

Instituto de Educación Superior Tecnológico Público
“De las Fuerzas Armadas”



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

**FABRICACIÓN DE UNA TRITURADORA PET A ESCALA ACCIONADO
POR UN SISTEMA DE PEDALES EN EL IESTPFFAA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA**

PRESENTADO POR:

POTENCIANO APONTE, Félix Alejandro

SILVA MENDOZA, Ricardo Antonio

TAIPE CONTRERAS, Jorge

LIMA, PERÚ

2020

A nuestros padres por habernos forjado como las personas que somos en la actualidad; muchos de nuestros logros se los debemos a ustedes entre los que incluye este. Nos formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuenta nos motivaron constantemente para lograr nuestras metas profesionales.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por las bendiciones que cada día nos regala y nos cubre con su manto protector lleno de amor infinito.

A nuestras familias por su gran amor incondicional, su plena confianza en especial a nuestras madres por sus palabras de motivación y amor que nos alentaron en los momentos más difíciles para cumplir nuestros sueños; a nuestros padres por su firmeza y severidad para formarnos hombres con valores.

A nuestros docentes del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas” - IESTPFFAA, a nuestro jefe de carrera y asesor por enriquecernos con sus conocimientos y consejos para formarnos como profesionales técnicos para afrontar los retos que la carrera exige.

A nuestros compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos alegrías y tristezas a todas aquellas personas que durante estos tres años estuvieron a nuestro lado apoyándonos que este sueño se haga realidad.

ÍNDICE

	Página
Resumen	viii
Introducción	ix
CAPÍTULO I. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.1. Formulación del problema	11
1.1.1 Problema general	11
1.1.2 Problemas específicos	11
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo general	11
1.2.2 Objetivos específicos	12
1.3 Justificación	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	14
2.1 Estado de arte	15
2.1.1 Antecedentes internacionales	15
2.1.2 Antecedentes nacionales	16
2.2 Bases teóricas	17
2.2.1 Máquinas trituradoras PET	17
2.2.2 Trituradora PET	17
2.2.3 Plástico tipo - PET	18
2.2.4 Tereftalato de polietileno – PET	19
2.2.5 Propiedades del PET	19
2.2.6 Proceso de triturado – manual de uso y seguridad	19
2.2.7 Los sistemas de pedales	20
2.2.8 Características de los sistemas de pedales	21
2.2.9 Sistema de reciclaje	21
2.2.10 Reciclado mecánico	22
2.2.11 Reciclado químico	23
2.2.12 Disposición de los desechos sólidos y su implicación en la salud	23

	Página
CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO	24
3.1 Finalidad	25
3.2 Propósito	25
3.3 Componentes	25
3.4 Actividades	30
3.5 Limitaciones	45
CAPÍTULO IV.RESULTADOS	46
4.1 Resultados	47
CAPÍTULO V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1 Conclusiones	49
5.2 Recomendaciones	50
REFERENCIAS	51
APÉNDICES	
Apéndice A.Cronograma de Actividades	
Apéndice B. Cronograma de Presupuesto	
Apéndice C. Check List de Mantenimiento	
Apéndice D. Planos	

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Sistema motriz	25
Figura 2. Diagrama de fuerza y radio para calcular el torque	27
Figura 3. Sistema de transmisión Piñón – Catalina	28
Figura 4. Sistema de transmisión por engranajes	28
Figura 5. Sistema de trituración	29
Figura 6. Adquisición de materiales	31
Figura 7. Trituradora PET en 3D	32
Figura 8. Diseño de caja porta cuchilla	32
Figura 9. Diseño de soporte de caja porta cuchillas	33
Figura 10. Diseño de pared soporte de la chumacera	33
Figura 11. Diseño de Pared lateral de la caja	34
Figura 12. Diseño de Eje 2	34
Figura 13. Diseño de Eje 1	35
Figura 14. Diseño de Cuchillas	35
Figura 15. Diseño de Separador de cuchillas	36
Figura 16. Diseño de Tolva	36
Figura 17. Fabricación de la caja porta cuchillas	37
Figura 18. Fabricación del soporte de la caja porta cuchilla	38
Figura 19. Fabricación de Pared soporte de la chumacera	39
Figura 20. Fabricación de pared lateral de la caja	39
Figura 21. Fabricación de eje	40
Figura 22. Fabricación de tolva	40
Figura 23. Herramientas utilizadas para el ensamblaje	41
Figura 24. Proceso de ensamblaje	42
Figura 25. Procesos de pintado	42
Figura 26. Pintado final (acabado)	43
Figura 27. Pruebas de funcionamiento	44

RESUMEN

El presente trabajo de aplicación profesional tuvo como objetivo la fabricación de una trituradora PET a escala accionado por un sistema de pedales en el IESTPFFAA para un mejor proceso y almacenamiento de residuos plásticos. El punto de interés y de definición del trabajo de aplicación profesional se inició con los beneficios que se obtienen cuando se emplea una trituradora PET, sobre todo evaluando los aspectos ambientales dentro y fuera de la institución.

Se optó por diseñar en el software de diseño SolidWorks los componentes fundamentales como las cuchillas, la tolva, la caja porta cuchillas, estructura, ejes, separadores de cuchillas y engranajes; lo cual nos permitió un mejor desarrollo en la fabricación de la trituradora PET, obteniendo las dimensiones del sistema de pedales o sistema motriz, sistema de transmisión, sistema de trituración, y el buen funcionamiento de la máquina desarrollada en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”.

Como resultado esperado, se obtuvo lo que se pretendía, es decir, fabricar la trituradora pet a escala accionado por un sistema de pedales en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”, y a su vez establecimos los aspectos positivos en el campo ambiental, tecnológico, didáctico, experimental, etc.

Palabras claves: SolidWorks, diseño y fabricación, trituradora PET, sistema de pedales, Cuchillas de corte.

INTRODUCCIÓN

El PET desde su aparición masiva en el mercado global hacia los años 70's ha empezado a generar una gran problemática debido a su disposición final, ya que gran cantidad de este material se utiliza para la elaboración de envases que tienen una vida corta de uso y larga vida para su descomposición.

Dicho problema de generación de residuos sólidos no escapa a la situación actual en el contexto del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”, donde a partir de la iniciativa de docentes y estudiantes se busca proponer una alternativa de reúso del PET a través del triturado de las botellas y transformación de estas, en nuevos productos. Como resultado de este trabajo, se obtiene la fabricación de una trituradora de PET para los ambientes prácticos de aprendizaje con el fin de iniciar la cadena de transformación de plásticos. El material obtenido de la trituración del PET se podrá usar posteriormente para la investigación en creación de nuevos productos para la construcción y demás proyectos de ingeniería que se deriven del mismo.

CAPÍTULO I
DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

En el Perú en los últimos años se ha incrementado el uso de materiales plásticos, teniendo en promedio por persona un uso de 30 kg al año, solo en Lima metropolitana y en el Callao se genera el 46 % de residuos plásticos de un solo uso, de ámbito municipal en todo el país, el tiempo de degradación aproximado de una botella PET es de 1000 años, y ya en el 2015 el 90 % de las aves marinas habían ingerido material plástico (Ministerio del Ambiente [MINAN], 2020).

Es debido a las cifras mencionadas líneas arriba que hemos visto la necesidad de fabricar una trituradora PET, que nos permita así el manejo adecuado de estos desechos que se generan de una forma desproporcional y sin control en muchas industrias e instituciones.

1.1.1 Problema general

1.0 ¿Cómo realizar la fabricación de una trituradora PET a escala accionado por un sistema de pedales que permita un manejo adecuado de desechos de botellas de plástico en el IESTPFFAA?

1.1.2 Problemas específicos

1.1 ¿Cómo acoplar un sistema de pedales a la trituradora PET?

1.2 ¿Qué componentes seleccionar en el sistema de transmisión de la trituradora PET?

1.3 ¿Cómo diseñar y fabricar las cuchillas de trituración PET?

1.4 ¿Cómo diseñar y fabricar la tolva de alimentación de la trituradora PET?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

1.0 Fabricar una trituradora PET a escala accionado por un sistema de pedales en el IESTPFFAA.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1.1 Acoplar un sistema de pedales a la trituradora PET en el IESTPFFAA.
- 1.2 Seleccionar el tipo de transmisión adecuado para el funcionamiento de la trituradora en el IESTPFFAA.
- 1.3 Diseñar y fabricar las cuchillas de trituración PET en el IESTPFFAA.
- 1.4 Diseñar y fabricar la tolva de alimentación de la trituradora PET de acuerdo a la dimensión establecida en el IESTPFFAA.

1.3 Justificación

En 2017, la Fundación Algalita Marine Research and Education, descubrió una isla de plástico, frente a las costas de Chile y Perú. Estimaron que tiene una superficie aproximada de 2.6 millones de kilómetros cuadrados, casi dos veces la superficie de Perú. Los micro plásticos son ingeridos por los peces confundiéndolos con alimentos, acumulándose en el animal y luego magnificándose cuando es ingerido por otros seres vivos, incluyendo al ser humano (MINAM, 2020).

En 2017, descubrió una isla de plástico frente a las costas de Chile y Perú. Estimaron que su superficie es de unos 2,6 millones de kilómetros cuadrados, casi el doble del área de Perú. Los peces comenzaron a ingerir micro plásticos por error, luego estos se acumulan en los animales y se amplifican cuando son ingeridos por otros organismos (incluidos los humanos), ingiriendo así micro plásticos.

Además, afirma que, a nivel mundial, el 50 % del total de residuos plásticos son plásticos de un solo uso. Según la Fundación Ellen MacArthur, si los actuales patrones de producción y consumo de plástico permanecen, en 2050: habrá más plástico que peces en el océano, aproximadamente 99% de aves habrán ingerido plástico. La basura marina perjudicará a 600 especies marinas. El 15% de especies afectadas por ingestión y enredamiento con basura marina plástica se encontrarán en peligro de extinción. Las bolsas plásticas son confundidas con medusas u otros alimentos por la fauna marina. En junio del 2018, apareció un cachalote muerto en las costas de España, se encontró en su interior 32 kilos de bolsas plásticas, redes y un tambor según.

Somos conscientes de que vivimos una época en la que el reciclaje es de vital importancia, se genera una gran cantidad de desechos plásticos y es necesario optimizar la forma de poder reutilizarlos, evitando el impacto negativo que tienen en el medio ambiente, una forma de hacer más efectivo el tema del reciclaje de botellas plásticas, es mediante la fabricación de una trituradora PET a escala accionado por un sistema de pedales que reforma su proceso, contención y reciclaje. Que no solo cumpla la función de aguantar dichos envases, sino que, a modo de generar más concientización, su funcionamiento se basa prácticamente en la participación de los estudiantes del IESTPFFAA que se encargarán de la trituración de los residuos, permitiendo así, obtener la materia prima que es necesaria para la reutilización del plástico. Este proceso ayudará a disminuir la contaminación del plástico en el IESTPFFAA.

El trabajo de aplicación profesional es viable debido que la trituradora PET a escala pretende, por un lado, reducir el consumo energético, ya que su accionamiento es a través de un sistema de pedaleo que dará el operador, se busca también una mejora en el almacenamiento de este material gracias a que el tamaño se reducirá con el proceso y por último fomentar un reciclaje sostenible en el IESTPFFAA.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de arte

2.1.1 Antecedentes de Internacionales

Clevel (2020) en su investigación titulado “Diseño de una trituradora de PET como herramienta de apoyo para las asignaturas de ingeniería de UNICATÓLICA” tuvo como objetivo reducir el impacto de este material que está generando sobre las especies y sus hábitats, los autores diseñaron una trituradora de PET. El propósito de utilizar esta máquina es aprovechar el material que ha llegado al final de su vida útil y darle valor, y usar el material con una serie de máquinas propuestas en su proyecto "Precious Plastic" (Davehakkens, 2016) a la cual pertenecen al diseño utilizado en la trituradora. Propone utilizar esta máquina como punto de partida para un sistema de pos procesamiento de plásticos, que apoyará la formación de los ingenieros industriales de Unicatónica, especialmente en las prácticas de laboratorio en campos relacionados con la producción. Mediante la formación, pueden mejorar sus habilidades para adaptarse al mercado laboral

Caviedes (2020) en su trabajo “Diseño de una máquina trituradora para plástico PET”. Este proyecto está completamente basado en el diseño. La máquina, por su diseño meramente teórico, se ha utilizado como referencia Pequeñas y Medianas Empresas de reciclaje. Este trabajo tuvo como objetivo solucionar el problema de la reducción de botellas Plástico PET en basureros urbanos y calles. El proyecto se aplicará al PET, se tritura mecánicamente. Una limitación importante de este proyecto es que solo se ejecutará el diseño de la máquina, no la construcción de la máquina.

