

Universidad Tecnológica de El Salvador

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS

TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE



TEMA:

“CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO DE TRITURACIÓN PARA PLÁSTICO, A
IMPLEMENTAR EN EL 3DLAB, LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

DIEGO FERNANDO BARRIOS OPORTO

KEVIN WALBERTO GONZALEZ MEJIA

MILTON DAVID ROMERO MELENDEZ

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

TECNICO EN INGENIERIA DE HARDWARE

SEPTIEMBRE, 2019

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

PAGINA DE AUTORIDADES

ING. NELSON ZÁRATE SÁNCHEZ

RECTOR

LIC. JOSÉ MODESTO VENTURA ROMERO

VICERRECTOR ACADÉMICO

ING. FRANCISCO ARMANDO ZEPEDA

DECANO

JURADO EXAMINADOR

ING. BLADIMIR DÍAZ CAMPOS

PRESIDENTE

ING. ERNESTO ALONSO EMESTICA AVALOS

PRIMER VOCAL

ING. GERMÁN ANTONIO ROSA CASTELLANOS

SEGUNDO VOCAL

SEPTIEMBRE, 2019

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL

HABIÉNDOSE REUNIDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Ing. Ernesto Alonso Emestica Avalos, Ing. Germán Antonio Rosa Castellanos, Ing. Bladimir Díaz Campos, a las 6:30a.m. del día de Viernes, veintiuno de Junio de dos mil diecinueve.

Y LUEGO DE HABER DELIBERADO SOBRE EL EXAMEN PROFESIONAL DE LOS ALUMNOS:

<u>1-Diego Fernando Barrios Oporto</u>	<u>Carnet 28-5890-2011</u>
<u>2-Kevin Walberto González Mejía</u>	<u>Carnet 28-5612-2014</u>
<u>3-Milton David Romero Meléndez</u>	<u>Carnet 28-5874-2016</u>

QUIENES PRESENTARON DEFENSA DE SU TRABAJO DE GRADUACION TITULADO:

"Construcción de un prototipo de trituración para plasticos, a implementarse en 3D LAB, laboratorio de la Universidad Tecnológica de El Salvador"

PARA OPTAR AL GRADO DE:

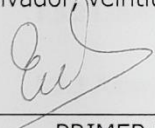
TÉCNICO EN INGENIERIA DE HARDWARE

Y DEL CUAL TAMBIEN EVALUARON LOS CONOCIMIENTOS RELACIONADOS CON EL TEMA DEL MISMO. POR LO QUE ESTE JURADO RESUELVE DECLARAR EL EXAMEN COMO:

Aprobado

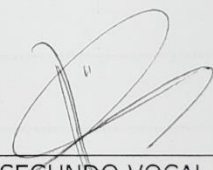
YA QUE CUMPLE CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO DE GRADUACION DE LA UNIVERSIDAD.

San Salvador, veintiuno de junio de dos mil diecinueve.

F. 

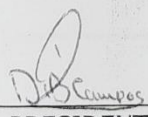
PRIMER VOCAL

Ing. Ernesto Alonso Emestica Avalos

F. 

SEGUNDO VOCAL

Ing. Germán Antonio Rosa Castellanos

F. 

PRESIDENTE

Ing. Bladimir Díaz Campos

Índice

Introducción	i
Capítulo I.....	1
Antecedentes	1
1.1 Situación Actual	1
1.2 Enunciado del Problema.....	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivo específico	2
1.4 Justificación.....	3
1.5 Limitaciones	4
1.5.1 Limitaciones temporales	4
1.5.2 Limitaciones espaciales	4
1.5.3 Alcances.....	5
1.6 Estudio de Factibilidad.....	6
Capítulo II	8
Marco Teórico.....	8
2.1 El Plástico como Materia Prima.....	8
2.1.1 Historia del plástico.	8

2.1.2 ¿Cómo se produce el plástico?.....	9
2.1.3 Tipos de plásticos.....	9
2.1.4 Otros tipos de plásticos.	10
2.2 El Reciclaje y sus Aplicaciones en la Impresión 3D.....	11
2.2.1 La importancia de reciclar.	12
2.2.2 Uso del plástico en la impresión 3D.	14
2.2.3 Materiales mas comunes en la impresión 3D.	15
2.2.4 Filamentos alternativos.	16
2.2.5 Filamento reciclado.....	19
Capítulo III.....	22
Metodología	22
3.1 Descripción General de la Metodología.....	22
3.2 Justificación de la Elección de la Metodología.	23
3.3 Método.....	24
3.4 El Instrumento	24
3.5 Procedimiento.....	25
3.6 Estrategias de Análisis de Datos	26
Capitulo IV.....	27
Análisis de los Resultados.....	27

