora de tapas plásticas tipo PET, para procesar estos materiales y convertirlos en materia prima para que la fundación fabrique casas y utensilios para los animales.

Se realizó un estudio dentro de la fundación para poder determinar los parámetros y requerimientos a los cuales trabaja la máquina. Se determinó que esta deberá utilizar como materia prima el plástico reciclado para la creación de bloques de lego que permita la creación de casas, tubos dispensadores de comida y agua.

Después se realizó una búsqueda de información que permitió determinar los procesos actuales utilizados en la trituración del material PET. En base de lo anterior se ejecutó un cronograma que permitió el diseño y construcción de la máquina y que cumpliera con los parámetros establecidos inicialmente. Con esta información se realizó el diseño detallado de la máquina y sus componentes en el software INVENTOR.

Finalmente se redactaron los resultados y funcionamiento básico para su óptimo funcionamiento bajo los parámetros de diseño.

## **Abstract**

It is noted, these will be spent on the problems that exist with animals in street conditions. Every day we see how creatures suffer from precarious conditions because they do not have shelter, where to take refuge, what to eat or even a moment of tranquility.

A proposal was made to the FundaPamVi foundation since we saw a problem, they have too many animals and do not have the necessary resources to provide quality conditions to all animals, this proposal is to design and implement a plastic cap shredder machine-type PET, a small study was carried out within the foundation to determine the parameters and requirements to which the machine works. It was determined that it should use recycled plastic as raw material to create Lego blocks that allow the creation of houses, food and water dispensing tubes.

Afterwards, a search for information was carried out which determined the current processes used to crush of PET material. Knowing the above, a schedule was executed that allowed the design and construction of the machine and once it met the established parameters.

With the information collected, the detailed design of the machine as well as each of its components were carried out in the INVENTOR software.

Finally, the results and basic operation were drawn up for optimal operation under the design parameters.

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Barranquilla, 13 de mayo de 2022

## **Dedicatoria**

Dedicamos este trabajo principalmente a Dios, a nuestra familia, a nuestros compañeros y profesores que nos acompañaron durante el proceso de aprender, indagar, crecer como profesionales con experiencias y enseñanzas sólidas para la vida.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios por permitirnos finalizar este proyecto, a la fundación FundaPamVi por brindarnos la confianza como futuros ingenieros al aplicar nuestros conocimientos para un fin especial que es ayudar al medio ambiente y a los animales callejeros.



## Contenido

Resumen	III
Abstract	IV
Introducción	1
Capítulo 1 Descripción del Proyecto	2
Planteamiento del Problema	2
Formulación del Problema	3
Impacto Esperado	3
Usuarios Directos e Indirectos	3
Objetivos	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
Metodología	4
Materiales y Equipos Utilizados	20
Capítulo 2 Marco Teórico y Estado del Arte	21
Capítulo 3 Análisis de Resultados y Propuesta Ingenieril	28
Capítulo 4 Conclusiones	33
Capítulo 5 Recomendaciones	34
Bibliografía	35
Anexos	36

## Lista de Figuras

- Figura 1. Descripción técnica de la tapa tipo PET.
- Figura 2. Ángulos de apertura entre cuchilla móvil y fija.
- Figura 3. Cizallas para diferentes ángulos.
- Figura 4. Cuchillas Móviles de 5mm de espesor, Diseñado en APP Inventor.
- Figura 5. Cuchillas fijas diseñadas en APP Inventor.
- Figura 6. Simulación de varilla Hexagonal en APP inventor.
- Figura 7. Simulación Punto de fuerza soportado por el eje.
- Figura 8. Ensayo prueba y error para comprobar el eje mecanizado.
- Figura 9. Acople entre los dos ejes.
- Figura 10. Material PET triturado.
- Figura 11. Caja de trabajo para triturado.
- Figura 12. Estructura para máquina trituradora.
- Figura 13. Diagrama de fuerza Estructura para máquina trituradora.
- Figura 14. Llantas giratorias para máquina trituradora.
- Figura 15. Sistema de control y protección de la máquina trituradora.
- Figura 16. Diseño Final en APP inventor.
- Figura 17. Diagrama de bloque con planteamiento de la solución.
- Figura 18. Cronograma de actividades.
- Figura 19. Material Polyethylene Terephthalate.
- Figura 20. Motor Monofásico.
- Figura 21. Guardamotor NS2-25 20-25A 110/220v.
- Figura 22. Recolección de botellas plásticas.
- Figura 23. Eje de trituración final.
- Figura 24. Ensamblado de la caja de trituración.

Figura 25.	Rodamiento de eje.
Figura 26.	Acoplador de ejes.
Figura 27.	Cuchillas fijas.
Figura 28.	Sistema de cuchillas de máquina trituradora.
Figura 29.	Máquina trituradora ensamblada.
Figura 30.	Ubicación del guardamotor.
Figura 31.	Diagrama de proceso del sistema.
Figura 32.	Resultados esperados.

## Introducción

Este proyecto es importante debido a que existen en el mundo grandes cantidades de plástico que tardan en degradarse aproximadamente 500 años. Estos afectan la vida de los animales como la de los seres humanos, dañando los recursos naturales y ecosistemas donde se forman partículas tóxicas creando condiciones dañinas para todos estos seres. El principal problema de la contaminación se origina en las calles y basureros, puesto que cada vez más se encuentran llenos de residuos que causan mal aspecto visual, contaminación y taponamiento en el sistema de drenaje en las calles de la ciudad de Barranquilla.

El objetivo de este proyecto consiste en diseñar y construir una máquina trituradora de tapas plásticas tipo PET, con la que se pueda crear bloques” (Agronet - MinAgricultura, 2022)”” (Katherine Liliana Campos, 2019)” que formen casas para animales en la fundación FundaPamVi. Para su desarrollo, se diseñará el sistema mecánico de la máquina de trituración, tendrá un sistema de control para el proceso de producción y validación del funcionamiento de la máquina recicladora con la construcción de bloques. El diseño de este proyecto y la construcción de la máquina trituradora para la creación de bloques espera lograr la fabricación de dichos bloques a gran escala. De esta manera, se facilitará el suministro de materia prima para la fabricación de estas piezas para el bienestar de los animales, como también, cuando esté consolidado el proyecto, poder extender este suministro para la fabricación de piezas para otros ámbitos. Por lo que será aplicado por la fundación FundaPamVi, debido a que no cuenta con una máquina trituradora para la creación de materia prima. La máquina no podrá abarcar los procesos de producción de los bloques y creación de dichas casas, sino que solamente realizará el proceso de reciclado y trituración del polietileno. Se espera en un futuro poder abarcar estos procesos y hacer más eficientes los que en este proyecto se presentan.

## Capítulo 1

### Descripción del Proyecto

#### Planteamiento del Problema

Muchos animales Callejeros en zonas urbanas son expuestos a maltratos, rechazo de la sociedad, hay personas tan irresponsables que cuando adquieren una mascota no la cuidan y no le dan el amor que esta merece, son echados fuera de su residencia expuestos a muchos peligros que se encuentran en la calle, notamos que en la ciudad de Barranquilla hay múltiples casos de abandono, desaparición, maltrato, fundaciones rescatistas de estas especies se unen para disminuir el índice de población, realizan campañas como petlovers Barranquilla el cual busca concientizar a la ciudad de adoptar y no generar comercio con los animales, rescatar el amor por ellos como un miembro de la familia.

A su vez, el cambio climático es producto de la contaminación, los desechos sólidos incluyen principalmente los desechos domésticos, a veces con la adición de los desechos comerciales recogidos en la zona de Barranquilla, este desecho solido llamado plástico es uno de los agentes contaminantes que más influye, se tarda entre 100 y mil años en descomponerse, "Si tomamos en cuenta la durabilidad del plástico, y la naturaleza descartable de muchos artículos plásticos, lo más probable es que se incremente este tipo de contaminación", señaló el jefe del grupo de investigadores, el profesor Richard Thompson de la Universidad de Plymouth.

Uniendo las dos problemáticas planteadas aplicando el método de investigación se analiza y desarrolla una posible solución que beneficie a los animales callejeros y al medio ambiente, se encuentra una fundación (FundaPamVi) con una idea centralizada que, con ayuda de los estudiantes del programa de ingeniería electrónica y telecomunicaciones de la universidad autónoma del caribe, deciden materializar.

**Pregunta Problema**

¿Los animales callejeros podrán vivir adecuadamente en casas elaboradas a partir de material tipo PET que a su vez este reciclaje ayudará al medio ambiente?

**Impacto Esperado**

El proyecto será implementado en la fundación FundaPamVi, con el objetivo de que los animales de la calle en situación de desamparo puedan tener las condiciones óptimas para vivir. De este proceso de reciclaje y reutilización de plástico tipo PET se benefician, además, las condiciones medioambientales y personas que quieran un punto de partida para emprender proyectos de reciclaje y procesamiento de plástico. Esta actividad se materializa a través de los estudiantes del programa de ingeniería electrónica y telecomunicaciones de la Universidad Autónoma del Caribe en conjunto con el profesor Saling Payares quien aportó sus conocimientos, fuentes de información y experiencia en el campo de la ingeniería.

Se espera para el futuro, que las personas se concienticen a proteger a los animales y cuidar del medio ambiente por medio de campañas de reciclaje e implementación de la tecnología y ciencia para el aprovechamiento de estos materiales.

**Usuarios Directos e Indirectos**

Los usuarios directos son los trabajadores de la fundación, debido a que podrán triturar las tapas plásticas con mayor facilidad y poder construir los bloques para los hogares.