Vela et al., (2018) en su tesis titulada “Diseño y construcción de prototipo de trituración para PET” concluyeron que el problema de la generación de residuos sólidos no resuelve la situación actual de la Cooperativa Universitaria Colombiana de Villavicencio, que, con base en el plan de ingeniería civil colombiano, la cooperativa busca proponer una alternativa para la reutilización del PET rompiendo y transformando botellas. Como resultado de este diseño, se adquirió la construcción de una trituradora de PET utilizada en un entorno de aprendizaje práctico que seguirá con la extractora y compactador. El material obtenido de la trituración de PET se utilizará para las siguientes investigaciones creadas para la construcción y otros proyectos de ingeniería derivado a ello.

Marchant (2017) en su investigación “Diseño de máquina trituradora y acumuladora de plástico PET, para lugares públicos y centros de acopio” introduce el diseño de una trituradora de botellas de plástico PET, con el propósito de brindar opciones cercanas para reciclar personas en lugares públicos o mejorar el proceso de reciclaje en los centros de acopio. Primero estudió el precio de compra del material, el lugar de reciclaje, la postproducción del PET y las propiedades físicas del plástico, y luego se realizó el cálculo del tamaño de las piezas mecánicas y trituradora de plástico. Posteriormente, se realizó el modelado 3D en el software y plan de construcción. Finalmente, la contabilidad de costos de piezas y proceso de fabricación de la trituradora, y evaluación económica para comprender el retorno de la inversión dentro de un determinado período de tiempo y la viabilidad del proyecto.

2.1.2 Antecedentes de Nacionales

Luque (2019) en su investigación “Diseño de un prototipo de máquina trituradora de botellas PET” tuvo como objetivo principal diseñar un prototipo de trituradora de botellas de PET y establecer objetivos específicos para él: determinar los parámetros de velocidad y fuerza, determinar el tamaño de los componentes de la máquina y finalmente hacer un plan. El método utilizado incluyó seleccionar el mejor mecanismo de trituración, calcular la fuerza necesaria para cortar material PET reciclado de 0,6 mm de espesor y tener en cuenta la carga de trabajo del producto mientras se determina el tamaño de los componentes de la máquina: fuerza de corte y considerar el factor de seguridad mayor que dos. El cálculo de tensiones se realizó manualmente con la ayuda de un programa de diseño (Inventor 2015), donde se simulan los componentes y se comparan los resultados con las tensiones permisibles de los materiales utilizados.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Máquinas trituradoras PET

Sería difícil imaginar el mundo moderno sin los plásticos, por lo tanto, son muy frecuentes en proyectos de innovación. Hoy son una parte integral del estilo de vida de todos, con aplicaciones que van desde artículos para el hogar hasta los sofisticados instrumentos científicos y médicos. El plástico es un material industrial utilizado en muchas aplicaciones en la vida diaria moderna. Los desechos plásticos no se degradan fácilmente y causan problemas de contaminación en su entorno, los plásticos son muy utilizados debido a su calidad, apariencia y su peso ligero, además es de fácil producción.

Los plásticos son polímeros sintéticos, obtenidos generalmente a partir de hidrocarburos derivados del petróleo. Un polímero es un compuesto que consiste en moléculas de cadena larga, cada una de las cuales está hecha de unidades que se repiten y conectan entre sí. Tienen altos pesos moleculares, son ligeros, resistentes a la corrosión y al ataque microbiológico, impermeables y de bajo costo, por lo que son útiles en aplicaciones diversas como la agricultura, fabricación de autopartes, equipos electrónicos, prótesis médicas y artículos de uso cotidiano; sin embargo, una proporción significativa de los plásticos fabricados se emplean en envases y embalajes (Pilatasig y Pozo, 2014, p. 17).

En la actualidad se consume una gran cantidad de materiales plásticos en todas las actividades humanas y es esta acción la que conlleva a reutilizar o reciclar los productos desechados; un ejemplo claro está en el consumo de bebidas contenidas en envases de plástico, que generalmente son de polietileno (PET), los cuales una vez que cumplieron su objetivo son desechados.

2.2.2 Trituradora PET

Es trituradora pet que procesa un material de forma que produce dicho material con trozos de un tamaño menor al tamaño original. Chancadora es un dispositivo diseñado para disminuir el tamaño de los objetos mediante el uso de la fuerza, para romper y reducir el objeto en una serie de piezas de volumen más pequeñas o compactas.

Si se trata de una máquina agrícola, tritura, machaca y prensa las hierbas, plantas y ramas que se recogen en el campo. También se puede emplear para extraer alguna sustancia de los frutos o productos agrícolas, rompiendo y prensándolos.

Si se trata de una máquina empleada para la minería, la construcción o para el proceso industrial, puede procesar rocas u otras materias sólidas.

2.2.3 Plástico tipo - PET

El PET fue creado en la década de los 40's, sin embargo, fue hasta los años 70's cuando se desarrollaron envases de PET, que por las características y propiedades fue factible la fabricación masiva del mismo para la venta de bebidas. Ahora esto forma parte de un gran problema ambiental ya que le toma aproximadamente de 100 a 1000 años para degradarse (Vidal, 2008). El Teraftalato del Polietileno es ampliamente utilizado en las industrias de embalaje (es decir, productos farmacéuticos y alimenticios) y en la producción de botellas para bebidas. También se utiliza como piezas moldeadas de precisión para equipos de oficina y domésticos, piezas de automóviles y dispositivos electrónicos en el proceso de fabricación (Subramanian, 2000). Debido a la conveniencia de utilizar botellas PET, la demanda es cada vez mayor. Sin embargo, la gestión de estas grandes cantidades de residuos plásticos se convierte en una preocupación importante para el medio ambiente. Como tal, cobra importancia los esfuerzos para minimizar y/o reutilizar estos residuos en varias aplicaciones (Islam, 2016).

PET, puede ser aprovechada por medio del reciclaje mediante el proceso de trituración, convirtiéndolo en hojuelas. Para después convertirlos en artículo de uso común como lo es la ropa, cortinas, alfombras, juguetes etc., (García et al., 2014).

2.2.4 Tereftalato de polietileno – PET

Gutiérrez (2006), expresa que “el plástico que se utiliza para hacer las botellas de envase de refresco transparente se denomina PET (polietileno de tereftalato)” (p. 22).

Según Ujat (2006), en su libro titulado Memorias de la Semana de Divulgación y Video Científico 2006 expresa que “Uno de los plásticos que más se desechan es el polietilentereftalato, PET, utilizado en la fabricación de botellas para envasar bebidas. La combustión de PET y otros plásticos pueden ocasionar la generación de sustancias sumamente tóxicas y persistentes en el medio ambiente como las dioxinas, entre otras” (p. 385).

De acuerdo con el autor, el plástico PET es uno de los plásticos más utilizados en el mundo y uno de los más tóxicos. Puede liberar ciertas sustancias que son muy dañinas para el cuerpo humano. Por lo tanto, este tipo El plástico es muy importante. El plástico ha sido completamente reciclado y reutilizado.

2.2.5 Propiedades del PET

Según los investigadores, el producto tiene propiedades térmicas y mecánicas beneficiosas, resistencia química, buena capacidad de formación de fibras, baja permeabilidad al O₂ y CO₂, alto rendimiento, bajo costo y excelente reciclabilidad (Doulache et al., 2010), se pueden fabricar nuevos productos. producto. El PET es un plástico técnico de alta calidad que se utiliza en muchas aplicaciones. Éstas incluyen:

- Fabricación de piezas técnicas.
- Fibras de poliéster.
- Fabricación de envases.

2.2.6 Proceso de triturado – manual de uso y seguridad

Para realizar el proceso de trituración de PET, no debe haber etiquetas, anillos de seguridad y humedad. Si la botella es demasiado grande, es necesario cortarla para facilitar su rotura. Después de preparar los materiales, se debe verificar la máquina: verificar que no haya elementos metálicos en la caja de cuchillas y verificar el nivel de aceite del motorreductor.

Después de preparar el material y revisar la máquina, ábrala e inserte la botella en la tolva. Una vez completado el proceso de trituración, la máquina y su entorno circundante deben limpiarse para recoger el exceso de plástico que cae al suelo. Una vez seleccionado el tipo de plástico a utilizar, se puede introducir el bloque de plástico más grande que quepa en la tolva. Si son grandes, puede romperlos con tijeras, martillo o sierra. Si el material está muy sucio, se puede limpiar (se volverá a limpiar después de triturar).

Luego ya puedes colocar piezas más pequeñas y ver cómo la cuchilla aplasta el plástico que ingresa a las escamas a través de la pantalla o malla metálica. (Davehakkens, 2016) Revise las cuchillas con frecuencia y asegúrese de que estén fijadas en plástico. Tenga mucho cuidado al utilizar la trituradora. Recuerde no usar mangas largas ni guantes. Al final del proceso, retire el plástico y colóquelo en un recipiente de almacenamiento etiquetado para evitar confusiones. Limpia bien la máquina para que la siguiente persona pueda trabajar en armonía. Cómo operar la trituradora. Para operar la trituradora correctamente, se recomienda seguir los pasos a continuación:

1. Escoger el tipo de plástico que desees triturar (se sugiere separarlo por colores).
2. Verificar el nivel de aceite del motor reductor
3. Encender la trituradora.
4. Introducir el plástico a la tolva (no introducir las manos ni objetos metálicos a las cuchillas).
5. Recoger el plástico triturado del contenedor.
6. Parar la trituradora y desconectarla.
7. Limpiar la trituradora.

2.2.7 Los sistemas de pedales

Los sistemas de pedales son aquellos sistemas constituidos fundamentalmente por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan, al transformar distintos tipos de energía.

2.2.8 Características de los sistemas de pedales

Hernández (2011) afirma que el sistema de pedales se caracteriza por presentar elementos o piezas sólidos, con el objeto de realizar movimientos por acción o efecto de una fuerza:

En ocasiones, pueden asociarse con sistemas eléctricos y producir movimiento a partir de un motor accionado por la energía eléctrica. En general la mayor cantidad de sistemas mecánicos usados actualmente son propulsados por motores de combustión interna. En los sistemas mecánicos, se utilizan distintos elementos relacionados para transmitir un movimiento.

Como el movimiento tiene una intensidad y una dirección, en ocasiones es necesario cambiar esa dirección y/o aumentar la intensidad, y para ello se utilizan mecanismos. en general el sentido de movimiento puede ser circular (movimiento de rotación) o lineal (movimiento de translación) los motores tienen un eje que genera un movimiento circular (p. 19).

2.2.9 Sistema de reciclaje

Pilatasig y Pozo (2014) Se define como un mecanismo con varios dispositivos conectados en serie, que puede procesar completamente los residuos hasta obtener un producto que se puede utilizar como materia prima. La instalación consta de módulos con funciones independientes que cooperan entre sí para lograr el resultado deseado. Ahora, describiremos un ejemplo de una infraestructura para reciclar residuos plásticos y productos contaminantes. Se resolverán las siguientes etapas del proceso: (p. 25 – 26).

Trituración

Dependiendo del material a procesar se pueden utilizar dos o tres etapas de triturado, las cuales se clasifican en: pre-triturado o triturado, triturado medio y triturado final o refinado. Cuando los desechos son de gran tamaño o están presentes en la paca, use una guillotina en una etapa anterior para cortarlos en pedazos y así triturarlos con facilidad.