4.1 Resultados de la Entrevista.....	27
4.2 Propuesta de Solución	29
4.3 Propuesta de Solución para el Manual	33
4.4 Propuesta de Solución del Documento.....	33
Capítulo V	35
Conclusiones	35
5.1 Conclusión.....	35
Referencias.....	37
Anexos	39

Introducción

Los plásticos son uno de los mayores contaminantes del medio ambiente, estos son polímeros (sustancias formadas por enormes cadenas de moléculas repetidas), la gran mayoría sintéticos que debido a sus excelentes propiedades tienen una enorme cantidad de usos o aplicaciones.

El plástico es un recurso muy importante ya que, son la materia prima para la fabricación aditiva de la manufactura 3D en la cual se convierte en material consumible para las impresoras de tecnología FDM (modelado por deposición fundida).

La Universidad Tecnológica de El Salvador no cuenta con una maquina para procesar sobrantes de plástico o de objetos, sin embargo, hay una maquina extrusora para la fabricación de filamento como insumo para las impresoras 3D dicha extrusora fue construida por parte del 3DLAB, uno de los retos de la impresión 3D es poder lograr que los materiales consumibles sean cada vez más económicos y diversos.

Actualmente el 3DLAB genera sobrantes de plástico proveniente de las impresiones 3D, con el debido tratamiento se puede reutilizar, además de otros objetos como: botellas plásticas, tapones, materiales plásticos que se encuentran en nuestro medio y brindar una alternativa de reciclaje viable de esta manera se podría apreciar una opción menos costosa, que ayude a reducir los gastos en la compra de filamentos y aportar al medio ambiente, así ofrecer una reducción en los precios de impresión con esto se beneficia a los usuarios del 3DLAB, y se fomenta cultura del reciclaje a nivel país.

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Situación Actual

El reciclaje juega un papel muy importante ya que permite la transformación de sobrantes, el aprovechamiento de materia prima obtenida de objetos virtualmente obsoletos o considerados inservibles, el plástico es uno de los principales contaminantes del planeta, debido a su producción en grandes cantidades y la falta de programas que ayuden a darle un mejor uso, no obstante, se convierte en uno de los materiales más reciclables, ya sea para su reutilización o la fabricación de nuevos productos.

El ahorro en los costos de la compra de material, en el tiempo de importación y la creación de la materia prima de manera local para la obtención del filamento, son unas de las principales ventajas para el 3DLAB que, con la creación de un prototipo para trituración de plástico, permitirá el tratamiento de estos materiales de forma adecuada, tanto los sobrantes del laboratorio, así como también, plásticos recopilados en la Universidad Tecnológica de El Salvador; este prototipo permitirá impulsar un ciclo de uso amigable con el medio ambiente y ayuda a crear conciencia ecológica en la comunidad, convirtiéndose en la primera institución educativa de nivel superior que produzca su propio filamento, a partir de materiales totalmente reciclados en El Salvador.

1.2 Enunciado del Problema

¿Se podrá crear una máquina trituradora de plástico que permitirá al 3DLAB de la Universidad Tecnológica de El Salvador producir materia prima utilizando materiales reciclados?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Construir un prototipo de trituración para plástico, a implementarse en el 3DLAB de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

1.3.2 Objetivo específico

- Diseñar un prototipo para obtener porciones pequeñas de plástico, para ser moldeado en filamento utilizado en impresoras 3D.
- Elaborar un manual de usuario que servirá de guía para el correcto uso y mantenimiento de la máquina trituradora.
- Documentar el proceso de armado y funcionamiento de la máquina trituradora en el 3DLAB de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

1.4 Justificación

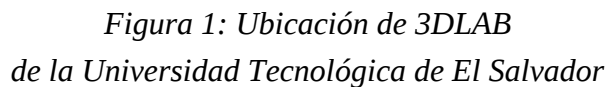
El plástico es un material muy versátil por lo que se encuentra en la mayoría de objetos de uso cotidiano, así como también en campos tan importantes como la aeronáutica, la agricultura, la impresión 3D entre otros, enfocándonos en la impresión 3D se puede decir que, es la materia prima para la creación de filamentos, como insumos de los mas populares en el prototipado digital.