Los usuarios indirectos son los animales callejeros y el medio ambiente, ayudar a reciclar este tipo de plástico el cual es contaminante, lograremos que de este proyecto otras fundaciones se enteren y podamos ayudar a reciclar demasiado.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Diseñar y construir una máquina trituradora de tapas plásticas tipo PET con la cual se pueda crear bloques que formen casas para animales en la fundación FundaPamVi.

### **Objetivos Específicos**

- Diseñar el sistema mecánico de la máquina de trituración.
- Implementar un sistema de protección para el proceso de producción.
- Validar el funcionamiento de la máquina recicladora con la construcción de bloques.

## **Metodología**

La metodología para desarrollar es una investigación aplicada, ya que se enfoca en encontrar estrategias para lograr un objetivo concreto el cual es, construir una máquina trituradora de tapas PET. La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o naturaleza. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.

## Etapas

### Diseño de la máquina trituradora

Se lleva a cabo el diseño manufacturado de la máquina y la geometría de esta, para poder así enjuiciar los valores adecuados para un óptimo funcionamiento.

### Sistema de trituración

El eje diseñado es producto de múltiples consejos y aportes de otros diseños, debido a que se pensó en el mejor y más económico, no obstante, se calculó la fuerza necesaria que debe de ejercer para que las cuchillas realicen el corte a la perfección.

#### TAPA PLÁSTICA 1881 - 28 MM CORTA CON ARO DE SEGURIDAD - 120 ESTRIAS

**USOS:** diseñada para ser utilizada como componente de envase para: bebidas, bebidas carbonatadas, aceites comestibles, farmacéuticos, aguas naturales, jugos, entre otros. La tapa debe ser compatible con los envases PET de terminado PCO 1881.

#### CARACTERÍSTICAS

- Diámetro: 28 mm
- Envase: botellas PET NO RETORNABLE
- Aplicación: CSD
- Sellado: liner Incorporado
- Material: resina termoplástica Polietileno atóxica con aprobación FDA 21.CFR. 177.1520.
- Estrías: 120
- Terminado envase: PCO 1881
- Corte: 360 grado
- Colores: los principales colores disponibles son blanco, azul, verde, amarillo, rojo, azul oscuro, azul claro, naranja, negro



*Figura 1. Descripción técnica de la tapa tipo PET.  
Fuente: (Plasticos.com, 2022)*

Se puede apreciar en la figura 1 que el diámetro de las tapas es de 28mm, por ende se define el tamaño de la caja y ayuda a determinar una medida estándar para hacerlas cuchillas, estas cuchillas ejercen una fuerza de corte la cuál es necesaria para poder romper o fracturar el PET, estas cuchillas están dispuestas de manera que sus planos inclinados generen los filos de corte, teniendo en cuenta que el ángulo de corte  $\beta$ :  $70^\circ$  a  $80^\circ$  y el ángulo de ataque  $\alpha$ :  $4^\circ$  a  $6^\circ$ , los dos filos cortantes generan un ángulo de apertura  $\gamma$ :  $8^\circ$  a  $10^\circ$ . Como se observa en la figura 2.



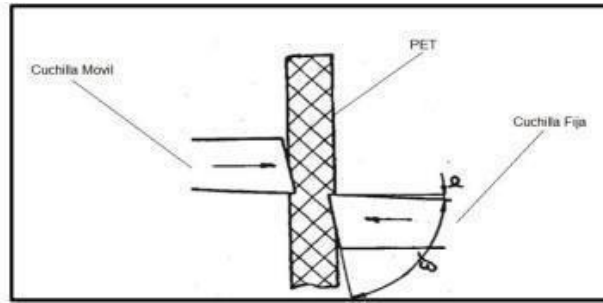


Figura 2. Ángulos de apertura entre cuchilla móvil y fija. Fuente. Rossi, Mario. Prensas y máquinas para el trabajo de la chapa. En: estampado en Frio de la Chapa. Novena edición. 1978. Editorial Dossat pag. 271.

Obteniendo este ángulo se determina que el PET tiene el punto de ruptura de 88.25MPa.

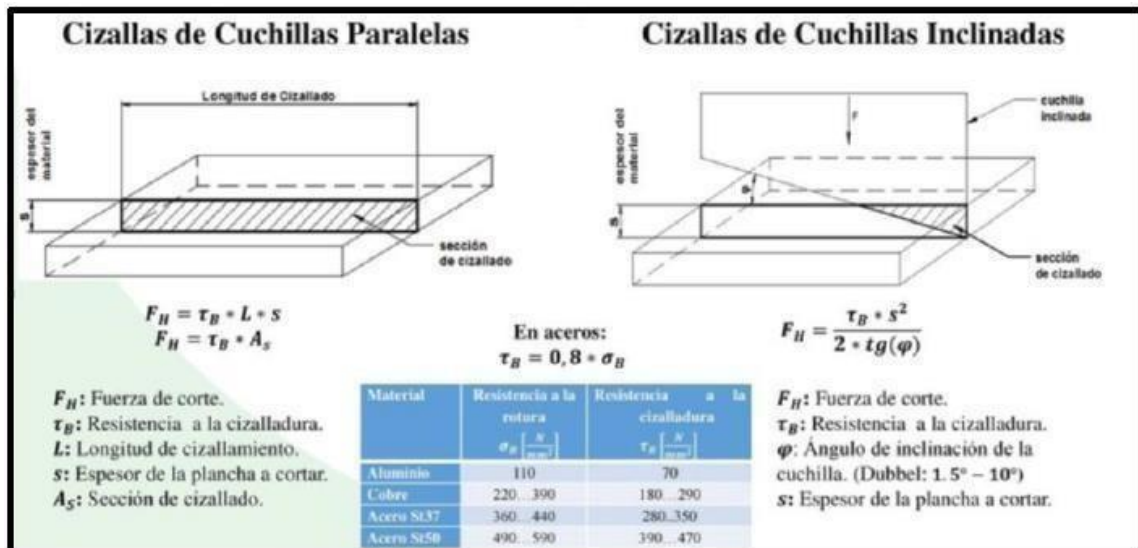


Figura 3. Cizallas para diferentes ángulos Fuente: ESPE, Ecuador, Rehabilitación de la cizalla..., pág. 46 [En línea]. [Consulta 5 enero 2018]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/10817/T-ESPE-049338.pdf>

Para hallar la fuerza de corte para una única rosca se procede a utilizar la siguiente ecuación;

$$F_c = \frac{r s^2}{2 \tan \varphi}$$

**$F_c$  = Fuerza de corte**

**$s$  = espesor material**

**$r$  = esfuerzo de cizalladura**

**$\varphi$  = angulo de cillaza**

$$F_c = \frac{88.25 \text{Mpa}}{2} \frac{(0.0018 \text{m})^2}{\tan 10^\circ}$$

$$F_c \approx 800 \text{ N (Newton)}$$

La fuerza necesaria para la ruptura de un segmento de una rosca de PET es de 800 N. Sin embargo, se debe considerar que la máquina puede estar cortando toda una línea entera de segmentos si está muy llena, por lo cual es deseable una fuerza de corte que equivalga a que las 3 cuchillas estén cortando juntas tres fragmentos gruesos, lo cual implica que:

$$F_c * 3 = 2400 \text{ N}$$

### **Diseño de Cuchillas Trituradoras**

Optamos por tres cuchillas principales, las cuales harán el efecto espiral (desfasadas) para un máximo corte del PET, están marcadas para saber cuál es la posición a colocar en la máquina (en caso de un mantenimiento a la máquina), el ángulo de la fuerza de corte del PET se completan con las cuchillas fijas, para su máxima trituración, aquí las rejillas cumplen un papel fundamental porque ellas no dejan pasar las tapas no trituradas y aun así el plástico que no tenga un corte específico de 5mm como mínimo, manteniendo un margen de error del 15% debido a que se puede obtener unas cuantas de otros mm en promedio.

Cuchilla 1 (morada)

Cuchilla 2(verde)

Cuchilla 3 (azul)

Separador de cuchillas

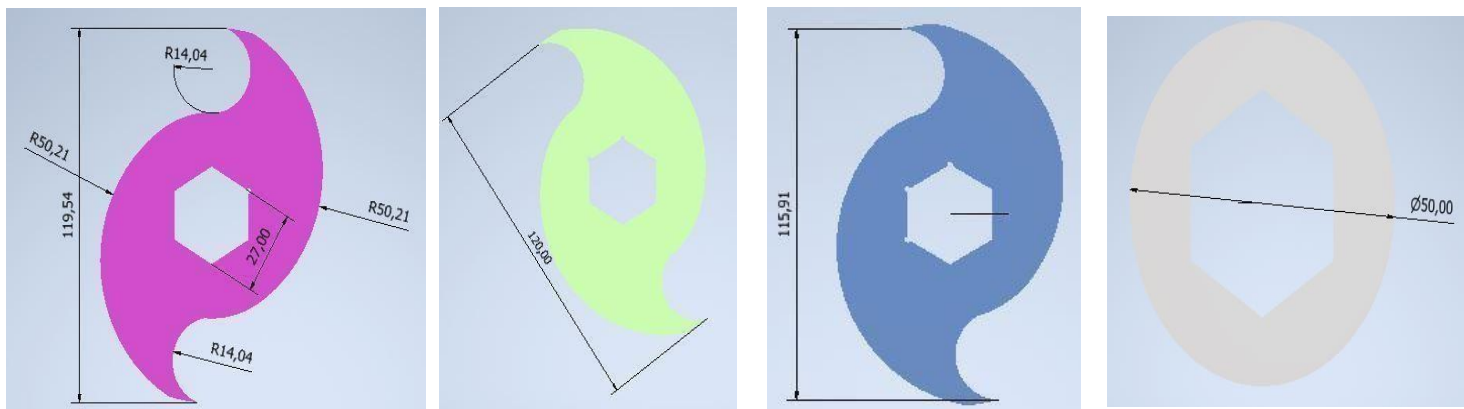


Figura 4. Cuchillas Móviles de 5mm de espesor, diseñado en APP inventor.