Lavado o descontaminación

En esta etapa, el objetivo es liberar el material de los contaminantes que lo acompañan, ya sea tierra (en películas agrícolas u otros materiales), o residuos de diversos productos (empaques), papel, pegamento o incluso materiales plásticos incompatibles. El equipo utilizado en esta etapa variará según el material a procesar y se puede utilizar solo o en conjunto para obtener mejores resultados. Nos referimos al enjuague de balsas, lavadoras centrífugas e incluso cribas de tambor.

Secado

El material triturado y lavado llevará mucha agua. Aunque está separado en el transportador de tornillo sin fin que conecta los diferentes equipos del sistema y equipado con un fondo de chapa perforada para facilitar esta separación, aún debe ser retirado para la siguiente etapa. En el proceso, el material se procesa a través de una extrusora, peletizadora o polarizador. Esta operación se realiza mediante una centrifugadora de alta velocidad en una tina de placa perforada, de modo que el líquido y otras impurezas separadas durante el proceso de centrifugación puedan escapar.

2.2.10 Reciclado mecánico

Los autores anteriores indican que el reciclaje mecánico se denomina proceso físico, puede ser recuperado después del proceso de consumo o industrial por el plástico (residuo), para su posterior uso. Obviamente, el plástico reciclado mecánicamente proviene de dos fuentes principales: (p. 27)

En el proceso de fabricación, es decir, el residuo que queda en el fondo de la máquina en la industria petroquímica y en los transformadores. Este desperdicio se llama desperdicio. Los residuos son limpios y de composición uniforme porque no se mezclan con otros tipos de plásticos y, por tanto, son más fáciles de reciclar. Ciertos procesos de conversión (como el termoformado) generan entre un 30 y un 50% de desechos, que generalmente se reciclan.

Estos provienen de una gran cantidad de residuos sólidos urbanos. Estos se dividen en tres categorías:

- Residuos plásticos de tipo simple: Los que han sido clasificados y separados entre sí, los de distintas categorías.
- Residuos mixtos: Se mezclan diferentes tipos de plástico.
- Residuos plásticos mixtos combinados con otros residuos: Los que se mezclan con papel, cartón y metal.

2.2.11 Reciclado químico

En el reciclaje químico, la ruptura o ruptura de moléculas de polímero implica diferentes procesos, lo que da como resultado materias primas básicas que pueden usarse para fabricar nuevos plásticos. Gracias a la industria petroquímica, el reciclaje químico comenzó a desarrollarse para lograr el objetivo de optimizar recursos y reciclar los residuos plásticos en esta situación. Como todos sabemos, algunos métodos de reciclaje químico tienen la ventaja de no tener que separar varios tipos de resinas plásticas, es decir, pueden absorber residuos plásticos mixtos, reduciendo así el costo de recolección y clasificación. Conducen al origen de productos de alta calidad (p. 28).

2.2.12 Disposición de los desechos sólidos y su implicación en la salud

El investigador Corbitt (2000) indica que: “la mala disposición de los desechos sólidos facilita la transmisión de enfermedades. Se pueden transmitir diferentes tipos de enfermedades debido a la manipulación sin medios de protección, tales como disentería, diarreas, gastritis, infecciones de la piel, infecciones respiratorias” (p. 158).

También facilita la proliferación de algunos virus, bacterias, hongos, parásitos y además se pueden reproducir gusanos, insectos (moscas zancudos, mosquitos, y cucarachas) y algunos mamíferos como las ratas y los perros. Los alimentos pueden ser causantes de diferentes problemas de salud, debido a que son susceptibles a los problemas del medio ambiente y dependiendo en qué condiciones son manipulados o manejados, se pueden contaminar de diferentes maneras.

CAPÍTULO III
DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Finalidad

La finalidad es contribuir con la mejora del manejo de residuos de botellas PET en la sociedad.

3.2 Propósito

Aportar en la creación de una cultura de reciclaje de botellas PET a través de una trituradora PET a escala accionada por un sistema de pedales para el Instituto Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”.

3.3 Componentes

Para desarrollar este trabajo de aplicación profesional, del mecanismo de trituración de PET se ha considerado en tres sistemas: un sistema de motriz, un sistema de transmisión y un sistema de trituración, que se describirán a continuación:

3.3.1 Sistema motriz

Se basa en el mecanismo básico de un sistema de pedales impulsado por la fuerza que ejerce una persona, este sistema transfiere energía al eje del sistema de trituración. En todo sistema motriz es necesario conocer la potencia que esta entrega. Para conocer la potencia es necesario conocer las RPM y el par de torque entregado por el sistema de pedales.



Figura 1. Sistema motriz

Estimación de las RPM:

Según un video grabado se observó que 5 vueltas se dan en 10 segundos, por lo tanto 30 vueltas se darán aproximadamente en 1 minuto, con lo cual tenemos un rpm aproximado de **30 rpm** en el piñón.

Estimación del Torque (T):

Para calcular el torque necesitamos de una fuerza y una distancia:

$$T = r \times F \text{ N.m}$$

Espesor de botellas: $e = 1.32 \text{ mm}$.

Ancho del corte: $L = 6 \text{ pulgadas} = 152 \text{ mm}$.

Resistencia a la fractura PET: $\tau = 9.5 \text{ MPa}$

F: Fuerza de corte del PET.

$$F = \tau \cdot L \cdot e ;$$

$$F = 9.5 \text{ MPa} \times 152 \text{ m} \times 1.32 \text{ mm} = 9.5 \times 10^6 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) \times 152 \text{ m} \times 1.32 \times 10^{-3} \text{ m} = 1907 \text{ N}$$

Factor de seguridad: $FS = 2$ (Para maquinas que trabajan con productos puede considerarse un FS entre 2 y 3).

F_d = Fuerza de diseño;

$$F_d = FS \cdot F$$

$$F_d = 2 \times 1907 = 3814 \text{ N}$$

Torque = (Radio) x (Fuerza de diseño)

$$\text{Torque} = (2.5 \text{ pulgadas}) \times (3814 \text{ N}) = (2.5 \times (25.4 \text{ mm})) \times (3814 \text{ N}) = 242189 \text{ N mm} = 242.2 \text{ Nm}.$$

Las RPM en el sistema de trituración es la mitad de las RPM del sistema motriz, esto debido a que el diámetro del piñón es la mitad del diámetro de la catalina RPM en la catalina= 15 rpm.

$$\text{Potencia} = \text{Torque} \times \text{RPM} = (242.2 \text{ N.m}) \times (15 \times 2\pi/60) = 380.5 \text{ watts} = 380.5 \text{ watts} \times$$

$$\frac{1 \text{HP}}{745 \text{watts}} = 0.51 \text{ hp.}$$



Figura 2. Diagrama de fuerza y radio para calcular el torque

3.3.2 Sistema de transmisión

El sistema de transmisión permitirá el movimiento del sistema de pedales al engranaje impulsado para que el engranaje comience a girar con el par requerido para el proceso de triturado correcto. Esto se hará mediante un conjunto de engranajes, ejes, cadenas y piñones.

El sistema de transmisión por piñón-cadena tiene un diámetro de engranaje conductor (piñón) $D_1=85\text{mm}$ con 21 dientes. El engranaje conducido (catalina) tiene un diámetro $D=170\text{mm}$ con 38 dientes. La distancia entre centros es de 66.5 cm.

Haciendo uso de la relación de transmisión que debe cumplir un sistema de cadenas y piñón-catalina, se obtiene las rpm de la catalina (conducido).

- $85\text{mm} \times 30\text{rpm} = 170\text{mm} \times n_{\text{catalina}}$
- $n_{\text{catalina}} = 15\text{rpm}$



Figura 3. Sistema de transmisión Piñón - Catalina

También se cuenta con un sistema de transmisión por engranajes helicoidales. Estos engranajes son de 84 mm de diámetro exterior, 25mm de diámetro interior, 29 dientes y un espesor de 19 mm.



Figura 4. Sistema de transmisión por engranajes.

3.3.3 Sistema de trituración

La trituración consiste en reducir el tamaño de la botella de plástico a aproximadamente 10 mm mediante cuchillas de garra, que se encuentran en dos ejes paralelos, uno en el sentido horario y el otro en sentido antihorario. Para el proceso de trituración se utilizarán 12 cuchillas separadas por un separador de 14mm. Las cuchillas se distribuyen uniformemente en los ejes entrelazándose unas con otras para lograr un mejor efecto de trituración.

El sistema de transmisión consta de 12 hojas de garra de 120 mm de diámetro, 12,7 mm de espesor y dos ejes de 1 pulgada de diámetro x 300 mm de longitud.

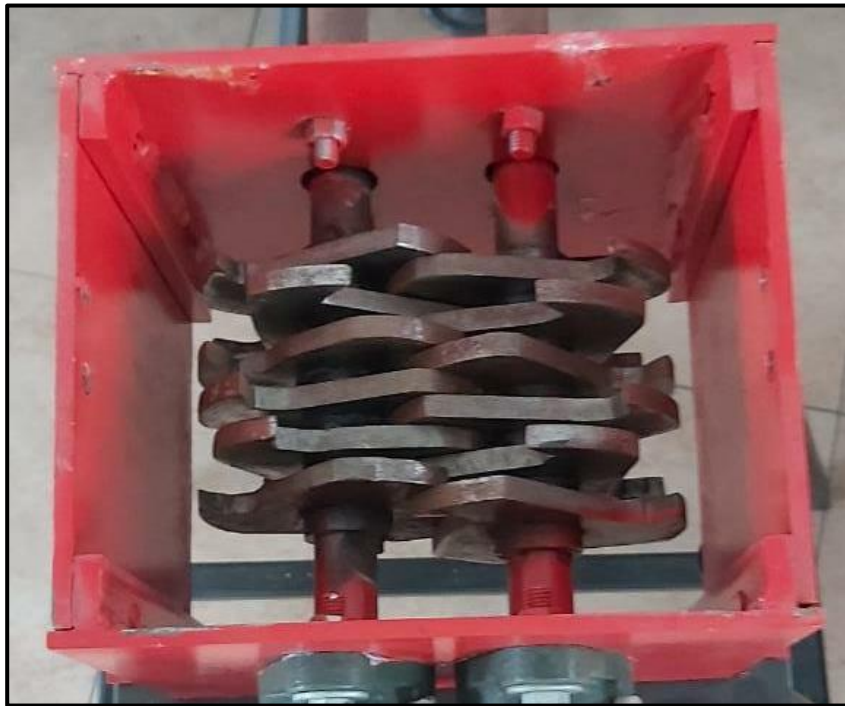


Figura 5. Sistema de Trituración.

3.4 Actividades

Por un lado, cada miembro del grupo buscó información sobre el tipo de cuchilla para la trituradora, el tipo de transmisión de potencia, el concepto de resistencia del material, el material (como el tipo de acero, o tipo de rodamiento); la relación de transmisión, trituración de PET, El concepto de tipos de procesamiento del acero, elementos de sujeción y herramientas especiales para la fabricación de la trituradora de PET.

En noviembre de 2019, se diseñó una trituradora pet, en función de los resultados de los cálculos técnicos necesarios para seleccionar los componentes mecánicos. Las herramientas y materiales se adquirieron en la segunda semana de diciembre, y en los días siguientes, se compró los materiales de las medidas obtenidas en el diseño. Luego se procedió al maquinado de los materiales para construir los elementos de la trituradora PET según el diseño. Después del mecanizado de los componentes, se inició el proceso de ensamblado de las partes de la trituradora PET. Finalmente, el proceso de desarrollo se lleva a cabo entre la última semana de diciembre y el 1 de enero de 2020. Concluido la construcción de la trituradora, se implementó un plan de mantenimiento.

3.4.1 Adquisición de materiales

Se realizaron la compra de los siguientes materiales:

- Plancha, con medidas de 1200 x 600 mm y ½ pulgada.
- Plancha de 800x800x2mm.
- 4 chumaceras con rodamientos de bolas con soporte de pared de diámetro interior 1 pulgada.
- Cadena de bicicleta
- Catalinas y piñones
- Juego de par de engranajes helicoidales de diámetro interior de 1 pulgada ($z=29$, $D_{ext}=84\text{mm}$).
- Estructura de bicicleta.
- Tubos cuadrados de 1x1 pulgadas y 2mm de espesor.
- Pernos M10 x 1 ½ ".
- Pernos M16 x 1 ½ ".
- Tuercas y arandelas planas M10 y M16.