Al crear un prototipo de trituración de plásticos se hará un valioso aporte a la comunidad educativa, con respecto a la manipulación de los residuos que el 3DLAB produce y los diferentes tipos de materiales plásticos que se pueden reciclar, esto ayudará a optimizar los recursos y a reducir los costos fabricando su propio filamento, por tanto, es importante promover proyectos e investigaciones con las que se puedan equipar a los laboratorios, en los que sus estudiantes tengan la posibilidad de adquirir competencias técnicas que los puedan posicionar en el mercado laboral.

La industria 4.0 es un pilar importante para el desarrollo del país y es una parte fundamental para la Universidad Tecnológica de El Salvador dar una respuesta a esta demanda que ha expresado la industria nacional, actualmente no existen suficientes proyectos para llevar a cabo las prácticas necesarias y que los estudiantes conozcan las ventajas de transformar los residuos en insumos para obtener nuevos productos, por ese motivo es de manera indispensable llevar a cabo la presente investigación, siendo esta un punto de influencia y motivación para docentes y estudiantes y demás instituciones educativas superiores.

- El proyecto se desarrolló a cabo en el periodo del 11 de febrero de 2019 hasta el 7 de junio de 2019.

- El proyecto se llevará a cabo en el 3DLAB, ubicado en la Universidad Tecnológica de El Salvador, situado en el edificio Ing. José Adolfo Araujo, XIX avenida sur y calle Arce.



1.5.3 Alcances

A continuación, se presentan los alcances por medio de un cuadro comparativo de promesas y productos en donde se especifica de forma clara lo que se entregará al final de este proyecto.

Tabla 1.

Alcances de proyecto prototipo de trituración para plásticos.

PROMESA	PRODUCTO
1. Diseñar un prototipo para obtener porciones pequeñas de plástico, para ser moldeado en filamento utilizado en impresoras 3D.	Se entrega al 3DLAB un prototipo funcional de trituración para plásticos.
2. Elaborar un manual de usuario que servirá de guía para el correcto uso y mantenimiento de la máquina trituradora.	Se entrega un manual detallado que ayudará a docentes y alumnos con el uso y mantenimiento del prototipo.
3. Documentar el proceso de armado y funcionamiento de la máquina trituradora en el 3DLAB de la Universidad Tecnológica de El Salvador.	Se entrega un documento que recopile el proceso para el armado y el funcionamiento de la máquina trituradora.

1.6 Estudio de Factibilidad

Tabla 2.

El estudio de factibilidad está basado en la comparación de productos, realizando un sondeo de mercado, lo cual ayudó a determinar el tamaño de los costos del proyecto y que herramientas son las más adecuadas para utilizarse, hacer un cálculo de inversión en el que será necesario para los costos de construcción. Determinar la realización del proyecto por medio de un análisis financiero, con diferentes empresas distribuidoras de materiales y con esto podremos saber, si será factible llevar a cabo la construcción de dicho prototipo.

Producto	Precio	Proveedor	Tiempo de entrega
Cuchillas lamina XAR 400, 6mm espesor	\$215.00	Jornada Fuerte S.A. de C.V.	7 a 15 días
Contra cuchillas y separadores lamina negra diferentes espesores	\$270.96	Jornada Fuerte S.A. de C.V.	10 a 15 días
Eje 20mm X 27mm X 174.5	\$26.54	Jornada Fuerte S.A. de C.V.	10 a 15 días
Bushin de unión (motor y eje)	\$20.00	Resortes PEPE'S S.A. de C.V.	Inmediata
Chumaceras	\$18.70	MultiBaleros S.A. de C.V.	Inmediata

Motor reductor	\$150.00	Soldadores El Gato	Inmediata
¡SIEMENS Logo!	\$150.00	Almacenes Vidrí	Inmediata
Estructura	\$25.00	Soldadores El Gato	3 a 5 días
Caja para cuchillas	\$34.00	Soldadores El Gato	3 a 5 días
Borneras	\$30.00	Almacenes Vidrí	Inmediata
Relés	\$22.00	Casa Rivas	Inmediata
Cableado	\$15.00	Casa Rivas	Inmediata
TOTAL	\$977.20		

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 El Plástico como Materia Prima.

Se denomina plástico a materiales constituidos por una variedad de compuestos orgánicos, sintéticos o semisintéticos, que tienen la propiedad de ser maleables y por tanto pueden ser moldeados en objetos sólidos de diversas formas. Esta propiedad confiere a los plásticos una gran variedad de aplicaciones. Su nombre deriva de plasticidad, una propiedad de los materiales, que se refiere a la capacidad de deformarse sin llegar a romperse. (Fundación Wikimedia Inc., 2019)

2.1.1 Historia del plástico.

Cuenta la historia que el primer plástico tuvo sus inicios en Estados Unidos, en 1860, cuando se ofreció un gran premio para quien pudiera sustituir el marfil para fabricar bolas de billar. El vencedor fue John Hyatt, quien inventó el celuloide, que a su vez dio origen a la industria cinematográfica.