Fuente: Propias del Autor.

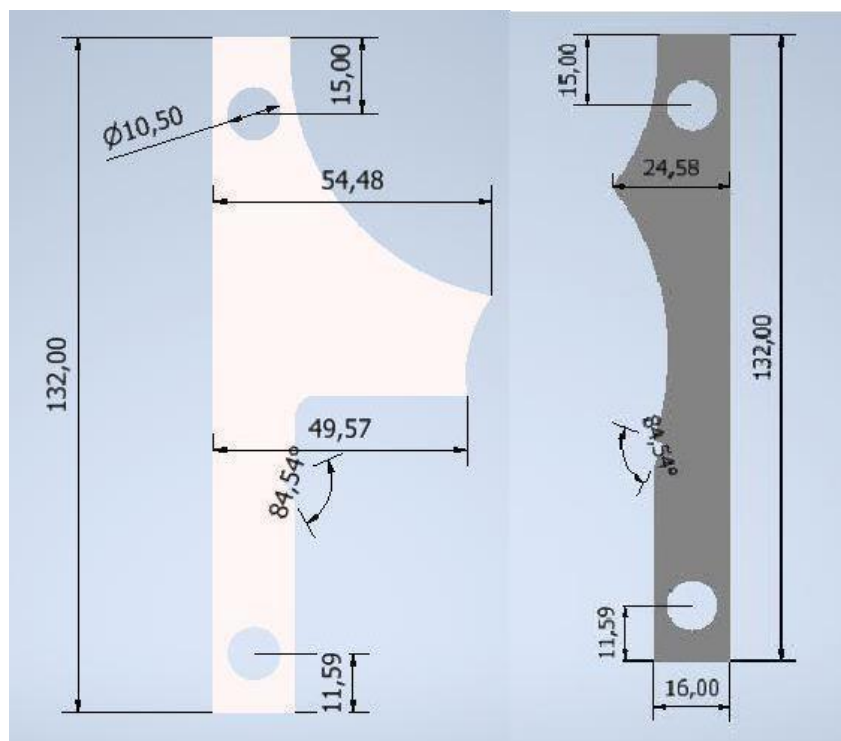


Figura 5. Cuchillas fijas diseñadas en APP inventor.

Fuente: Propia del Autor.

## Diseño del eje

La forma del eje se nota en medio de las primeras cuchillas móviles, se escogió hexagonal, este tipo de eje axial es lo mejor debido a que cada pared hace una fuerza uniforme sobre las cuchillas, les da más rigidez, más seguridad de completar su trabajo, se sostienen de la mejor forma para que se aplique una verdadera fuerza de corte. El eje se encuentra mecanizado a partir de una varilla hexagonal de 1'1/16" in ( $\approx 27$  mm), su material es el acero 1035 el cual es "un carbono resistente al agua cuya resistencia al desgaste y endurecimiento se incrementan mediante la adición de una pequeña cantidad de cromo".

Su composición química es de: Carbono  $\rightarrow$  0.32-0.38

Manganeso  $\rightarrow$  0.6 - 0.9

Fósforo máximo  $\rightarrow$  0.04

Azufre máximo  $\rightarrow$  0.05

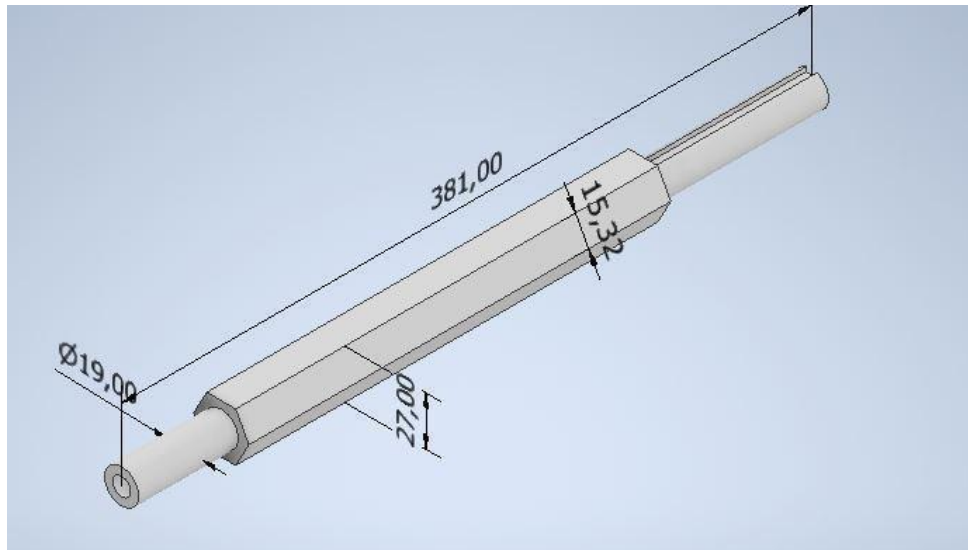
Propiedades mecánicas: Ksi (kilo libras de fuerza por pulgadas) MPa (Mega pascal)

40 ksi, 276 MPa (laminado en caliente). /75 ksi, 517 MPa (trabajo en frío).

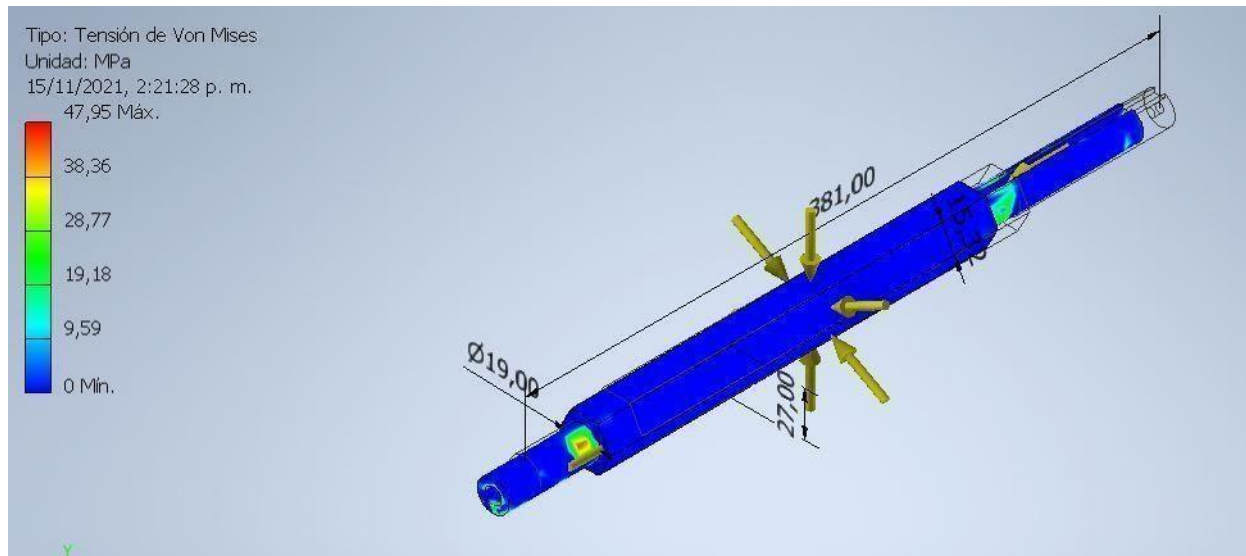
65 ksi, 448 MPa (alivio de estrés). / 33 ksi, 228 MPa(recocido).

40 ksi, 276 MPa (normalizado).

Densidad = 7.8 g/cm<sup>3</sup>



*Figura 6. Simulación de varilla hexagonal en APP inventor.  
Fuente: Propia del Autor.*



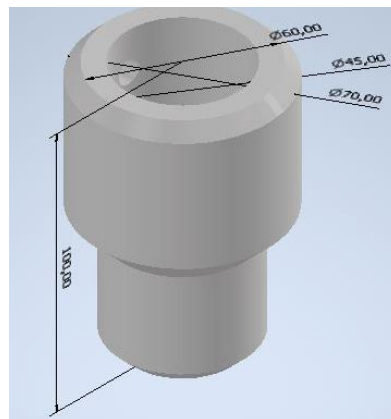
*Figura 7. Simulación punto de fuerza soportado por el eje.  
Fuente: Propia del Autor.*

El Eje respondió de la mejor forma y está demasiado calificado para cumplir con el trabajo impuesto, hubo varios ensayos de prueba y error, en un diseño se alargó mucho y se vio afectado en una de las puntas que se partió al trabajar.



*Figura 8. Ensayo prueba y error para comprobar el eje mecanizado.  
Fuente: Propia del Autor*

El acoplador que existe entre el eje de trituración y eje del motor se diseña a partir de las dos medidas finales de estos mismos en la aplicación Inventor, se toma el mismo material “acero 1035”, se hace un corte del lado donde se acopla el eje del motor, debido a que este eje es cilíndrico y no tiene una forma hexagonal, dicho corte en forma de cuña es sugerido por un soldador profesional y adoptado a la máquina.