- Electrodo E6011, E7018.
- Chaveta cuadrada de $\frac{1}{4}$ " x $\frac{1}{4}$ " x 300mm.
- Tubo negro de \varnothing interior de 1" y longitud de 60mm.

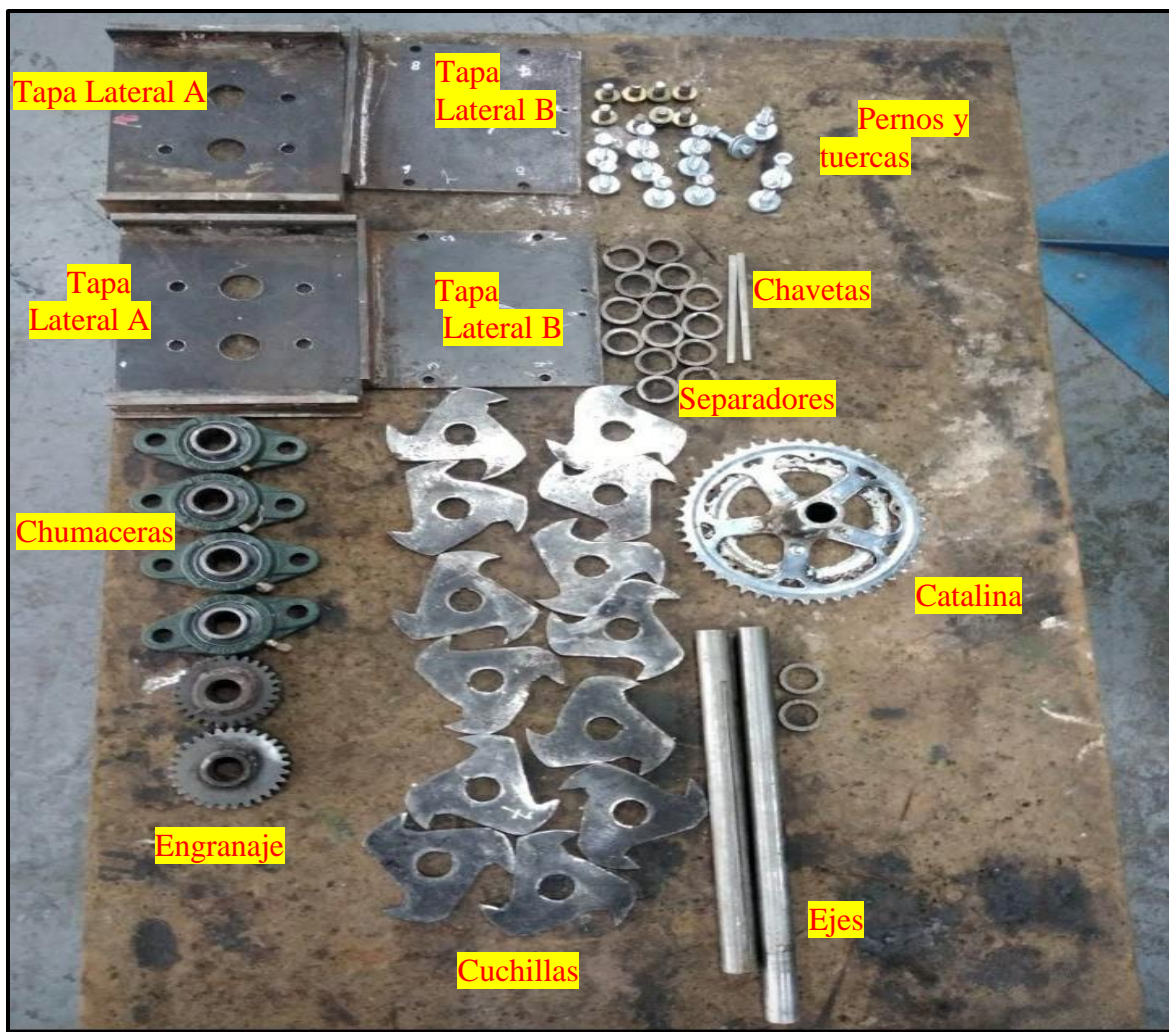


Figura 6. Adquisición de materiales.

3.4.2 Diseño de elementos de la Trituradora de PET utilizando software de diseño SolidWorks.

Se utilizó el software SolidWorks 2016 para realizar el diseño de las partes que conforman la Trituradora de PET. A continuación, se describe cada elemento diseñado en SolidWorks.

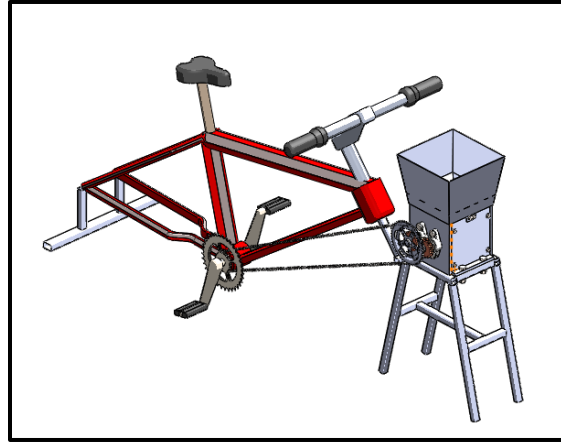


Figura 7. Trituradora PET en 3D

3.4.2.1 Diseño de Caja porta cuchillas

La caja porta cuchillas está conformada de 4 caras (dos denominadas lado A y los otros dos lados B, ver Figura 8), estas se unen a través 8 pernos M10, las 4 caras (paredes) están elaboradas de un acero comercial de ½ pulgada y de 240 x 240 mm.

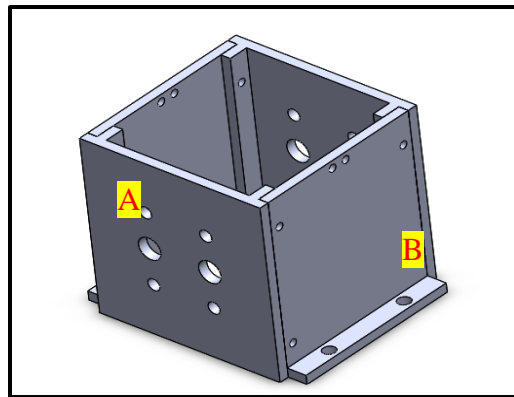


Figura 8. Diseño de caja porta cuchilla.

3.4.2.2 Diseño de Soporte de caja porta cuchillas

El soporte de la caja porta cuchillas está fabricado con tubos cuadrados de 1" x 1" con espesor de 1/8" para la unión de las piezas se utilizó el proceso de soldadura SMAW con electrodos E6011.



Figura 9. Diseño de soporte de caja porta cuchillas.

3.4.2.3 Diseño de Pared soporte de la chumacera

Esta pared es el lado A de la caja porta cuchillas, fabricada con un acero comercial de 1/2", 240x240 mm y en esta se acoplan los rodamientos con soporte de ojo chino, que a su vez alojan a los 2 ejes.

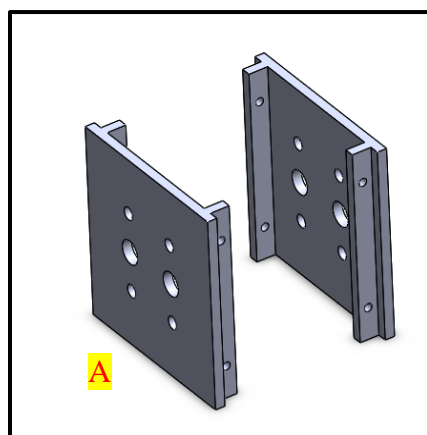


Figura 10. Diseño de pared soporte de la chumacera

3.4.2.4 Diseño de Pared lateral de la caja

Lado B de la caja porta cuchillas, con medidas de 240x240mm con un espesor de 1/2 pulgada, en la parte superior se monta la tolva, la cual va unida a el soporte de la caja y al lado A mediante pernos M10.

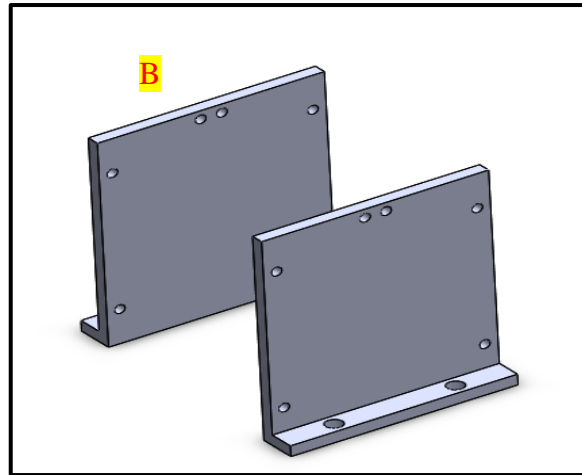


Figura 11. Diseño de Pared lateral de la caja

3.4.2.5 Diseño de Eje 2

Este eje tiene un diámetro de 1", longitud de 500 mm, un canal chavetero de 1/4" x 1/4", en este eje se acoplan 6 cuchillas que se fijan mediante una chaveta de 1/4" x 1/4" x 300mm, también se monta 1 engranaje helicoidal y la catalina conducida.

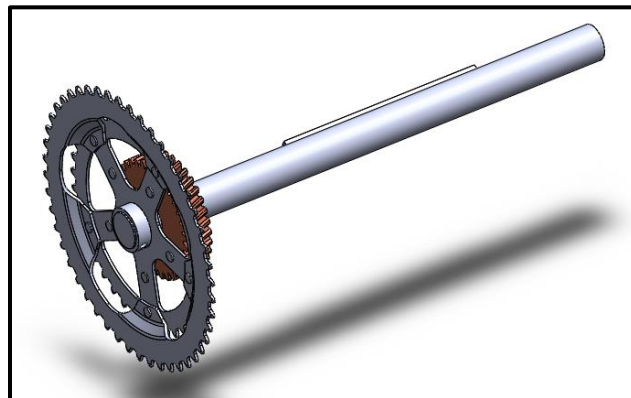


Figura 12. Diseño de Eje 2

3.4.2.6 Diseño de Eje 1

Este eje cuenta con 1" de diámetro y una longitud de 300mm, es de un acero de bajo carbono

AISI 1018 para ejes de transmisión con baja exigencia de torque y se encargará de sujetar 6 cuchillas, las cuales encajan aleatoriamente con las cuchillas y el engranaje helicoidal del eje 2.

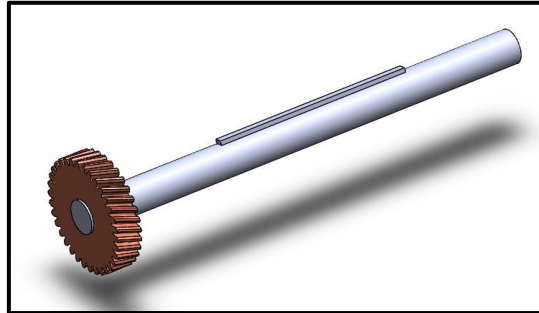


Figura 13. Diseño de Eje 1

3.4.2.7 Diseño de Cuchillas

Las cuchillas se fabricaron de un Acero con 12% de cromo y alto contenido en carbono (k105). Con medidas de 120mm de diámetro exterior y 1" de diámetro interior con un espesor de 1/2 ", se cuenta con 12 cuchillas las cuales se dividen 6 en cada eje.