Para 1907, Leo Baekeland inventa la baquelita, que fue considerada como el primer plástico termoestable. Era aislante, resistente al calor moderado, a ácidos y al agua. Su fama creció rápidamente y ya para 1930 los científicos estaban creando los polímeros modernos que ahora dominan la industria. (Polimer Tecnic, 2016)

2.1.2 *¿Cómo se produce el plástico?*

Para la fabricación del plástico, hacen falta 4 etapas que mencionaremos a continuación:

- Las materias primas. Se fabrican a partir de resinas vegetales y derivados del petróleo.
- La síntesis del polímero. Se usa la polimerización mediante condensación y adición.
- Los aditivos. Se le agregan compuestos para mejorar su resistencia y estabilidad.
- El diseño y acabado. Se caracteriza por: tiempo, temperatura y deformación.

(Polimer Tecnic, 2016)

2.1.3 *Tipos de plásticos.*

Los plásticos derivados de petroquímicos son de fácil fabricación y sus costos son muy bajos. Por ello, sus aplicaciones son múltiples y en diversas escalas. Más de un tercio de los plásticos tanto en Estados Unidos de Norte América como en Europa se utilizan en productos desechables, tales como envases, utensilios para alimentación y bolsas de basura.

Además, los plásticos se utilizan en edificación y construcciones, movilidad y transporte, dispositivos eléctricos y electrónicos, agricultura, atención sanitaria y en otros rubros. (Fundación Wikimedia Inc., 2019)

Algunos de los tipos de plásticos más conocidos son:

- Polietileno. Es incoloro y muy resistente.
- Poli estireno. Se conoce como PP. Es opaco, muy duro y resistente.
- Polipropileno. Se designa como PS. Es más frágil y se puede colorear.
- Poli cloruro de vinilo. Conocido como PVC. Muy versátil, estable y duradero.
- Las poliamidas. Designadas como PA. La más conocida es el nylon.
- Los acrílicos. Son polímeros en forma de gránulos. Se usa para letreros, gafas protectoras y más. (Polimer Tecnic, 2016)

2.1.4 Otros tipos de plásticos.

Los plásticos son típicamente polímeros de alto peso molecular de moléculas orgánicas. Usualmente se sintetizan a partir de derivados químicos del petróleo (petroquímicos). Sin embargo, también existen, en menor medida, plásticos derivados de fuentes renovables, tales como el ácido poli láctico. También hay plásticos derivados del almidón y de origen bacteriano como los polihidroxialcanoatos. (Fundación Wikimedia Inc., 2019)



Figura 2: Objetos de plástico de uso cotidiano.

2.2 El Reciclaje y sus Aplicaciones en la Impresión 3D.

El plástico es una parte fundamental en la industria de la impresión 3D, debido a que es la materia prima para la alimentación de las impresoras. Actualmente, existen muchos tipos de filamentos y materiales con los cuales se puede elaborar una amplia gama de piezas, ya sea para la industria, robótica, arqueología, diseño gráfico, arquitectura o incluso medicina.

Desde la década de 1950 a la fecha, se han producido 8300 millones de toneladas métricas de plástico, pero cerca de la mitad se creó a partir de 2004. Y al no degradarse de manera natural, los miles de millones de toneladas de plástico que se encuentran en los vertederos, flotando en los océanos o acumulándose en las calles de las ciudades servirán de indicador por si una civilización posterior quisiera clasificar nuestra era. (Sclossberg T., 2017)



Figura 3: El plástico en Panaitan, una isla indonesia.

2.2.1 La importancia de reciclar.

El reciclar o el reciclaje es un acto de suma importancia para la sociedad ya que el mismo supone la reutilización de elementos y objetos de distinto tipo que de otro modo serían desechados, contribuyendo a formar más cantidad de basura y, en última instancia, dañando de manera continua al planeta.