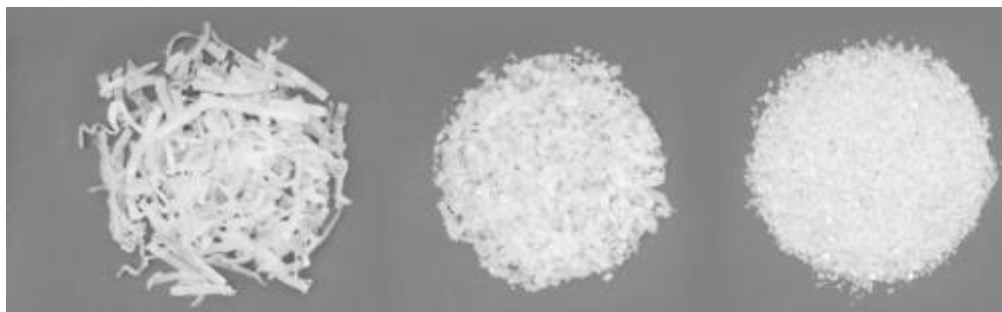
*Figura 9. Acople entre los dos ejes.  
Fuente: Propia del Autor.*

### Cálculos para el proceso de trituración.

Calculamos el número de cortes que necesitamos para triturar cada tapa:

$$Número_{cortes} = \frac{\text{diámetro de la tapa(estándar)}}{\text{ancho de corte deseado}} = \frac{28mm}{5mm} \approx 6 \text{ cortes}$$

La medida de nuestro eje es de 381 mm, la velocidad del eje recomendada para esta medida es de 500 rpm segura y conservadora, teniendo en cuenta que tenemos 21 cuchillas sesionadas en 7 partes, cada 3 cortes desfasados creando el mejor ángulo de corte, se puede concluir que cada sesión corta tres tapas a la vez, y por cada revolución corta 2 veces. Es decir, 500 rpm = 8.3 rps se tiene: 8.3 rps \* 2 cortes/rps  $\approx$  17 cortes.



0-30 mm

0-10 mm

0-5 mm

*Figura 10. Material PET triturado.  
Fuente: Propias del Autor.*

### Cálculos para Seleccionar el motor

Para escoger el motor, se debe tener en cuenta dos parámetros fundamentales, que son el torque de corte promedio ( $T_m$ ) y la velocidad de giro ( $\omega$ ), estos definen la potencia necesaria para cumplir el trabajo. Tenemos que  $T_c = F_c * r_{rodillo}$ , siendo  $r_{rodillo}$  longitud y  $F_c$  la fuerza de corte.

$$T_c = 2400 \text{ N} * 0.381 / 2 \text{ m} = 457.2 \text{ N m}$$

$$L \text{ corte vertical} = L_c = 0.118 \text{ m (promedio de longitud de las cuchillas)} * \text{sen}(10^\circ) \text{ (ángulo de corte)} = 0.0204 \text{ m}$$

En ese orden si el corte completo se realiza 2 veces en una sola vuelta se puede obtener el segmento de vuelta que el torque es ejercido por las cuchillas.

$$\text{Radiantes de corte} = R = \frac{Lc * 2}{c \cdot r_{\text{rodillo}}} = \frac{0.0204m * 2}{\frac{0.381m}{2}} = 0.214 \text{ rad}$$

$$T_{\text{promedio}} = T_m = \frac{\int_0^{2\pi} T(\theta) d\theta}{2\pi \text{ rad}} = \frac{457.2 \text{ N m} * 0.214 \text{ rad}}{2\pi \text{ rad}} = 15.57 \text{ N m}$$

$$P_{\text{motor}} = P = \omega * T_m = 8.3 \text{ rps} * 2\pi * 15.57 \text{ N m} = 812 \text{ Watts}$$

Con ayuda de una calculadora de Watts a Horsepower podemos saber el motor ideal, para nuestra máquina: <https://www.motor.es/convertir/kw-hp>

The image shows a digital conversion tool interface. On the left, under the label 'KW', there is a text input field containing the value '0,812' in red. To the right of this field is an equals sign. Further right, under the label 'HP', there is another text input field containing the value '1,09' in red.

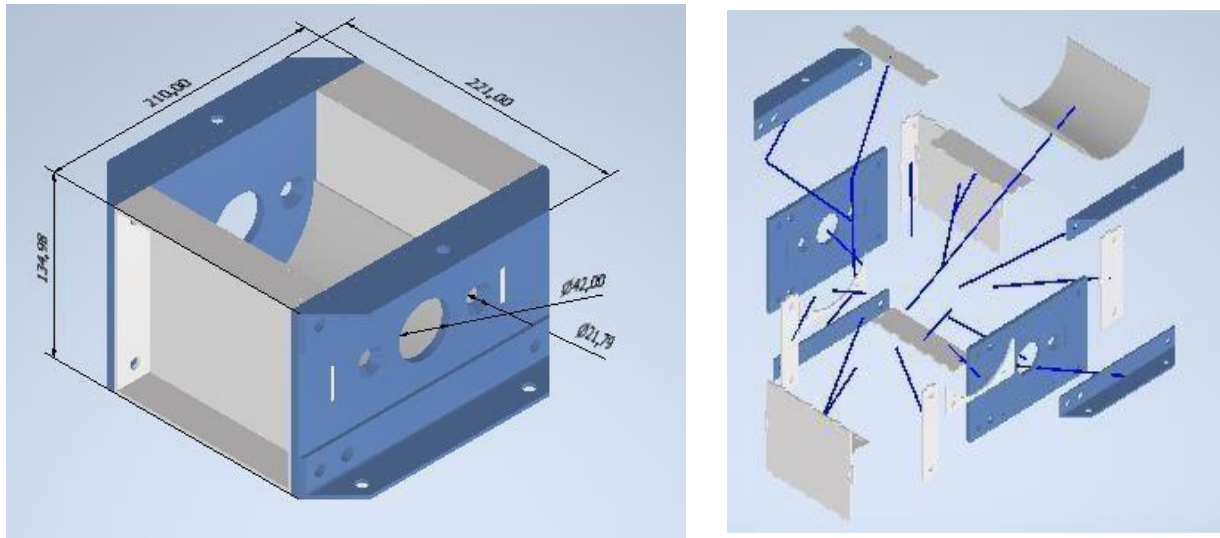
Se tiene en cuenta que la eficiencia juega un papel fundamental para definir el motor, por más que el necesario sea de 1 Hp, se decide colocar uno de 2HP que consume 1.624 Kwh para compensar la fuerza necesaria que se necesita para triturar el material tipo PET.

La empresa que suministra el fluido eléctrico en la ciudad de barranquilla maneja el cobro de Kwh aproximadamente 700 pesos, bajo este concepto triturar durante 6 horas continuas representa un costo de \$ 6820.8 pesos, se sabe que la producción del plástico a triturar depende del funcionario con respecto a las recomendaciones sugeridas.

Son 21 cuchillas, 21 tapas a la vez, con una velocidad del motor a “500 rpm” si le aumentamos el número de vueltas por minuto a 1700 rpm, para una mayor rapidez de producción es genial y así aprovecharemos los 2 HP del motor escogido.



La caja en donde irán las cuchillas para el proceso de trituración se determinó a partir del tamaño del eje y las cuchillas, para una mejor comodidad de trabajo, los ejes de rodamiento son de balineras y van de acuerdo con el eje 27mm.

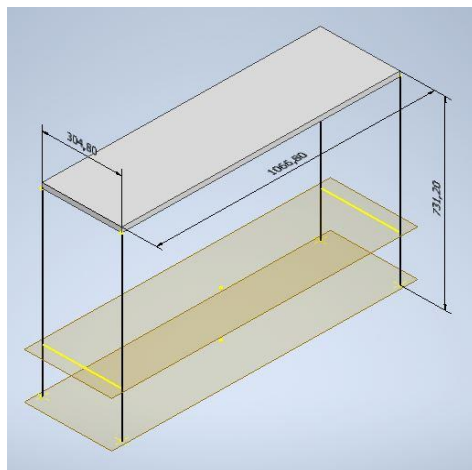


*Figura 11. Caja de trabajo para triturado.*

*Fuente: Propia del Autor.*

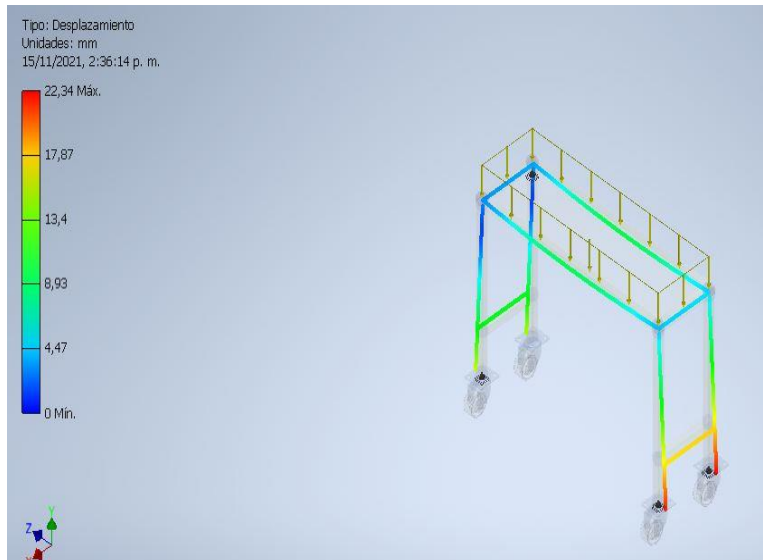
**Diseño de estructura**

Una vez culminada la caja de trituración y haber definido el motor con su respectiva medida, peso, y altura se establece una estructura estilo soporte de fácil movilidad con 4 llantas giratorias de 360°, la cual sostendrá toda la máquina, a continuación, se muestra el boceto realizado en la app Inventor con su respectivo diagrama de fuerza, para validar el peso mínimo y máximo soportado fabricado.