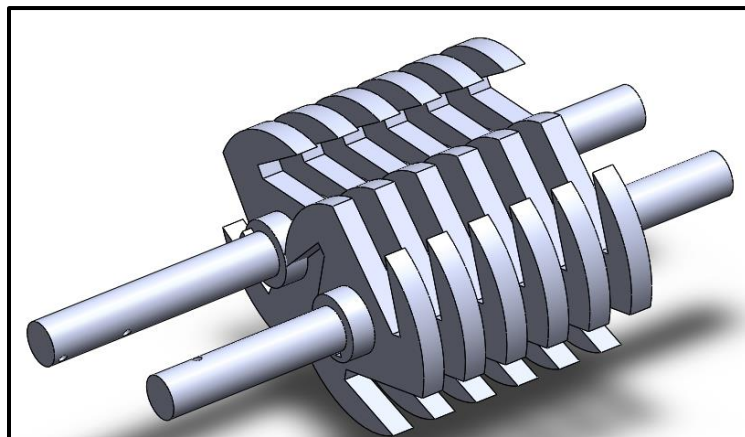


Figura 14. Diseño de Cuchillas

3.4.2.8 Diseño de Separador de cuchilla

El separador de cuchilla tiene un diámetro interior de 1" y 35mm de diámetro exterior con un espesor de 14mm. Estos se ubican en los ejes aleatoriamente separando las cuchillas una de otra.

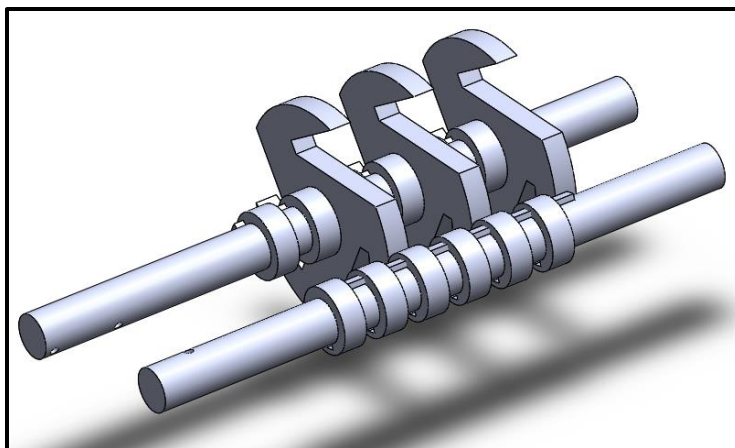


Figura 15. Diseño de Separador de cuchilla

3.4.2.9 Diseño de Tolva

La fabricación de la tolva diseño con plancha de 3mm de espesor y con una boca de entrada de 270 x 310 mm en la parte superior y una de salida de 240x240mm en la parte inferior una altura de 230 mm, esta irá montada sobre la caja porta cuchillas y unida a ella con 4 pernos M10.

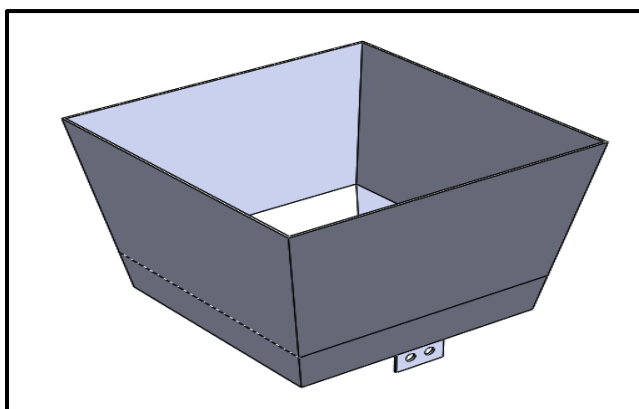


Figura 16. Diseño de Tolva

3.4.3 Proceso de fabricación

Para la fabricación se realizaron procesos de manufactura como: corte con tronzadora, soldadura SMAW, maquinada con fresa y torno, taladro, esmerilado, corte por oxiacorte, y pintura.

3.4.3.1 *Fabricación de la caja porta cuchillas*

Para la fabricación de la caja porta cuchillas lo primero que se realizó fueron los trazos de longitud y ancho de las planchas, se procedió al corte utilizando un esmeril angular de 7 ½ pulgadas debido al espesor de la plancha, obtuvimos 4 planchas según nuestro diseño los cuales denominamos 2 planchas de lado A y 2 de lado B, en el lado A se realizaron cortes circunferenciales de 30 mm de diámetro y Ø 16 mm, también se soldaron planchas de 40 mm de ancho con electrodos E7018, en ambos extremos para poder realizar el montaje de toda la caja mediante pernos M10, así mismo se taladro en la parte superior del lado B 2 agujeros de Ø6 mm para el acople de la tolva.



Figura 17. Fabricación de la caja porta cuchillas

3.4.3.2 Fabricación del soporte de la caja porta cuchillas

El primer paso para la fabricación del soporte, fueron los trazos en el material tomando las medidas que realizamos en el software de diseño SolidWorks, luego se procedió al corte utilizando un esmeril angular de 4 ½ pulgadas, después realizamos el armado, se optó por el proceso de soldadura SMAW utilizando electrodos E6011, se taladró en la parte superior agujeros de Ø16 mm para el acople de la caja porta cuchillas; por último, se realizó el acabado con un disco de desbaste de 4 ½ pulg.



Figura 18. Fabricación del soporte de la caja porta cuchillas.

3.4.3.3 Fabricación de Pared soporte de la chumacera

En la fabricación de las paredes que se unirían con las chumaceras a través de 4 pernos M16 se empleó dos planchas de ½ pulgada, para todo ello se usó máquinas herramientas a parte del proceso de soldadura SMAW con un electrodo E6011.



Figura 19. Fabricación de pared soporte de la chumacera

3.4.3.4 Fabricación de Pared lateral de la caja

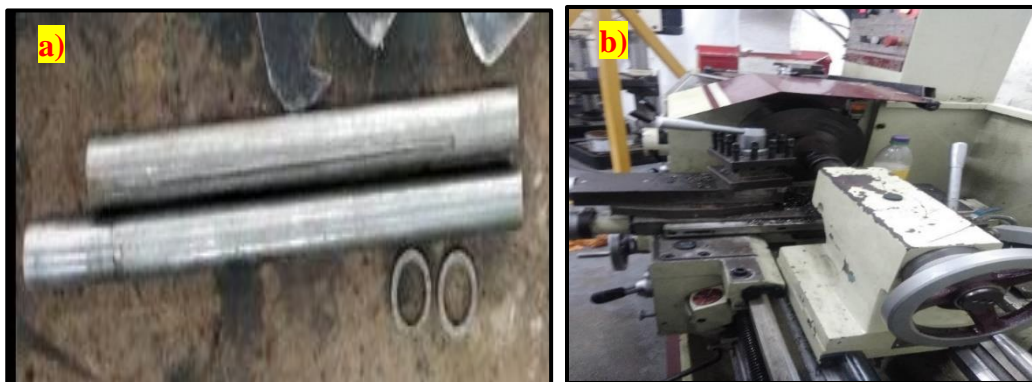
Para fabricar las dos paredes laterales de la caja porta cuchillas teniendo ya el diseño y las medidas en SolidWorks. Se procedió a dar forma con el uso de una máquina fresadora y para los agujeros un taladro de banco. Finalizando el proceso fabricación se usó una mota tipo pluma para limpiar impurezas y residuos de metal.



Figura 20. Fabricación de pared lateral de la caja

3.4.3.5 Fabricación de eje 2

Se uso un material de bajo carbono AISI 1018 con un Ø 1pulgada y una longitud de 500mm, se dio un refrentado en un torno convencional para darle un buen acabado al eje, para el canal chavetero se usó una fresa de espiga de $\frac{1}{4}$ " x $\frac{1}{4}$ " a lo largo del eje.



Figuras 21. Fabricación de eje. a) Acabado final del eje, b) Torneado del eje.

3.4.3.6 Fabricación de la Tolva

Para la fabricación de la tolva se utilizó una plancha de acero de bajo carbono de un espesor de 2 milímetros, se realizaron los trazos en la mesa de trabajo del taller de soldadura, se procedió al corte de la plancha con esmeril angular de $4\frac{1}{2}$ ", se hizo el doblado de acuerdo al diseño y dimensiones obtenidas en los planos, para la unión utilizamos remaches de $\frac{1}{8}$ ".



Figura 22. Fabricación de tolva.

3.4.4 Proceso de ensamblado

En el proceso de ensamblado se utilizó 01 juego de llaves mixtas en milímetros, 01 ratchet con encastre de $\frac{1}{2}$ " ,palanca de $\frac{1}{2}$ " , un juego de dados en milímetros, un flexómetro, además de las herramientas mencionadas líneas arriba también se cumplió con el uso de EPPs, estos son casco, lentes transparentes, guantes de badana, overol, zapatos punta de acero.



Figura 23. Herramientas utilizadas para el ensablaje

El proceso de ensamble empezó por la caja porta cuchillas, uniendo sus lados A y B mediante pernos M16 con sus respectivas tuercas y arandelas planas, se utilizó un ratchet, un dado 16mm y una llave mixta de 16 mm. Una vez armada la caja se fijó a la estructura-soporte de la trituradora con pernos M16, luego montamos los 4 rodamientos con soporte de pared en ambas paredes del lado A con pernos M16, se insertaron los ejes aproximándolos hasta el interior de la caja para luego realizar el montaje de las cuchillas separándolas mediante espaciadores y alternándolas entre los 2 ejes, 6 en cada eje, se fijaron las 12 cuchillas con 2 chavetas de $\frac{1}{4}$ " x $\frac{1}{4}$ " x 150 mm, una vez terminado el montaje de las cuchillas, ambos ejes terminan de asentarse en los 4 rodamientos con soporte, en el extremo del lado de transmisión van montados 2 engranajes helicoidales ambos del mismo diámetro y número de dientes, en el eje de mayor longitud además del engranaje helicoidal va la catalina conducida de 170 mm de diámetro con 38 dientes, ambos fijados por un prisionero

pasante. Por último, se acopló el marco de una bicicleta con el proceso de soldadura SMAW utilizando electrodos E6011, para realizar este acople fijo tuvimos que tener en cuenta la alineación de las catalinas motriz y conducida, finalmente se procedió a la instalación de la cadena.



Figura 24. Proceso de ensamblaje. a) Montaje de cuchillas, b) Ensamble de caja y soporte.

3.4.4.1 Aplicación previa al pintado

Para la aplicación de la pintura fue necesario el uso de un compresor de aire. Como primer paso se aplicó una base color plomo para evitar la corrosión de los componentes tanto de la estructura, la caja porta cuchillas y la tolva.



Figura .25. Procesos de pintado. a) Máquina sin pintar, b) Aplicación de pintura en la caja.

3.4.4.2 *Proceso final de pintado*

Como punto final y luego del aplicado de la base se procedió a aplicar esmalte sintético para un buen acabado en la pintura.



Figura 26. Pintado final (acabado). a) Vista Lateral izquierda. b) Vista Lateral derecha. c) Vista Superior.

3.4.4.3 Procedimiento para las pruebas de funcionamiento

Para realizar las pruebas de funcionamiento se dividió en 4 pasos:

Paso1: Uso de EPPs (zapatos de seguridad, overol, lentes, guantes casco, tapones auditivos).

Paso2: Verificación de los componentes de la máquina (cuchillas, cadenas, rodamientos, engranajes, pernos, tuercas).

Paso3: El operador de la máquina ya con todos los implementos de seguridad procede a poner a funcionar la trituradora.

Paso4: Se concluyó dando un resultado favorable al funcionamiento de la máquina y el triturado del PET.



Figura 27. Pruebas de funcionamiento. a) Operación de la máquina. b) Recojo de producto final. c) Medición de PET.

3.5 Limitaciones

- Al inicio no se contó habilidades prácticas para el proceso de soldadura para la unión de los perfiles estructurales y otros componentes necesarios para la máquina trituradora PET a escala accionado por un sistema mecánico en el Instituto Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”.
- Hubo una dificultad de conseguir plásticos de material PET en el IESTPFFAA debido a que no hay una segregación adecuada por parte de los estudiantes del IESTPFFAA.
- No hubo inmediata facilidad para el uso de EPPs en el Taller de Soldadura del IESTPFFAA. El protector manual y ocular para el empleo de la máquina trituradora no es tan común de conseguirlo, sobre todo para los estudiantes.
- Falta de equipos para la fabricación que tuvieron que ir obteniéndose por parte del equipo de trabajo.