Cuando hablamos de reciclar o de reciclaje hacemos referencia entonces a un acto mediante el cual un objeto que ya ha sido usado, es llevado por un proceso de renovación en lugar de ser desechado. Los expertos en la materia consideran que casi todos los elementos que nos rodean pueden ser reciclados o reutilizados en diferentes situaciones, aunque algunos de ellos, por ser extremadamente descartables o por ser tóxicos no pueden ser guardados. (Maquituls, 2017)

El reciclaje juega un papel muy importante en la actualidad, algunas de sus ventajas son:

- Ahorro de energía y lucha contra el cambio climático.
- Menos consumo de energía. Si se recicla se reduce el trabajo de extracción, transporte y elaboración de nuevas materias primas, lo que conlleva una disminución importante del uso de la energía necesaria para llevar a cabo estos procesos.
- Menos CO₂ a la atmósfera. A menor consumo de energía generamos menos CO₂ y reducimos el efecto invernadero. Es decir, que reciclar en casa supone ayudar al planeta y contribuir a luchar contra el cambio climático.

- Menos contaminación del aire. Es un punto importante si prestamos atención a la relación que hay entre la calidad del aire y la salud. Según indica la Organización Mundial de la Salud (OMS), nuestra salud cardiovascular y respiratoria será mejor cuanto más bajo sea el nivel de este tipo de contaminación.
- Se utiliza menos materias primas
- Reciclar el vidrio, el papel o el plástico ya no hay necesidad de hacer uso de tantas nuevas materias primas para fabricar productos.
- De este modo ahorraremos una cantidad importante de recursos naturales.
- A través del reciclaje se crean nuevos productos.
- El nacimiento del ecodiseño. Hay muchas empresas que han puesto en marcha el ecodiseño con el objetivo de diseñar, pero respetando el medio ambiente. Incluso reutilizan objetos tan diversos como las señales de tráfico o los neumáticos y les dan un uso totalmente distinto.
- Ayuda a la creación y al mantenimiento de puestos de trabajo, debido a que el proceso de reciclaje de residuos necesita de empresas y personas trabajadoras, que recojan los distintos materiales y los clasifiquen. (OXFAM Intermón, 2015)

2.2.2 Uso del plástico en la impresión 3D.

Es importante saber con qué material queremos trabajar y qué características tendrá el objeto que queremos fabricar. Es aquí donde llega un tema importante que se debe conocer: los plásticos en la impresión 3D. Los plásticos son los materiales más comunes dentro de la impresión 3D, pero ¿cuánto sabes acerca de ellos? ¿Qué diferencias existen entre cada uno de estos plásticos? Cada una de las tecnologías 3D se fabrica con diferentes tipos de materiales, por ejemplo, la tecnología FDM/FFF trabaja con filamentos, la estero litografía con resinas líquidas de fotopolímeros y el sinterizado láser con polvos termoplásticos. (Sánchez S., 2015)



Figura 4: Distintos tipos de filamentos.

Uno de los principales atractivos de las tecnologías 3d es que están muy relacionadas con la ecología, innovan para la creación de nuevos filamentos y el reciclan materiales para cuidar del medio ambiente. (Lucia C., 2016)

La gran mayoría de las impresoras 3D hogareñas utilizan como "cartuchos de tinta" unos rollos de filamento de un material llamado "termoplástico".

Este plástico sale derretido del extrusor y se endurece al enfriarse, formando las capas de la figura que deseas imprimir. Hay de diferentes tipos con ventajas y desventajas. (Pérez S., 2014)

2.2.3 Materiales mas comunes en la impresión 3D.

- **ABS:** Es el plástico que sueles encontrar en electrodomésticos y juguetes como el Lego. Es muy duro y resiste altas temperaturas. Para mejor, es fácil pintar sobre él, o pegar diferentes partes. Eso sí: es más difícil de usar por un novato y requiere que la impresora tenga una superficie capaz de calentarse a altas temperaturas.



Figura 5: Rollo de filamento ABS.

- PLA: Es un termoplástico de origen natural, cuya ventaja es la gran cantidad de colores disponibles y que permite impresiones más rápidas. Además, no emite gases perjudiciales al salir del extrusor (a diferencia del ABS). Es el material ideal para empezar en la impresión en 3D, y para objetos que no requieran mucha resistencia (como adornos). (Pérez S., 2014)



Figura 6: Rollo de filamento ABS.

2.2.4 Filamentos alternativos.

La vida no termina en ABS y PLA, y hay otros materiales más raros que permiten lograr texturas especiales o flexibilidad, que funcionan en la mayoría de las impresoras:

- LayBrick: Es una mezcla de yeso con plástico que permite crear piezas con una textura similar a la piedra, que a simple vista no parecen plástico. Puede tener textura lisa o rugosa, y es fácil pintar sobre él.