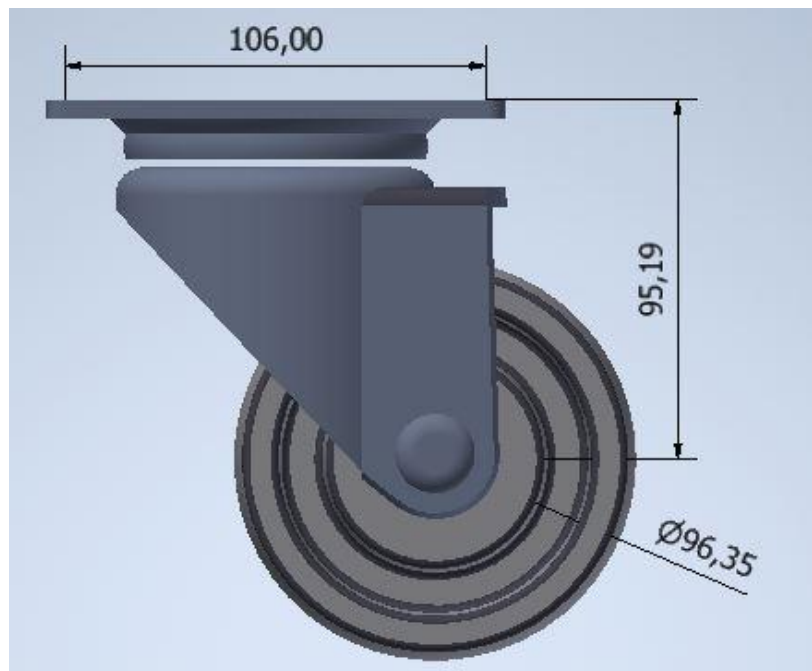
*Figura 12. Estructura para máquina trituradora.*

*Fuente: Propia del Autor.*



*Figura 13. Diagrama de fuerza Estructura para máquina trituradora*

*Fuente: Propia del Autor*



*Figura 14. Llantas giratorias para máquina trituradora*

*Fuente: Propia del Autor*

### **Diseño de protección**

Se implementa un diseño de protección que proviene de escoger los tipos de materiales de la máquina para una mejor eficiencia, calidad y acabado, como por ejemplo el acero 1035, las láminas templadas de acero inoxidable y la precaución de estar lubricando con WD-40 las cuchillas y el eje de la máquina para así evitar su deterioro, darle mayor vida útil a los componentes cuando esta se coloca en funcionamiento en espacios con un alto grado de humedad.

El diseño de protección eléctrica que se implementará tendrá como propósito garantizar el correcto funcionamiento del motor escogido según las características presentadas, el motor monofásico está conectado a un voltaje 110v y 220v, la línea va conectado a un guardamotor esto con el fin de proteger el motor contra sobrecalentamiento y subidas de corriente, se enciende y se apaga con un interruptor ON / OFF, una vez puesto en marcha el botón ON y el interruptor en la posición 0 se puede desplazar a la posición 1 accionando el sistema de trituración completo en sentido horario, si se desplaza el interruptor a la posición 2 la dirección del motor cambiará al sentido antihorario manteniendo una limpieza de residuos dentro de las cuchillas, si se presenta una falla por sobrecalentamiento los fusibles y el guardamotor protegerán todo el sistema eléctrico abriendo el circuito de la línea y aislando el motor.

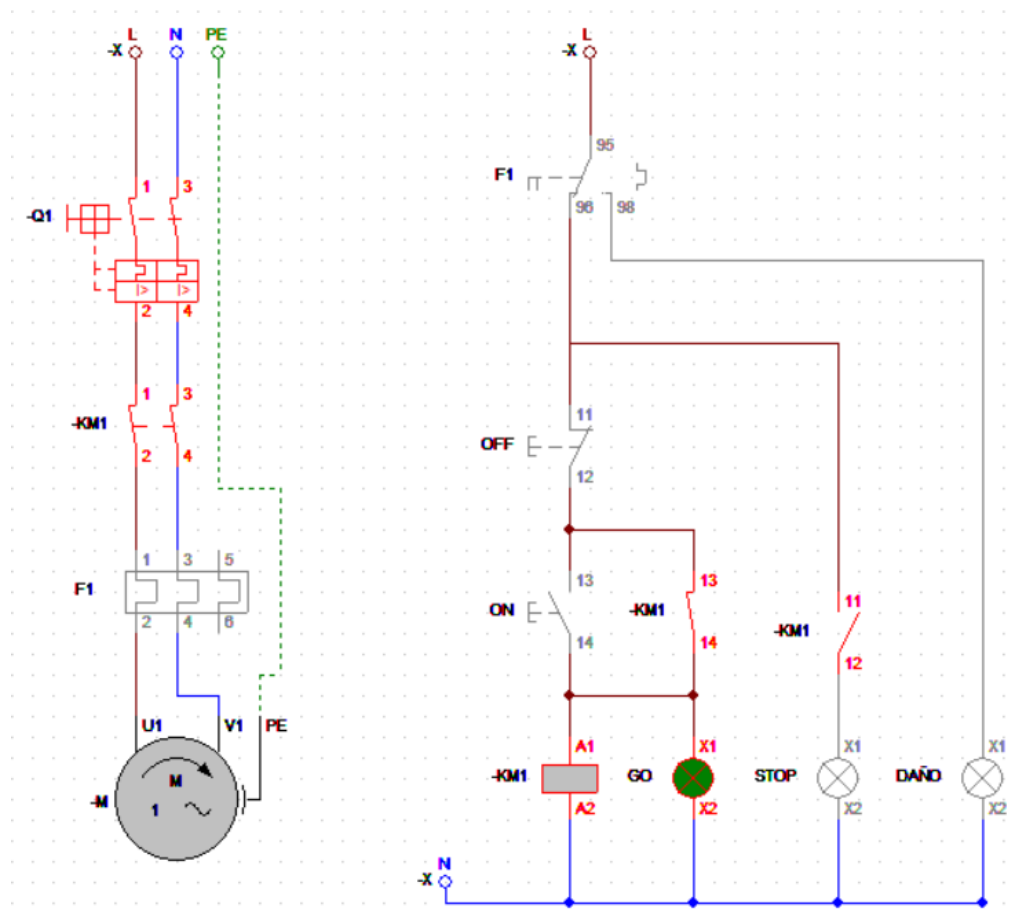


Figura 15. Sistema de control y protección de la máquina trituradora.

Fuente: Propia del Autor.

Finalmente se ha diseñado e implementado la máquina trituradora de plástico tipo PET como se puede observar en las siguientes imágenes en donde se van a ver beneficiados muchos animales y el medio ambiente.

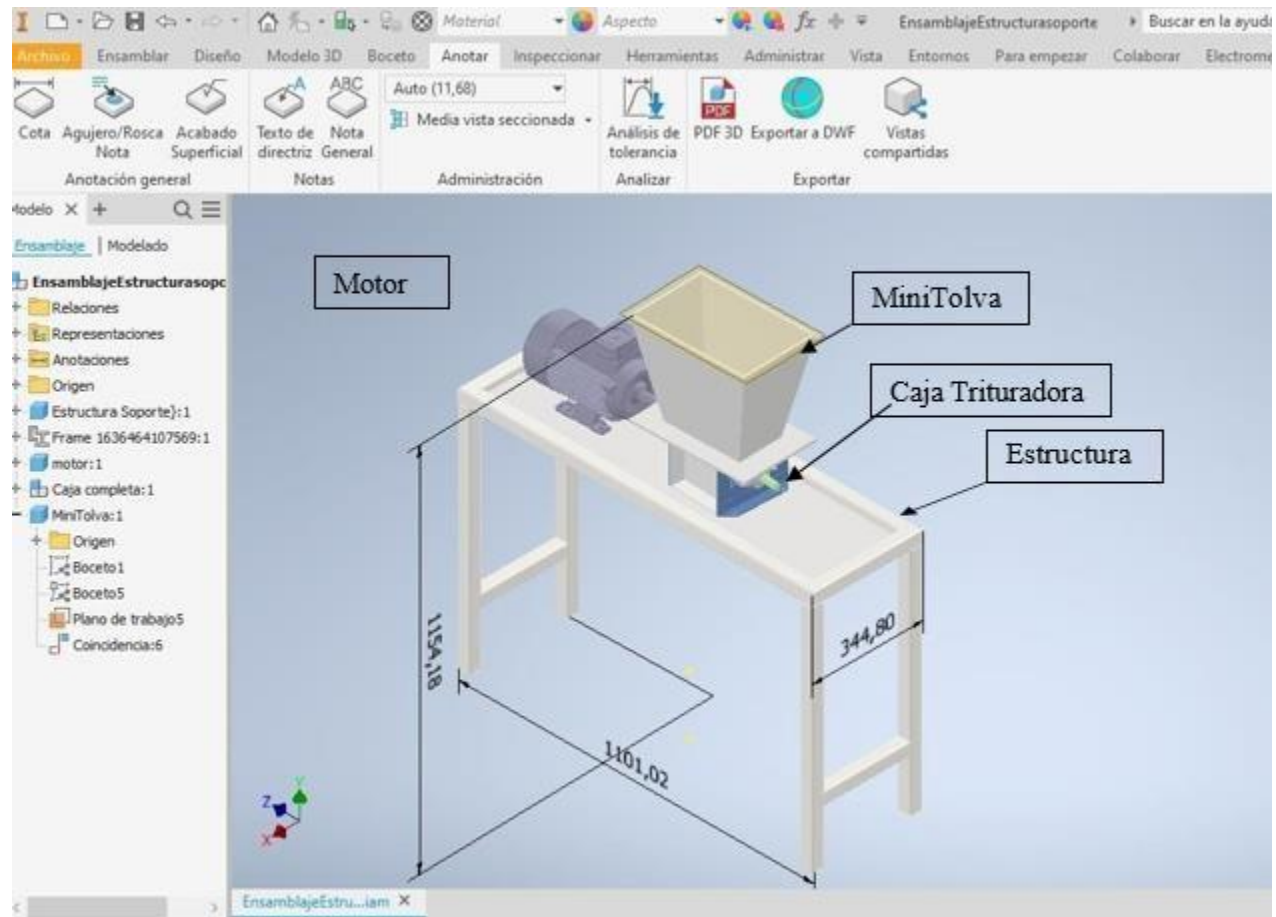
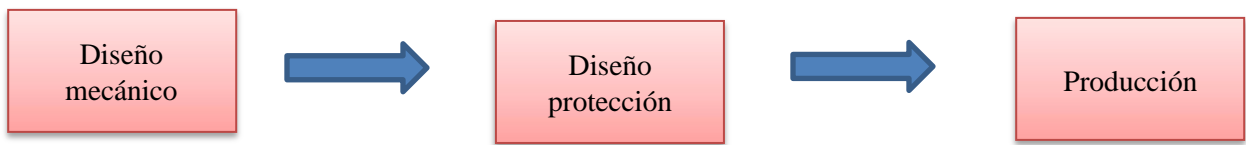


Figura 16. Diseño Final en APP inventor.  
Fuente: Propia del Autor.