-

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

RESULTADOS

La trituradora PET, optimiza la obtención de patrones de reciclaje ya que brinda un tamaño final de PET triturado de aproximadamente 10mm.

Empleando la trituradora PET, se logró producir ahorro de tiempo y de energía en las actividades de reciclamiento ya que para su uso no necesita energía eléctrica. El ahorro aproximado de energía eléctrica es el equivalente a un motor de 0.5HP.

Se logra cubrir las necesidades pedagógicas y tecnológicas de la institución a través de la puesta en marcha de los conocimientos teóricos brindados en clase.

La trituradora PET tiene una capacidad de 170gr/min de PET. Esto se obtuvo con pruebas de trituración de botellas de plástico PET.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- a) Se logró fabricar una trituradora PET a escala accionado por un sistema de pedales en el IESTPFFAA, para la fabricación se apoyó en el software de diseño SolidWorks. El costo aproximado es de 831 soles considerando solo el precio de materiales.
- b) Se consiguió acoplar un sistema de pedales a la trituradora PET soldando un perfil cuadrado de 1" x1" x1/8" en un extremo del soporte de caja para cuchilla, este proceso contribuyó a guardar la alineación en el sistema de transmisión.
- c) Se usó un sistema de transmisión por cadenas y piñón-catalina para la transmisión de la bicicleta a la caja porta cuchillas. Para la transmisión de potencia hacia las cuchillas, se usó un sistema de engranajes helicoidales.
- d) Para el diseño y fabricación de las cuchillas de trituración PET, se hizo uso del software SolidWorks, en donde se pegó una hoja de papel del perfil de la cuchilla en una plancha de 1/2 " para su posterior corte por oxicorte.
- e) Para el diseño y fabricación de la tolva de alimentación de la trituradora PET, se hizo uso del software SolidWorks, en donde se pegó una hoja de papel del perfil de las paredes de la tolva en una plancha de 1/8 " para su posterior corte con un esmeril angular de 4 1/2".

RECOMENDACIONES

- a) Para la fabricación de la trituradora considerar costos de consumibles como electrodos, discos de desbaste y disco de corte.
- b) Se recomienda tener instrumentos de alineamiento para un correcto acople del sistema de pedales a la trituradora PET.
- c) Para una mejor transmisión de potencia se sugiere implementar un templador en el sistema de cadena y piñón-catalina.
- d) Se puede lograr un mejor acabado en las cuchillas con una máquina de plasma CNC, ya que estas máquinas trabajan de forma automática con softwares de diseño como SolidWorks.
- e) Se recomienda asegurar el correcto diseño de la tolva para evitar posibles problemas como el encaje de piezas al momento de ensamblar.

REFERENCIAS

- Caviedes, J. D. (2020). *Diseño de una máquina trituradora para plástico PET*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Mecánica, Fundación Universidad de América].
- Clevel, J. A. (2020). *Diseño de una trituradora de pet como herramienta de apoyo para las asignaturas de ingeniería de Unicatólica*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Industrial, Fundación Universitaria UNICATÓLICA]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/20.500.12237/1930>
- Corbitt, R. A. (2000) Manual de referencia de la ingeniería ambiental. Editorial Me Graw Hill.
- Davehakkens. (2016, 24 de marzo). Valioso Plástico - Construye la trituradora. [Video]. YouTube.<https://www.youtube.com/watch?v=VFIPXgrk7u0>
- Doulache, N., Khemici, MW, Gourari, A. y Bendaoud, M. (2010, julio). *Estudio DSC del envejecimiento físico del tereftalato de polietileno. En 2010, décima conferencia internacional de IEEE sobre dieléctricos sólidos*. IEEE.
- Freire Cárdenas, L. M., y González Mosquera, C. J. (2014). *Diseño y construcción de un equipo triturador de botellas plásticas tipo PET*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Química, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Archivo digital. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/3218>
- García, L. A., Ponce, C., Martínez, E. J., y León, J. (2014). Diseño y prototipo de una máquina trituradora de PET. *Cultura Científica y Tecnológica*, 54(11), 63 - 71
- Gutiérrez Toca, M. (2006). *Juegos ecológicos con botellas de plástico*. INDE.
- Hernández, J. G. (2011). *Rehabilitación de rectificadora de superficie plana*. [Tesis de pregrado en Mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica de Querétaro].

- Islam, M. J., Meherier, M. S., y Islam, A. R. (2016). Effects of waste PET as coarse aggregate on the fresh and harden properties of concrete, Efectos del PET residual como agregado grueso sobre las propiedades de fresco y endurecimiento del hormigón. *Construction and Building Materials*, 125, pp. 946-951.
- Luque, E. Y. (2019). *Diseño de un prototipo de máquina trituradora de botellas PET*. [Trabajo de bachiller en Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica del Perú]. Archivo digital. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/2492>
- MacArthur, E. (2016). *The New Economy Plastic*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics>
- Marchant, F. (2017). *Diseño de máquina trituradora y acumuladora de plástico PET, para lugares públicos y centros de acopio*. [Tesis de pregrado en Ingeniería Civil Mecánica Universidad de Talca]. Archivo digital. <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/11756>
- Ministerio del Ambiente, (2020). *Cifras del mundo y el Perú*. http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/#_ftn3.
- Ministerio del Ambiente, (2020). *Campaña #MenosPlásticoMasVida*. <http://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/campana-menosplasticomasvida/>
- Pilatasig, D. A., y Pozo, F. R. (2014). *Diseño y construcción de una máquina para moler plásticos pet para la microempresa de reciclaje “Santa Anita” ubicada en el Canton Salcedo provincia de Cotopaxi*. [Tesis en Ingeniería Eletromecánica, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Archivo digital. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1872>

Subramanian, PM (2000). Reciclaje de plásticos y gestión de residuos en EE. UU. *Recursos, conservación y reciclaje*, 28 (3-4), 253-263.

Ujat. (2006). *Memorias de la Semana de Divulgación y Video Científico 2006*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Vela Rojas, C. C., Rey Romero, E. J., y Jaimes Rada, A. N. (2018). “Diseño y construcción de prototipo de trituración para PET”. [Tesis de pregrado en Ingeniería Civil , Universidad Cooperativa de Colombia].

Vidal, C. (2008, 12 marzo). *Biodegradabilidad y contaminación: ¿Cuánto tarda en degradarse...?* [http://www.ecoclimatico.com/archives/biodegradabilidad-y-contaminación- %C2%BFcuanto-tarda-endegradarse-303](http://www.ecoclimatico.com/archives/biodegradabilidad-y-contaminación-%C2%BFcuanto-tarda-endegradarse-303).

APÉNDICES

Apéndice B. Cronograma de Presupuesto

N°-	DISCRIPCIÓN		CANT	PRECIO /UNID	PRECIO /TOTAL
01	Eje de un 1 "in"		02	S/ 20.00	S/ 40.00
02	Plancha metálica de 1/8 de "in"		04	S/ 70.00	S/ 280.00
03	Rodamiento con soporte de pared diámetro de una 1 "in"		04	S/ 30.00	S/ 120.00
04	Cuchillas de corte pet diámetro de una 1" in"		13	S/ 15.00	S/ 195.00
05	Engranajes helicoidales de diámetro de una 1 "in"		02	S/ 30.00	S/ 60.00
05	Bicicleta con todo sistema arrastre.		01	S/ 100	S/ 100.00

06	Chaveta de un ¼ de pulgadas x 20 cm longitud		02	S/ 20.00	S/ 40.00
07	Separador de 10 mm x 1 pulg.		16	S/ 2.00	S/ 32.00
08	Lámina metálica de 4mm de espesor 20x20cm ²		04	S/ 5.00	S/ 20.00
09	Pernos M10 de ¾ x 1 pulg		10	S/ 2.00	S/ 20.00
10	Cadena de bicicleta		01	S/ 10.00	S/ 10.00
11	Remache de 1/8 pulg.		08	S/ 0.50	S/ 4.00
Total:					S/ 831.00

Apéndice C. Check List de Mantenimiento


	LISTA DE MANTENIMIENTO Máquina Trituradora Pet			<i>CODIGO:</i>	001
				<i>VERSION:</i>	2019
				<i>FECHA:</i>	
Marque con un X el estado de la máquina	C=si es conforme		NC= No conforme		NA= no aplica
DESCRIPCION	C	NC	N/A	OBSERVACIONES	
eje	X				
Rodamientos con soporte	X				
Cuchillas	X				
Engranajes helicoidales	X				
Bicicleta con sistema conductor y pedales	X				
Chaveta	X				
Separadores	X				
Pernos	X				
Sistema de engranajes accionado por cadena	X				

VERIFICADO POR: _____ *FIRMA:* _____.

Apéndice D. Planos

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPCIÓN	QTY.
1	Estructura soporte	Ver plano 2	1
2	Pared soporte de chumacera	Ver plano 3	2
3	Paredes laterales de la caja	Ver plano 4	2
4	CHUMACERA	Rodamiento de bola con soporte de pared de 1 pulgada.	4
5	Eje 2	Ver plano 5	1
6	Engranajes	Helicoidal, diámetro exterior 84mm, diámetro interior 25mm, 1:25.	2
7	Eje	Ver plano 6	1
8	Bicicleta		1
9	Soporte de bicicleta		1
10	Catrina	38 dientes y diámetro 170mm	1
12	Cuchilla	Ver plano 7	12
13	Separador de cuchillos	Ver plano 8	12
14	Tapa	Ver plano 9	1
15	Chaveta	1/4x1/4x150mm	2
16	NO T412 - M16 x 60 - 3I-WC		12
17	Arandelo M16		12
18	Tuerca M16		12
19	Perno M16		12
20	Perno M5		3
21	Tuerca M5		3
22	Cadena de transmisión		1
23	Pillon	21 dientes y diámetro de 85 mm	1

INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICO PÚBLICO DE LAS HERAS ARMADAS



TÍTULO: FABRICACIÓN DE UNA TRITURADORA PET A ESCALA ACCIONADO POR UN SISTEMA DE PEDALES EN EL IESTPFFAA.

INTEGRANTES: POTENCIANO APOENTE, Félix Alejandro
SILVA MENDOZA, Ricardo Antonio
TARPE CONTRERAS, Jorge

ESCALA: 1:5

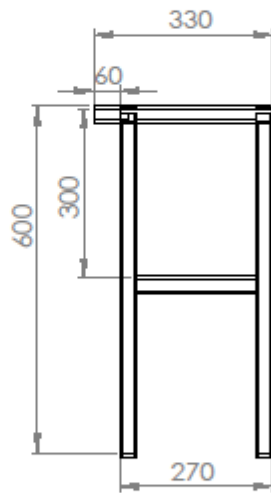
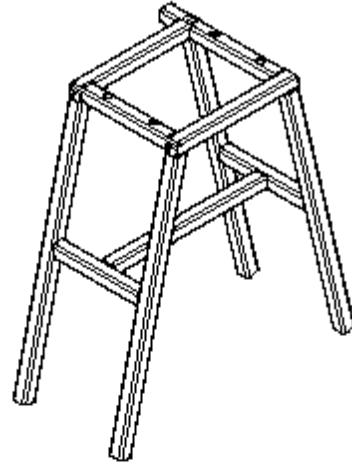
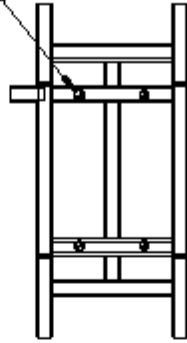
FECHA: 19/11/2020

PLANO N° 1

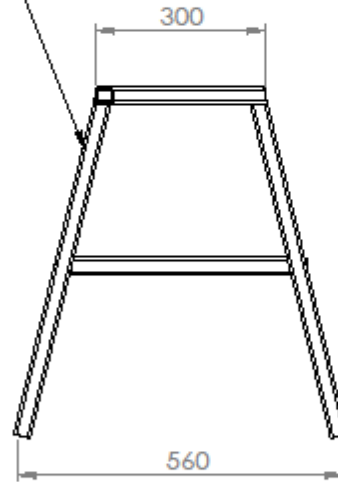
FIRMA

PLANO DE EXPLOSIÓN Y LISTA DE ELEMENTOS

(Taladro M16)x4



Perfil cuadrado 1'x1'x1/8'



INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO PÚBLICO DE LAS
FUERZAS ARMADAS



TÍTULO: FABRICACIÓN DE UNA TRITURADORA PET A ESCALA
ACCIONADO POR UN SISTEMA DE PEDALES EN EL IESTPFFAA.