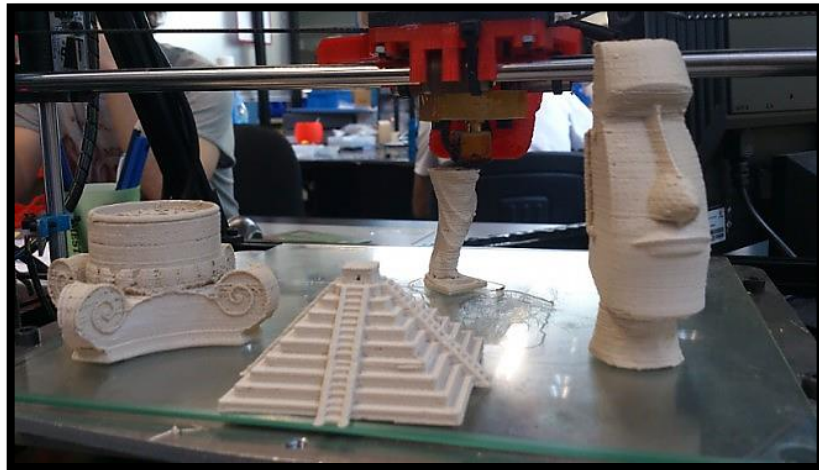


Figura 7: Figuras hechas con LayBrick.

- Laywoo-D3: Mezcla de madera con plástico para imprimir objetos que realmente se vean como de madera. Incluso simula efectos como los anillos de la madera o el olor característico. Viene en rollos de filamento como los anteriores.



*Figura 8: Figuras hechas con Laywoo D3,
un filamento con textura similar a la madera.*

- Soft PLA (Flexible PLA): Este filamento gomoso permite imprimir objetos flexibles, a los cuales se les aplica estrés y no se rompen. Por ejemplo, puede usarse para imprimir calzado o ruedas de otros objetos.



Figura 9: Piezas fabricadas con Soft PLA.

- Nylon: Es una alternativa clásica al ABS y PLA, pero más resistente y flexible, además de natural y resistente al agua. Completando sus ventajas, es reutilizable.
- Bendlay: Este filamento es flexible (como el Soft PLA) pero con la particularidad de ser transparente. Es seguro para el contacto con la comida, así que puede usarse para recipientes o botellas. (Pérez S., 2014)

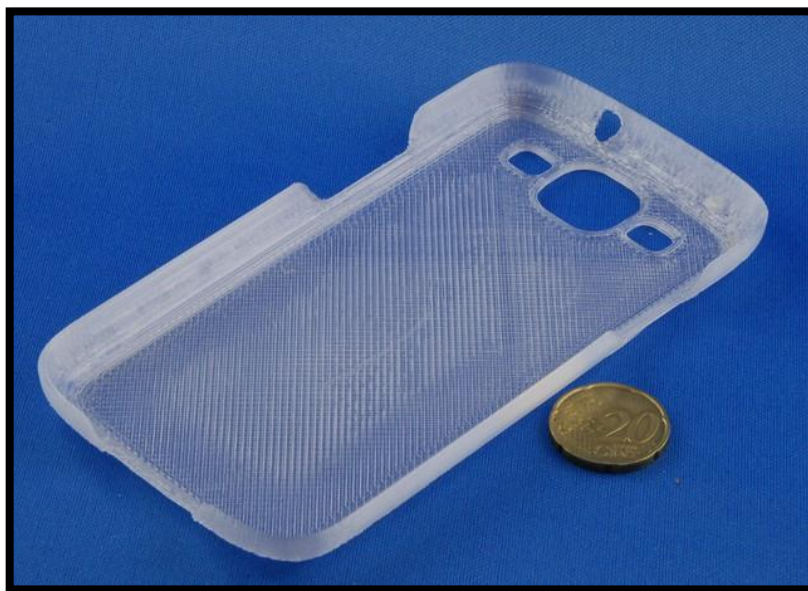


Figura 10: Bendlay utilizado en una carcasa para móvil.

2.2.5 Filamento reciclado

Las impresoras 3D han demostrado tener infinidad de aplicaciones útiles para todo tipo de sectores. Pero, aunque cuentan con multitud de ventajas, también tienen un inconveniente destacado: la dependencia de filamento.

El material de plástico necesario para alimentar las impresoras 3D resulta caro, no está accesible en cualquier establecimiento y no se puede volver a aprovechar en caso de que nos equivoquemos o la pieza quede mal.