**Planteamiento de la solución**

Se propuso a la fundación complementar el proceso de reciclaje para así obtener el máximo aprovechamiento de estos recursos e implementar la materia prima en la producción de objetos que beneficiaran a los animales.

Para esto se planteó una máquina trituradora de tapas plásticas capaz de cortar el material tipo PET y convertirlo en pequeños trozos de plástico para posteriormente ser procesados por una máquina extrusora.



*Figura 17. Diagrama de bloque con planteamiento de la solución  
Fuente: Propias del Autor.*

ITEM	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2021												
	ACTIVIDADES	SEMANAS HABILES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Boceto de la máquina y diseño de piezas	■	■	■	■								
2	Diseño del circuito de alimentación	■	■										
3	Diseño del proceso de producción y control de la maquina			■									
4	Diseño de circuito de protección				■	■							
5	Compra de materiales		■	■	■	■	■	■	■	■			
6	Prueba de circuito alimentación						■	■	■	■			
7	Construcción de maquina			■	■		■	■	■				
8	Prueba del proceso de producción y control							■	■	■			
9	Prueba de trituración										■		
10	Revisión por parte del director de proyectos											■	
11	Entrega de la máquina a la fundación												■

*Figura 18. Cronograma de actividades.  
Fuente: Propias del Autor.*

***Materiales y Equipos Utilizados***

- Varilla hexagonal de 1' 1/16'' pulgadas de acero 1035 para eje.
- Lamina templada cuadrada de acero x 1m<sup>2</sup>, espesor 5 mm.
- Rejilla circular de acero, pedazo cuadrado de 40cm.
- Varilla lisa redonda de 2 pulgadas de hierro acoplada al motor.
- Motor monofásico, 2HP 1.5Kw, 1730 rpm, 110/220 V 60hz.
- 4 llantas de giro 360° con frenos antideslizantes de silicona.
- Tubo cuadrado de hierro, 1 pulgada x 6m.
- Ángulos de hierro, 1 pulgada x 2m.
- Soldadura 7018 de electrodos 1kg.
- Rodamientos de eje fijos, de 1' 1/16'' in.
- Horno ITC de 750 KVA, 1500v, 3ph, 1000hz.
- Máquina de mecanizado vertical Mori Seiki MH-40, 7000RPM.
- Máquina de torno de 900 rpm, 220v, 60hz, LeBlond.
- Guardamotor CHINT NS2-25 20-25A 110/220.

## Capítulo 2

### Estado del arte

Para el establecimiento de los antecedentes de este proyecto, se tuvieron en cuenta proyectos que aprovechan el tratamiento de materiales relacionados con polietileno. También cuyos procesos guardaran relación, aportaran al desarrollo y diseño de nuestra máquina trituradora de polietileno. Pardo, Sáez y Rojas en el 2019 diseñaron un prototipo de máquina trituradora de PET, con el objetivo de mitigar el problema de contaminación ambiental de Libertad, Perú. Para el desarrollo de este proyecto se establecieron etapas de producción las cuales fueron el diseño del elemento cortador o triturador y el interruptor magneto térmico.

La diferencia en este caso se optimiza el interruptor magneto térmico y se coloca uno que controle el giro de las cuchillas, cabe resaltar que las propuestas fueron adoptadas en una ciudad específica. Como resultados, se hicieron pruebas piloto del arranque del motor y cambio de giro, en los que se lograron las metas establecidas. También se puso a prueba el elemento cortador con tapas de gaseosas, botellas plásticas y otros elementos plásticos, los cuales fueron reducidos al nivel deseado para pasar el filtro de desechos.

En esta misma línea, Gualoto en el 2015 diseñó una máquina de bajo costo para triturar y extraer hilo plástico empleado en impresoras 3D. Para lograr los objetivos, se inició con el estudio y selección del material a procesar, estudio de las mejores características del polímero para obtener el hilo y posteriormente el diseño de la máquina extractora. Teniendo en cuenta el empleo de materiales no convencionales para la construcción de la máquina, los costos de producción se redujeron en 30% respecto a modelos del mercado. También se destaca que el redimensionamiento de las cuchillas permite obtener partículas de no mayores a 125 mm<sup>3</sup>, lo cual permitió desarrollar sin dificultades el proceso de extrusión.



Angulo de corte diferente permitiendo solo la trituración del material y cuyas rejillas metálicas solo dejan pasar cuando estas cumplen el milímetro requerido, manejamos un porcentaje de error mínimo debido a que son exactos las perforaciones de la rejilla.

Paz (2015) desarrolló un sistema de recolección y la instalación de una planta de reciclado de botellas de tereftalato de polietileno. El desarrollo del proyecto se llevará a cabo mediante el packing sustentable: reducción del consumo de insumos, reciclado, renovación hacia materiales 100% vegetales y recuperación de envases. Otros ejes fundamentales para la ejecución de proyecto están orientados a mejorar el bienestar de los consumidores, de los entornos laborales, de las comunidades en que se está presente y reponer los recursos a dichas comunidades. Dentro de los resultados obtenidos se destacan la viabilidad del proyecto en cuanto a volumen y capacidad, con varios turnos de trabajo, hasta operar 24 horas continuas.

Además de tener éxito en otros países, fomenta la incorporación del hábito de reciclado y concientización social en las comunidades involucradas. Por lo que este proyecto demostró viabilidad económica (apoyada en empresas como EDESA) y social por fomentar hábitos de vida sostenible respecto a recursos naturales y materiales reciclables.

Dicho impacto se quiere en la ciudad de Barranquilla, la cual con ayuda de múltiples fundaciones de animales que buscan concientizar el amor por los animales domésticos y la reutilización del plástico con diferentes proyectos, son eventos patrocinados por la alcaldía de Barranquilla normalmente se realizan en la Plaza de la Paz, en horario diurno desde las 10:00 a.m. hasta las 7:00 p.m.

Cajusol (2020) elaboró una máquina trituradora de botellas de plásticos con capacidad de producción de 25 kg/h para la empresa “BRAVO”. Para el diseño se realizó una entrevista con la empresa, se establecieron parámetros de acuerdo con sus necesidades, se hicieron 5 conceptos tentativos de máquinas en el que prevaleció el de triturado por cuchillas. Mediante el análisis económico se constató que la fabricación de la máquina trituradora genera beneficios económicos

a la empresa de S/. 2700 mensuales. Además, que el periodo de retorno de la inversión (PIR) es menor a 2 años (1 año y 11 meses).

La máquina se diferencia de las otras en el entorno de los usuarios indirectos, que en este caso son los animales callejeros, de igual forma se diferencia en la forma de eje usado (axial), se protege los elementos eléctricos para que pueda trabajar en cualquier ambiente y aumente su durabilidad y poco mantenimiento de esta misma.

### **Marco Teórico**

Debido a que el proyecto de grado se centra en el diseño e implementación de una máquina trituradora de tapas plásticas, resulta indispensable definir algunos conceptos que son necesarios para el desarrollo del proyecto.

#### **Polyethylene Terephthalate**

Conocido como PET, es un polímero plástico que se elabora a partir de un proceso de polimerización de ácido Tereftálico y mono etilenglicol. Este material se fabrica en diferentes formatos y puede transformarse mediante distintos procesos de extrusión, inyección e incluso por termo formado.

Las propiedades del **polietileno tereftalato** son infinitas, entre la que se destaca:

- Un material de gran dureza y rigidez, que puede utilizarse en contacto con alimentos debido a sus características de no toxicidad.
- Una gran transparencia, aunque admite también distintas cargas de colorantes.
- Este tipo de material plástico o acrílico adquiere una muy buena resistencia química. Por lo que, puede entrar en contacto con diferentes disolventes y aceites sin estropearse.
- Además, obtiene una amplia resistencia al desgaste, a los impactos y a la rotura.
- Se convierte en un producto ignífugo, es decir, que rechaza la combustión y se protege contra el fuego.
- Es, gracias a su composición, un plástico totalmente reciclable y respetuosos con el medio ambiente.