INTEGRANTES: POTENCIANO APONTE, Félix Alejandro
SILVA MENDOZA, Ricardo Antonio
TAIPE CONTRERAS, Jorge

ESCALA: 1:10

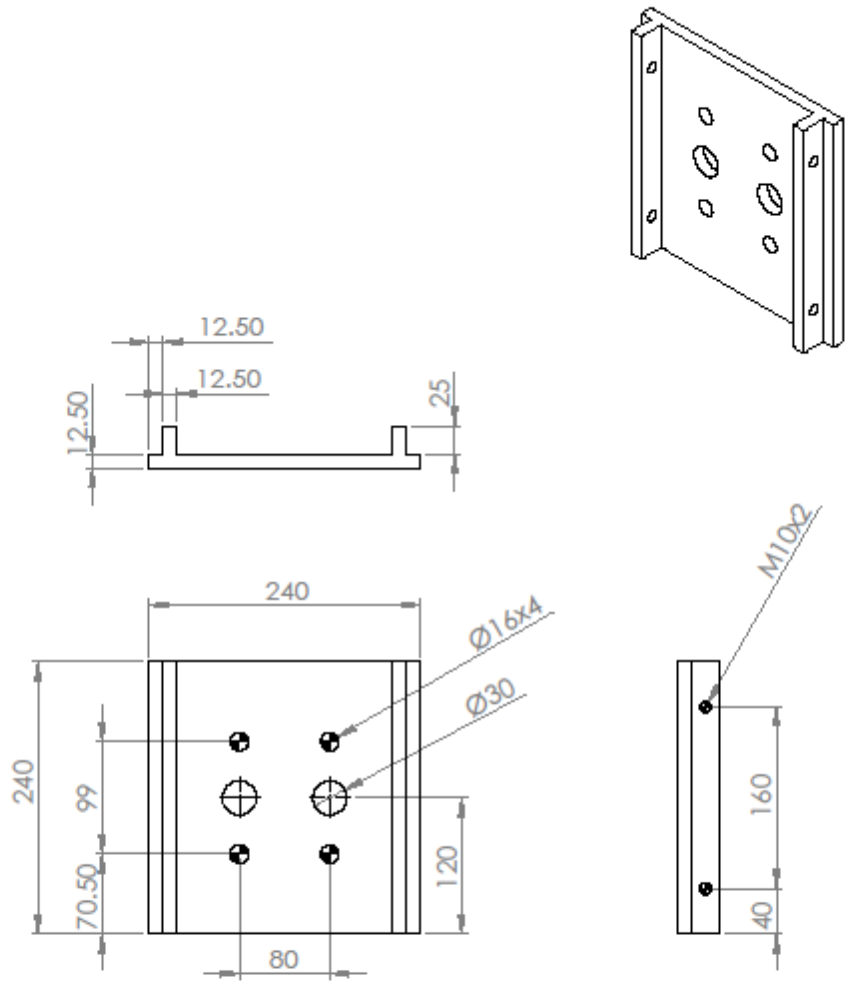
FECHA: 19/11/2020

Estructura-soporte
PLANO 2

FIRMA

ISO - E





INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO PÚBLICO DE LAS
FUERZAS ARMADAS



TÍTULO: FABRICACIÓN DE UNA TRITURADORA PET A ESCALA
ACCIONADO POR UN SISTEMA DE PEDALES EN EL IESTPFFAA.

INTEGRANTES: POTENCIANO APONTE, Félix Alejandro
SILVA MENDOZA, Ricardo Antonio
TAIPE CONTRERAS, Jorge

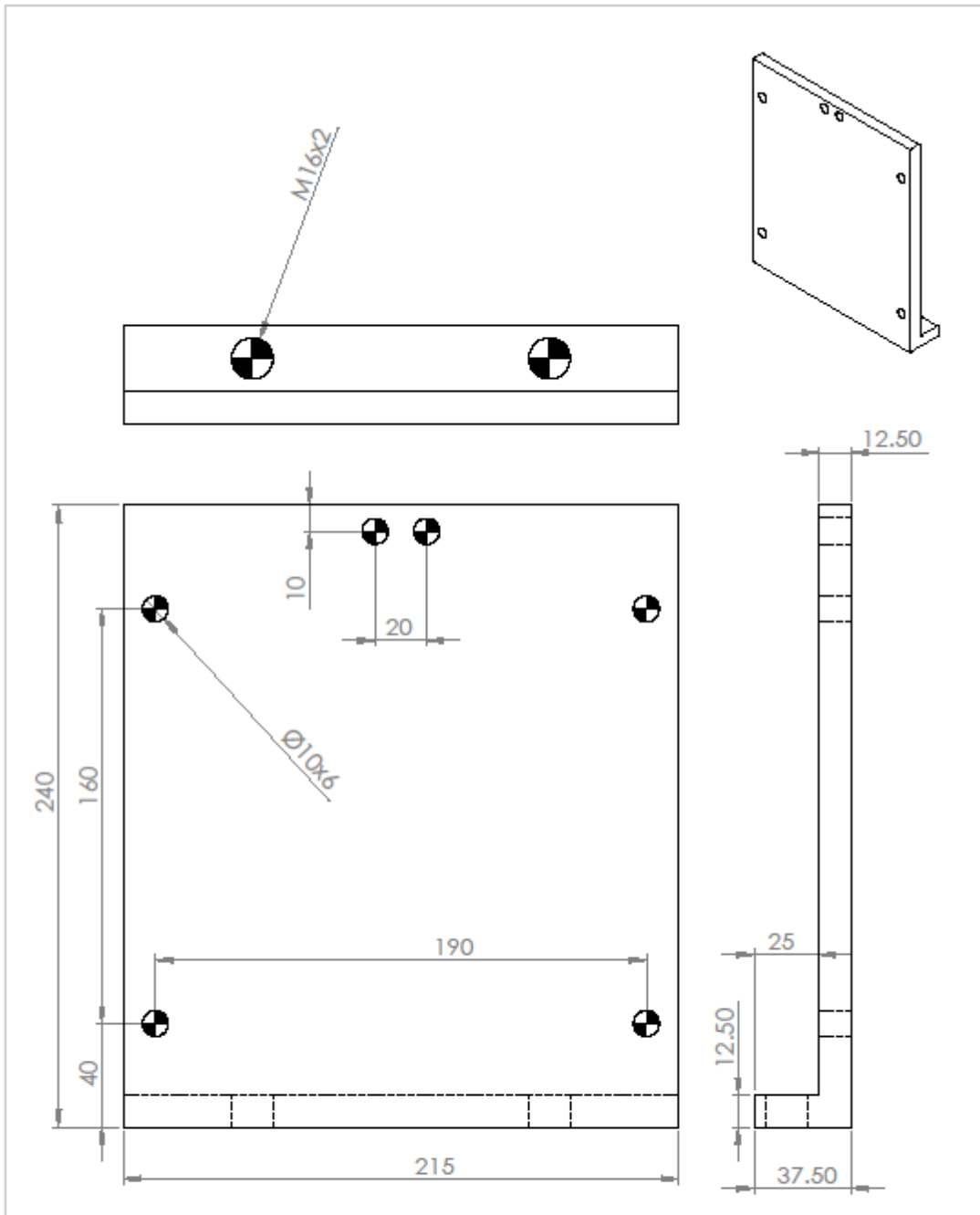
ESCALA: 1:5
FECHA: 19/11/2020

Pared soporte de chumacera
PLANO 3

FIRMA

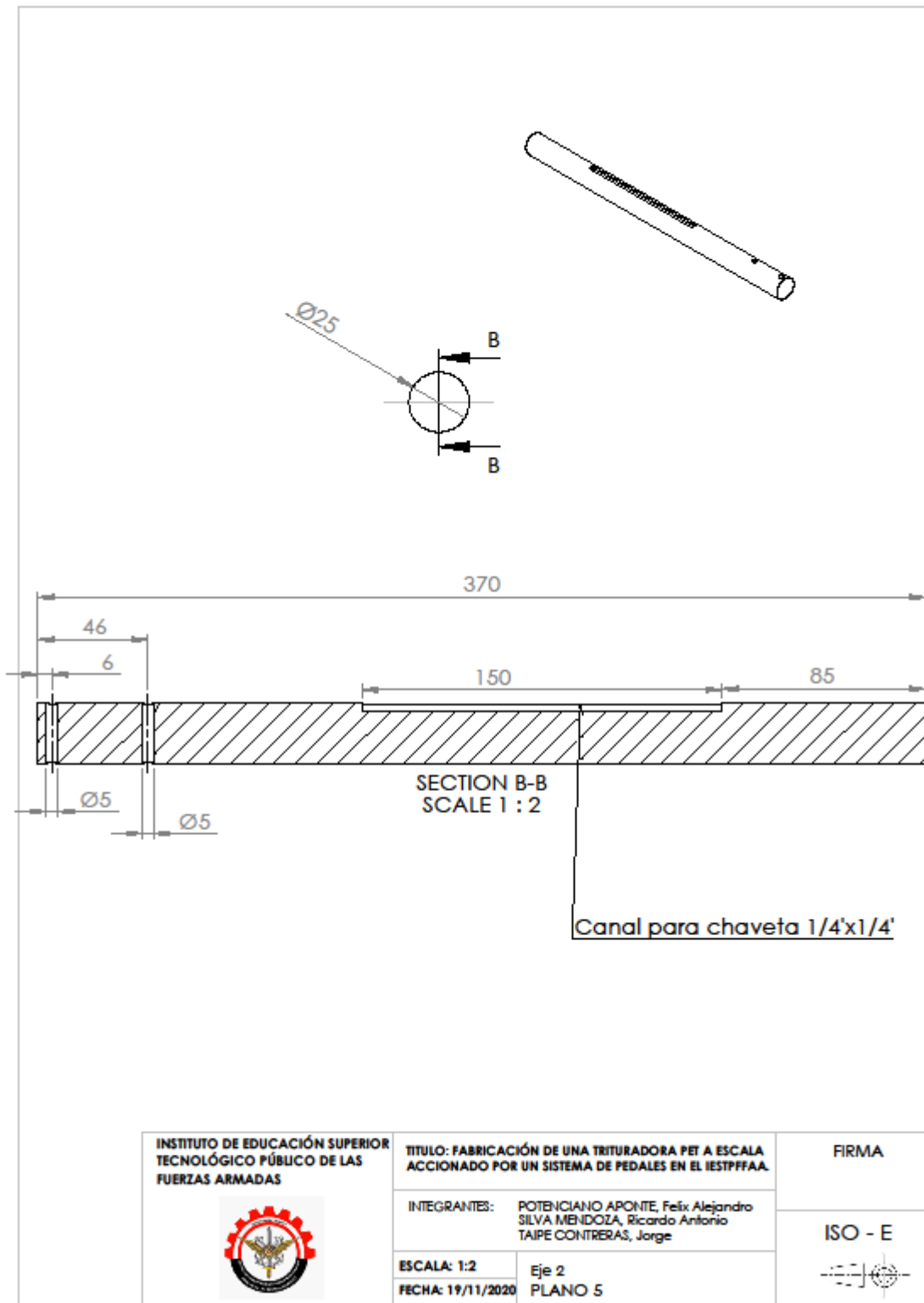
ISO - E





<p>INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICO PÚBLICO DE LAS FUERZAS ARMADAS</p> 	<p>TÍTULO: FABRICACIÓN DE UNA TRITURADORA PET A ESCALA ACCIONADO POR UN SISTEMA DE PEDALES EN EL IESTPFFAA.</p>	<p>FIRMA</p>
	<p>INTEGRANTES: POTENCIANO APONTE, Felix Alejandro SILVA MENDOZA, Ricardo Antonio TAIPE CONTRERAS, Jorge</p>	<p>ISO - E</p> 
	<p>ESCALA: 1:5 FECHA: 19/11/2020</p>	

Pared Lateral de la caja
PLANO 4



INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO PÚBLICO DE LAS
FUERZAS ARMADAS



TÍTULO: FABRICACIÓN DE UNA TRITURADORA PET A ESCALA
ACCIONADO POR UN SISTEMA DE PEDALES EN EL IESTPFFAA.