Para resolver el problema del filamento con una solución ecológica, un startup de Canadá ha diseñado ProtoCycler, una máquina que recicla el plástico de cualquier objeto y lo convierte en el preciado material para imprimir en 3D. (Arteaga S., 2016)

Se trata de un dispositivo con un funcionamiento sencillo e intuitivo. Puede reciclar el plástico de residuos como botellas, piezas de juguetes, o incluso modelos que han quedado mal en la impresión 3D.

Además, ofrece la posibilidad de elegir el color deseado para hacer el carrete. Una vez añadido el material, la máquina lo tritura y lo funde a alta temperatura. La velocidad de procesado es muy rápida y tiene la capacidad de extruir 3 metros de bobina por segundo. (Arteaga S., 2016)

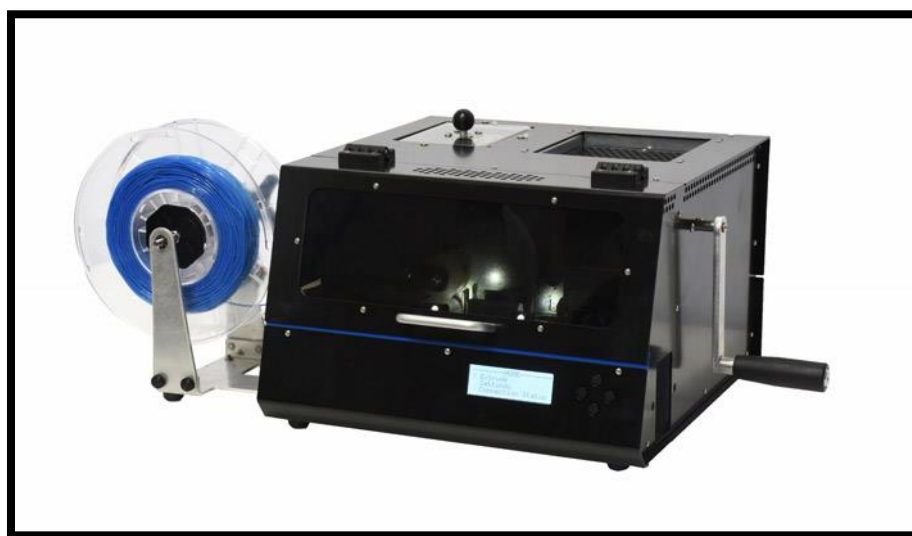


Figura 11: Máquina de reciclado de plásticos, ProtoCycler.

La impresión 3D ha traído con síg una serie de beneficios medioambientales que siempre es interesante recordar: menos desperdicio de material, posibilidad de reciclar algunos desperdicios, producción local sin gastos de transporte, etc.

Los beneficios son muchos y es por eso que algunas empresas han desarrollado soluciones para acelerar este conocimiento y promover esta tecnología a priori más ecológica. (Lucia C, 2018)

Por otro lado, la Ekocycle es una impresora de la firma 3D Systems que su principal atractivo es que el 25% de cada cartucho de impresión procede de materiales reciclados como el tereftalato de polietileno más conocido por sus siglas en inglés PET. Su dispositivo de impresión permitirá crear objetos de hasta 15,24 cm en colores rojo, negro, blanco y tonos naturales. (Lucia C., 2016)