*Figura 19. Material Polyethylene Terephthalate.*

*Fuente:* (Welle, DLG Expert report 4-2016), [Packaging material made from polyethylene terephthalate \(PET\) - dlg.org](http://www.dlg.org)

### **Objetos y materiales fabricados a partir del termoplástico reciclable**

- Envases y botellas de plástico reciclable. Dicho termoplástico es muy usado en la producción de envases o bebidas, como los refrescos y botellas de agua. Se convierte así, en un material de uso diario en el sector industrial, gracias a su rigidez y dureza. Aunque, también, influye el hecho de poder ser reciclado en su totalidad, hecho que ayuda a fabricar otras muchas botellas y envases de plástico a medida.
- Textiles de todo tipo. El PET es un tipo de plástico que se utiliza en la industria textil para la fabricación de distintas prendas de ropa. De hecho, se convierte en un excelente sustituto al lino e incluso al algodón.
- Film o películas fotografías. Este polímero plástico también se usa para la creación de distintas películas fotográficas. Aunque, también es muy útil para crear el papel básico de impresión en rayos X.
- Fabricación de maquinaria. En la actualidad, el tereftalato de polietileno se utiliza para la fabricación de distintas máquinas expendedores y recreativas.

### **Motor monofásico**

El motor monofásico es un tipo de motor eléctrico que funciona con corriente alterna (a.c.) Es similar a un motor en serie de corriente continua, aunque con muchas y variadas modificaciones:

- Los núcleos polares, y todo el circuito magnético, están contruidos con chapas de hierro al silicio aisladas y apiladas para reducir las pérdidas de energía por corrientes parásitas que se producen a causa de las variaciones del flujo magnético cuando se conecta a una red de corriente alterna.
- Menor número de espiras en el inductor con el fin de no saturar magnéticamente su núcleo y disminuir así las pérdidas por corrientes de Foucault y por histéresis, aumentar la intensidad de corriente y, por lo tanto, el par motor y mejorar el factor de potencia.
- Mayor número de espiras en el inducido para compensar la disminución del flujo debido al menor número de espiras del inductor.

Cuando funciona con corriente alterna en la primera mitad de la onda de corriente alterna es denominada positiva, aquí la corriente en los devanados de la armadura tiene la dirección igual a las manecillas del reloj, es decir de izquierda a derecha, mientras que el flujo producto del devanado del campo tiene un sentido de derecha a izquierda, así que el par desarrollado por el motor es contrario al de las manecillas del reloj.

En la segunda mitad de la onda de corriente alterna, denominada negativa, el voltaje aplicado invierte su polaridad, así mismo la corriente cambia su dirección y ahora está de derecha a izquierda, también el flujo producto de los polos está dirigido ahora de izquierda a derecha, el par de arranque no cambia su dirección, puesto que en la mitad negativa se invierten tanto la dirección de la corriente, como la del flujo.

De esta manera se comporta de manera semejante a un motor serie de corriente continua. Como cada vez que se invierte el sentido de la corriente, lo hace tanto en el inductor como en el inducido, con lo que el par motor conserva su sentido.



*Figura 20. Motor monofásico.*

*Fuente:* (Compañía Levantina de Reductores, 2019)

Motores monofásicos, bifásicos y trifásicos: todo lo que necesitas saber – Blog CLR

### **Guarda motor**

Es un interruptor magneto térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobre intensidades transitorias típicas de los arranques de los motores. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores. Su curva característica se denomina D o K.

Las características principales del guarda motor, al igual que de otros interruptores automáticos magneto térmico, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la

curva de disparo. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase.

Pero contrariamente a lo que ocurre con los pequeños interruptores automáticos magneto térmico, los guardamotors son regulables; resultado de lo cual se dispone en una sola unidad de las funciones que de otra manera exigirán por ejemplo la instalación de al menos tres unidades a saber: interruptor, contactor y relé térmico.



*Figura 21. Guardamotor NS2-25 20-25A 110/220v*

*Fuente: (Nivie Siemens, 2020) ¿Que es un Guardamotor y para que se usa? - NIVIHE S.A. ([motores-electricos.com.ar](http://motores-electricos.com.ar))*

### Capítulo 3

#### Análisis de Resultados y Propuesta Ingenieril

La metodología planteada en este proyecto se basa en la secuencia descrita en la figura 1 para alcanzar el objetivo final el cual consiste en el diseño e implementación de una máquina trituradora de tapas plásticas.

El proyecto inicia con la fase de reciclaje, este paso se cumple a través de la fundación quienes son los encargados de la recolección de botellas plásticas. A través de diferentes campañas la fundación recolecta botellas plásticas como materia prima e inicia del proceso de ayuda para los animales callejeros.



Figura 22. Recolección de botellas plásticas.

Fuente: Propia del Autor.



## Resultados del diseño mecánico

Como resultado de este sistema se puede determinar la eficiencia, acabado de cada una de las partes diseñadas en la aplicación Inventor y cortadas por la máquina laser de mecanizado vertical de Mori Seiki, debido a que se ensambla tal cual fue presentada la caja de trituración y esta se valida por la entrega de los milímetros esperados por el proceso de trituración.

A continuación, se muestran las piezas que fueron hechas a partir del acero 1035 y de acero templado:



*Figura 23. Eje de trituración final.  
Fuente: Propia del Autor*



*Figura 24. Ensamblado de la caja de trituración.  
Fuente: Propia del Autor*





*Figura 25. Rodamiento de eje fijo de 1' 1/16'' in.  
Fuente: Propia del Autor*



*Figura 26. Acoplador de ejes.  
Fuente: Propia del Autor*



*Figura 27. Cuchillas fijas.  
Fuente: Propia del Autor*

La primera etapa de la máquina trituradora está conformada por diferentes cuchillas y una tolva que protege a la persona que va a manipular la máquina.



*Figura 28. Sistema de cuchillas de máquina trituradora.  
Fuente: Propia del Autor*

Esta máquina fue ensamblada, rectificada y ensayada antes de ser puesta en marcha con la recolección/reciclaje de plástico elaborado por la fundación, esto con el fin de corroborar el correcto funcionamiento de la máquina sin desaprovechar la materia prima recolectada por la fundación.



*Figura 29. Máquina trituradora ensamblada.  
Fuente: Propia del Autor.*

Como resultado final, al pasar el plástico a través de la máquina trituradora se obtienen pequeños trozos de plástico como se observa en la figura 10. Estos son recolectados y se transforman en bloques con la colaboración de la máquina extrusora de la fundación FundaPamVi, estos bloques servirán para crear casas que permitan albergar animales callejeros.

### **Resultados del diseño protección**

Para complementar el sistema mecánico de la máquina trituradora se implementa un sistema de control que consta de guarda motor para proteger el motor contra cortocircuitos, unos contactos para automatizar la puesta en marcha del sistema y un relé térmico para proteger el motor de sobrecalentamiento, esto con el fin proteger el motor y así asegurar un óptimo funcionamiento de la máquina trituradora. No obstante, con el tipo de material escogido de una excelente calidad y la constante lubricación del aceite WD-40 las piezas no se oxidan y tampoco sufren de desgaste por rozamiento. Se valida por prueba de tiempo y ninguna queja por parte de la fundación después de la entrega de la máquina.

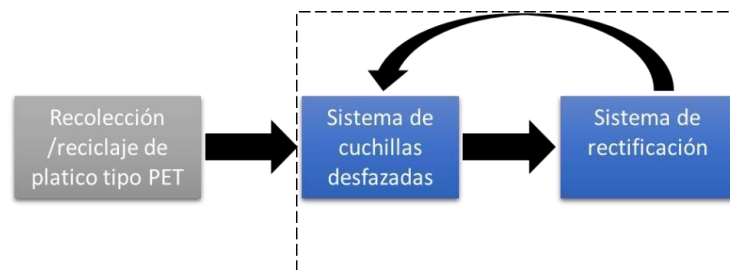


*Figura 30. Ubicación del guardamotor.  
Fuente: Propia del Autor*

## Resultados de la producción

Esta etapa corresponde al producto final de las tapas, entregadas con el milímetro deseado a las personas que trabajan para la fundación son las encargadas de abastecer material a la máquina y recolectarlo.

Demostrando que el plástico reciclado es beneficiario para crear casas, los animales con estos bloques armados pueden residir cómodamente dentro de ellos, el grosor creado por la fundación es óptimo para que un animal se sienta placido en un hogar.



*Figura 31. Diagrama de proceso del sistema.*

*Fuente: Propia del Autor.*

## Recolección / Reciclaje de plástico tipo PET

Esta etapa determina el material recolectado por parte de la fundación debido a que es la encargada de obtener la materia prima con campañas que buscan incentivar al reciclaje y la reutilización del plástico tipo PET.

### Sistema de cuchillas desfazadas

Se apoya del modelo matemático de regla de 3 el cual permite determinar la producción por minuto de cuanto plástico tipo PET se tritura

$$21 \text{ tapas trituradas} \rightarrow 8.3 \text{ segundos}$$

$$x \text{ tapas trituradas} \rightarrow 60 \text{ segundos}$$

$$x = \frac{21 \times 60}{8.3}$$

En donde se explica que 21 tapas son trituradas por las 7 secciones que contiene el sistema mecánico, así se determina que 151.8 tapas son trituradas por minuto.

Relacionando las tapas por su masa que es de 2.6 gramos obtenemos 394.68 gramos de material tipo PET triturados por minuto, por consiguiente, tenemos que:

*394.68 Gramos de Material PET triturado → 60 segundos*

*1 Tonelada de Material PET triturado → x segundos*

$$x = \frac{1.000.000 \times 60}{394.68} = 151.255 \text{ segundos}$$

Convirtiendo los segundos a Horas se tiene que en 42 horas aproximadas la maquina es capaz de triturar 1 tonelada de material tipo PET.

### **Sistema de rectificación**

Luego de que el material tipo PET es triturado, es verificado por la rejilla que se encuentra en la caja de trituración ya que esta valida el milímetro adecuado para la producción de bloques, no menos importante una vez terminado el proceso, el sistema de trituración es lubricado y se recomienda utilizar la maquina durante periodos de 6 horas de trabajo continuo con descansos de 2 horas para proteger y sea eficiente el sistema de protección eléctrico de la máquina, protegiéndola de un posible sobrecalentamiento.