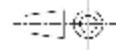
INTEGRANTES: POTENCIANO APONTE, Felix Alejandro
SILVA MENDOZA, Ricardo Antonio
TAIPE CONTRERAS, Jorge

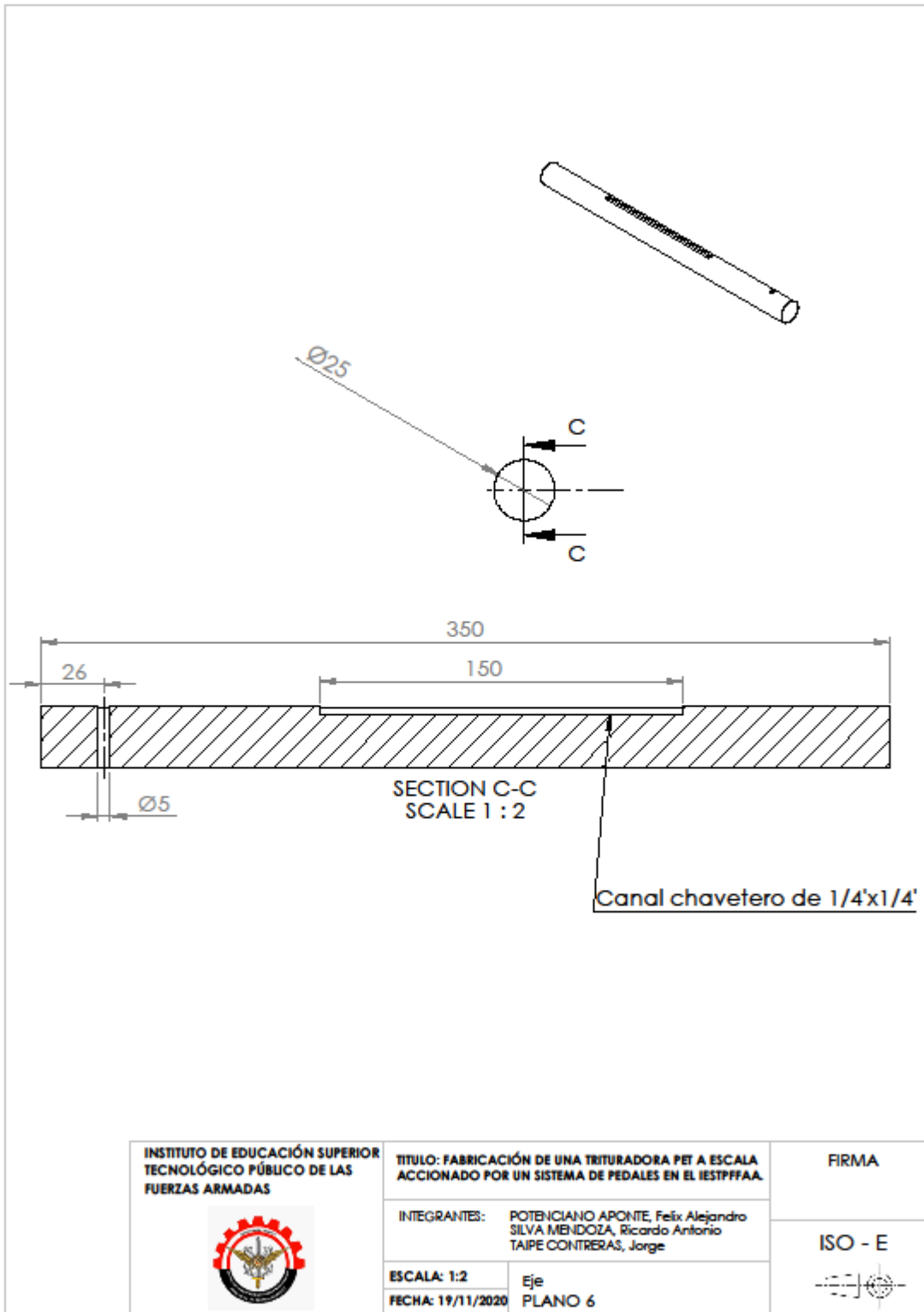
ESCALA: 1:2
FECHA: 19/11/2020

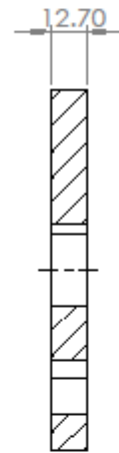
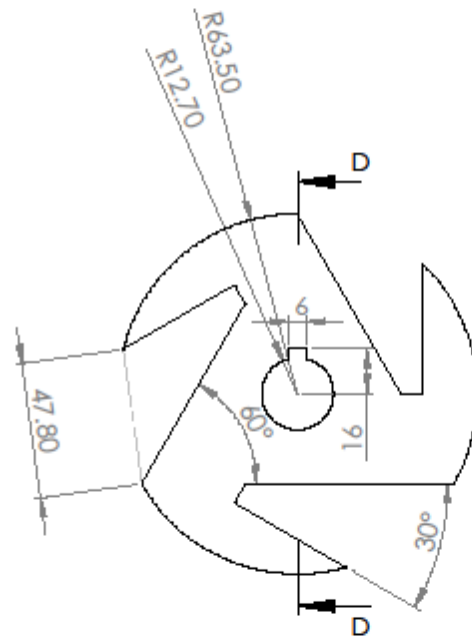
Eje 2
PLANO 5

FIRMA

ISO - E







SECTION D-D

INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO PÚBLICO DE LAS
FUERZAS ARMADAS



TÍTULO: FABRICACIÓN DE UNA TRITURADORA PET A ESCALA
ACCIONADO POR UN SISTEMA DE PEDALES EN EL IESTPFFAA.

INTEGRANTES: POTENCIANO APONTE, Félix Alejandro
SILVA MENDOZA, Ricardo Antonio
TAIPE CONTRERAS, Jorge

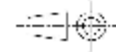
ESCALA: 1:2

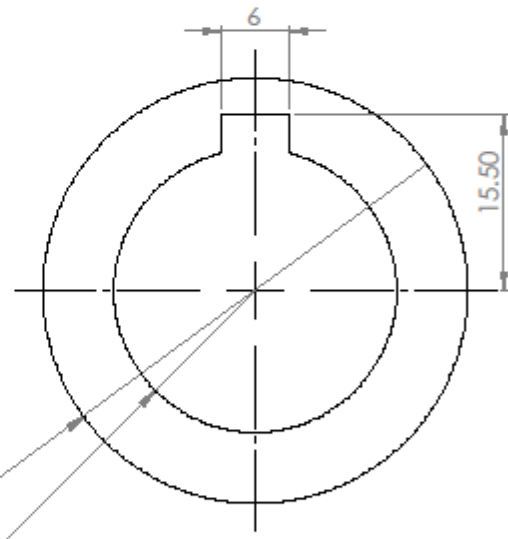
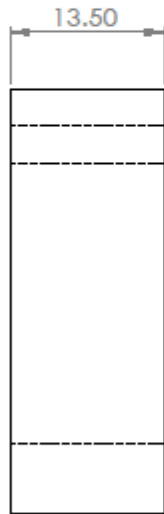
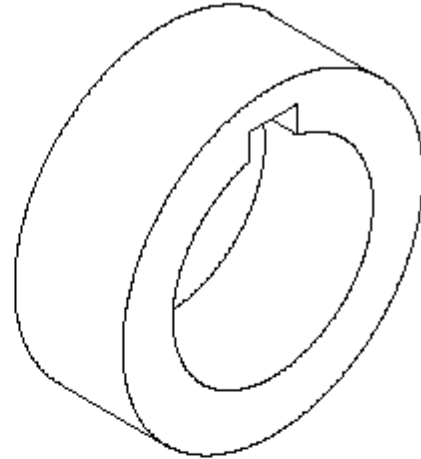
FECHA: 19/11/2020

Cuchilla
PLANO 7


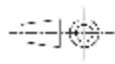
FIRMA

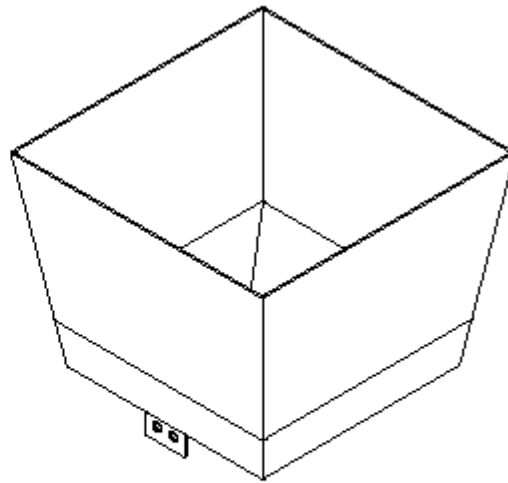
ISO - E



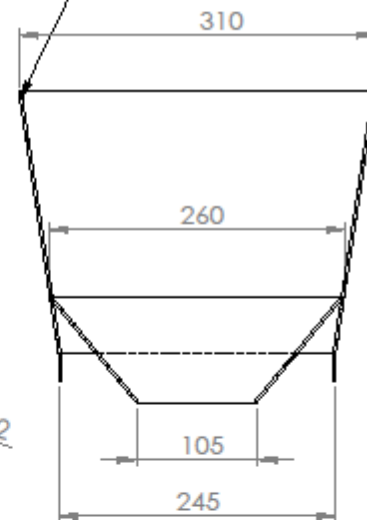
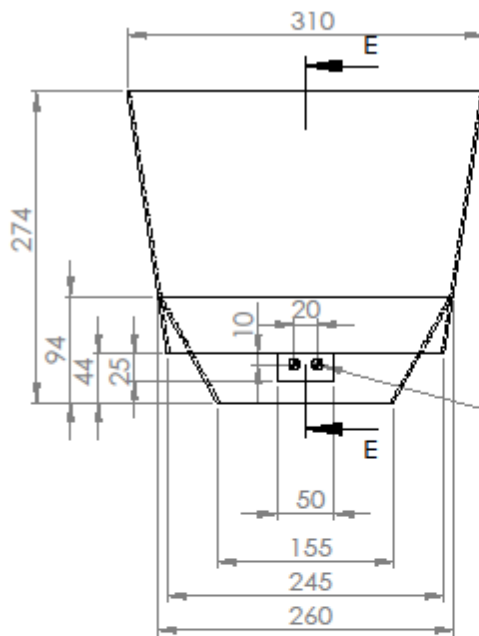


$\varnothing 37.50$
 $R12.50$

INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICO PÚBLICO DE LAS FUERZAS ARMADAS 	TÍTULO: FABRICACIÓN DE UNA TRITURADORA PET A ESCALA ACCIONADO POR UN SISTEMA DE PEDALES EN EL IESTPFFAA.	FIRMA
	INTEGRANTES: POTENCIANO APONTE, Félix Alejandro SILVA MENDOZA, Ricardo Antonio TAÍPE CONTRERAS, Jorge	ISO - E 
	ESCALA: 2:1 FECHA: 19/11/2020	Separador de Cuchillas PLANO 8



Plancha de 2.5mm



SECTION E-E
SCALE 1 : 5

INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO PÚBLICO DE LAS
FUERZAS ARMADAS



TÍTULO: FABRICACIÓN DE UNA TRITURADORA PET A ESCALA
ACCIONADO POR UN SISTEMA DE PEDALES EN EL IESTPFFAA.

INTEGRANTES: POTENCIANO APONTE, Felix Alejandro
SILVA MENDOZA, Ricardo Antonio
TAIPE CONTRERAS, Jorge

ESCALA: 1:5

FECHA: 19/11/2020

Tolva
PLANO 9

FIRMA

ISO - E