Se espera en un futuro realizar un sistema automatizado, el cual permita intercambiar las rejillas para obtener diferentes milímetros del material tipo PET y así poder implementar la materia prima en diferentes proyectos y requerimientos.





*Pequeños trozos de plástico*



*Transformación con máquina extrusora*



*Bloques de lego producidos por Fundapamvi*



*Figura 32. Resultado esperado.  
Fuente: Propia del Autor*

## Capítulo 4

### Conclusiones

La propuesta de construir una máquina trituradora de tapas plásticas tipo PET es un proyecto de ingeniería que permite reutilizar el plástico reciclado para convertirlo en materia base para crear bloques que formen casas para animales de la fundación FundaPamVi.

Las construcciones de estos bloques se hacen a partir del resultado obtenido de la máquina trituradora y transformados con la máquina extrusora suministrada por la fundación.

Se implementa un diseño mecánico a la máquina trituradora que incorpora un sistema de protección y automatización mediante ciclos que permite optimizar, verificar y poner en marcha el correcto funcionamiento del proceso conformado por el reciclaje y transformación del plástico para ser utilizado por el objetivo propuesto por la fundación.

A lo largo de este proyecto se tuvo en cuenta diferentes técnicas para el reciclaje y reutilización del plástico PET y teniendo presente que la fundación ya contaba con la máquina extrusora, se determinó que lo adecuado para optimizar el proceso era el desarrollo de una máquina trituradora con tres cuchillas principales desfasadas que permiten un máximo corte del plástico para transformarlo en pequeños trozos de plástico y así obtener mejor rendimiento y optimización en el proceso de producción.

Luego de reciclar y transformar el plástico tipo PET con la máquina trituradora y la máquina extrusora se corrobora que con la materia prima obtenida de este proceso se logra la construcción de bloques para la creación de casas que permiten albergar animales.

## Capítulo 5

### Recomendaciones

Se evidenció en el desarrollo del proyecto que se busca optimizar el proceso de reciclaje de plástico tipo PET para obtener materia prima, que al ser complementada con otras máquinas se logran obtener elementos útiles para el uso diario. Esto se evidencia que al complementar una máquina trituradora con una máquina extrusora se obtiene del plástico bloques de lego para la creación de casa para animales.

Este proyecto es posible llevarlo a un nivel de desarrollo más alto si se implementa con un sistema de control robusto y automatizado capaz de transformar diferentes materiales reciclados en variedad de objetos útiles para el uso diario.

El éxito del proyecto se basa en el complemento entre el diseño mecánico de la máquina y el diseño del sistema de control y protección de esta, logrando así la optimización del proceso a desarrollar. para un funcionamiento más eficiente, se recomienda implementar un motor con más kW capaz de mover las diferentes cuchillas con un mayor torque para aumentar la capacidad de trituración y así poder obtener materia prima en menor tiempo de ejecución y producción.



## Bibliografía

Ayala Hernandez, a. D. (2009). *Centro móvil triturador de PET (Doctoral dissertation)*. ANSYS.

Dautzenberg, J. H. (1983). *Forces and plastic work in cutting*. Alemania: CIRP.

Depositphotos. (junio de 2018). *Depositphotos*. Obtenido de <https://sp.depositphotos.com/10631853/stock-photo-plastic-bottle-recycling-concept.html>

Falconi Flores, M. I. (2009). *Molino Triturador de Botellas Desechables*.

España. Importaciones Prl. (2018). *Los peligros del plástico*. Mexico.

<http://aportacionesenprl.blogspot.com/2018/03/los-peligros-del-plastico.html>

Interempresas. (abril de 2018). *Trituradores para el recuperado de materiales duros*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Plastico/FeriaVirtual/Producto-Trituradores-SB-Plastics->

MSA GROPUP. (2018). *Máquina trituradora de plástico y Electrónicos*. Colombia.

[http://themsagroup.com/adwords/maquina-trituradora-de-plasticos.php?qclid=EAlalQobChMI8d\\_u3qDB1wIVhIKzCh1ydwYKEAAYASAAEgKNBvD\\_BwE#molino-2ejes](http://themsagroup.com/adwords/maquina-trituradora-de-plasticos.php?qclid=EAlalQobChMI8d_u3qDB1wIVhIKzCh1ydwYKEAAYASAAEgKNBvD_BwE#molino-2ejes)

Richard G. Budynas .J. Keith Nisbeth. *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Octava Edición, México D.F. McGraw-Hill

Robert L Mott, P. E, *Diseño de elementos de máquinas*, Cuarta Edición

Alejandro Muñoz, Guillermo Sanunga. *Diseño, Construcción e Implementación de un Molino Triturador*

SERMA. (2018). *Fábrica de máquinas trituradoras industriales*. México : ZBS.

<http://www.zermamexico.com/wp-content/uploads/2017/06/fabricante-de-maquinas-trituradoras-industriales-zerma-mexico-trituradores-zbs.jpg>

Robert H. Perry *Manual del Ingeniero Mecánico*. Sexta Edición. México D.F. Mc Graw-Hill

## Anexos



*Central de mecanizado Fuente:  
Propia del Autor.*



*Mecanizado Varilla Hexagonal.  
Fuente: Propia del Autor.*



*Mecanizado Varilla Hexagonal.  
Fuente: Propia del Autor*

# FERREVALCO S.A.S.

NIT. 900.383.538-8

BARRANQUILLA: Cra 34 # 72 - 173 TELS 3566617 - 3566632 FAX: 3201176

e-mail: ferrevalco@hotmail.com

COTIZACION No. 25481
-------------------------

CIUDAD Y FECHA: B.quilla, Mayo 16 de 2021	VALIDEZ DE LA OFERTA: 8 días
SEÑORES: CONSORCIO INDUSTRIAL ALEADOS DEL COBRE	FORMA DE PAGO: 30 - días
DIRECCION:OBRA Zona Franca Barranquilla	Atn: Sr Bryner Ramirez ENTREGA: verificar los tiempos de entrega por ítems

CANT.	DESCRIPCION	VR. UN	V. TOTAL	ITE M	Tiempo/Entrega
1	Motor monofásico, 2HP 1.5Kw, 1730 rpm, 110/220 V 60hz	560.000	560.000	1	8 a 14 -días hábiles
1	Rejilla circular de acero, pedazo cuadrado de 40cm	24.000	24.000	2	2-días
1	Lamina de acero templado cuadrada de 2m, 5mm de espesor	329.000	329.000	3	2-días
1	Varilla lisa redonda de 5 pulgadas x 30 cm	12.000	12.000	4	2-días
1	4 llantas de giro 360° con frenos antideslizantes de silicona	292.000	292.000	5	2-días
1	Tubo cuadrado de hierro, 1 pulgada x 6m	132.000	132.000	6	2-días
1	Ángulos de hierro, 1 pulgada x 1m	34.600	34.600	7	2-días
1	Soldadura 7018 de electrodos 1kg	29.900	29.900	8	2-días
2	Rodamientos de eje fijos, de 1' 1/16" in	45.000	90.000	9	2-días
1	Guardamotor CHNT 20-25A cat.A AC-3 690v 50/60hz	89.900	89.900	10	2-días
1	Varilla hexagonal de 1'1/16" x 6m	152.000	152.000	11	2-días
<b>OBSERVACION:</b>		SUBTOTAL		1.745.400	
		IVA 19%		331.626	
<b>REQ : Maquina trituradora</b>		<b>TOTAL</b>		<b>\$ 2.077.026</b>	

**Cordialmente**

Jorge Eduardo Martínez Molina

Comercial y Licitaciones

Cel 315 6878101

**FERRETERIA VALVULAS Y COMPLEMENTOS  
S.A.S**

**Barranquilla**



Fundación Paz Ambiente y Vida

Promoviendo la Paz,  
protegiendo el Ambiente  
y rescatando Vidas.

Barranquilla, 22 de abril del 2022

Señor(es):

Saling Pallares

Director de proyecto

Universidad Autónoma del Caribe

Ciudad.

POR MEDIO DE LA PRESENTE AGRADECEMOS LA TESIS DE LOS ESTUDIANTES **BRYNER RAMÍREZ RODRÍGUEZ IDENTIFICADO CON C.C. NO. 1.234.097.832 Y ANDRÉS ÁLVAREZ PEINADO IDENTIFICADO CON C.C. NO. 1.045.739.549**, CON LA FINALIDAD DE QUE ELABORARON UNA "MÁQUINA TRITURADORA DE TAPAS PLÁSTICAS" PARA NUESTRO PROYECTO "TAPAS QUE ALBERGAN VIDAS" QUE BUSCA FABRICAR BLOQUES DE PLÁSTICO Y CON ELLOS CONSTRUIR ALBERGUES PARA ANIMALES EN CONDICIÓN DE CALLE.

LA PRESENTE SE EXPIDE A LOS 22 DIAS DEL MES DE ABRIL DEL AÑO EN CURSO, A PETICIÓN DE LOS MENCIONADOS.

ATENTAMENTE:

*Fundación Paz Ambiente y Vida*  
Pedro Arias V

Ing. Pedro Arias Vargas  
Presidente y Rep. Legal  
FUNDAPAMVI  
Cel.: 3013331177

*Promoviendo la Paz,  
protegiendo el Ambiente  
y rescatando Vidas.*

Teléfono: 57 (5) 3 56 74 33 Celular: 318 232 62 85  
Carrera 46 # 75 - 101 Barranquilla - Colombia

fundapamvi@gmail.com