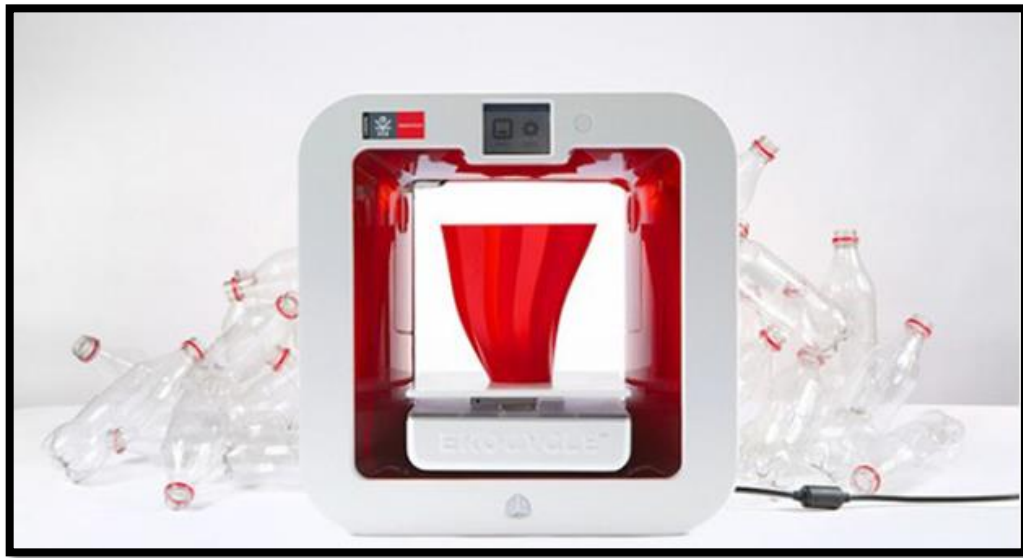


Figura 12: Impresora 3D Ekocycle.

Capítulo III

Metodología

En la investigación se utilizó un procedimiento específico conocido como entrevista, en la cual, el entrevistador obtiene la información a través de una serie de preguntas, que pueden ir desde cuestionarios o encuestas de opinión, realizadas en este caso al encargado del 3DLAB (*Tec. David Medina*), de la Universidad Tecnológica de El Salvador, permitiendo así un mejor análisis de los datos obtenidos.

3.1 Descripción General de la Metodología.

Se obtuvo la información por medio de la entrevista, la cual se realizó a personal que trabaja en el 3DLAB, permitiendo obtener los datos de primera mano, sobre las necesidades y la organización del laboratorio, así mismo, conocer la postura del personal, con forme al tema del reciclaje, determinando los beneficios de la construcción de un prototipo de trituración para plástico, que permita reducir gastos, economizar recursos en el laboratorio y que a su vez, ser amigable con el medio ambiente, obteniendo como materia prima el plástico ya utilizado en el campo de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

3.2 Justificación de la Elección de la Metodología.

Con el desarrollo de la investigación se obtuvo la información basándose en el consumo de filamento por parte del 3DLAB, con lo que se determinó un porcentaje de material que se deshecha después de una impresión, conocido técnicamente como soportes, pero que podrán ser transformados nuevamente a filamento haciendo uso de dos máquinas: trituradora de plástico (*proyecto actual*) y la extrusora de filamento que ya está en el 3DLAB (*ver fotos en los anexos para más referencia*).

La construcción de una trituradora para plástico y la utilización de ella en el ámbito tecnológico, abre muchas puertas no solo para el 3DLAB, sino que también, para la Universidad Tecnológica de El Salvador, ya que marca un precedente en el cual, podría ser de las primeras entidades educativas en el país, capaz de fabricar su propio filamento a partir de materiales totalmente reciclados.

Cabe recalcar, que el laboratorio cuenta con el equipo necesario para poder fabricar el filamento, a través de una máquina extrusora previamente desarrollada, dejando como único obstáculo la fabricación de la materia prima para alimentar la extrusora, la creación de un prototipo para la trituración de plástico plantea la respuesta a la necesidad de procesar el plástico reciclado, de los soportes que dejan las impresiones en el mismo laboratorio así mismo, podría ser proporcionado por los alumnos y llevando a cabo programas de reciclaje que ayuden a fomentar una cultura de limpieza y reciclaje que aporte un cambio significativo en el medio ambiente.

3.3 Método

El método utilizado para el desarrollo de este proyecto es el siguiente: la realización de una entrevista al Tec. David Medina, encargado del 3DLAB de la Universidad Tecnológica de El Salvador, a fin de obtener la información necesaria sobre el consumo de los materiales que se utilizan, para llevar a cabo la creación de piezas en las impresoras 3D, con los datos obtenidos se determino la eficiencia y el ahorro que produce la creación del filamento en las instalaciones del 3DLAB.

3.4 El Instrumento

En el instrumento se formularon las preguntas para que el encargado del 3DLAB diera sus opiniones, a fin de conocer sobre temas de reciclaje y el consumo de materiales en las impresoras 3D.

1. ¿Conoce algún tipo de programa de reciclaje de plásticos, impulsado por la Universidad Tecnológica de El Salvador?
2. ¿Sabía usted que existen tecnologías que permiten el reciclaje en la industria de la impresión 3D?
3. ¿El 3DLAB cuenta con algún sistema o programa de reciclaje?
4. ¿De qué otra manera considera usted que el 3DLAB, podría motivar a los alumnos en el reciclaje del plástico?

5. ¿Conoce alguna otra institución en el país que fabrique su propio filamento?
6. ¿Considera que la creación del filamento ayude a reducir los costos de materia prima?
7. ¿Cuáles serían los principales beneficios de la creación de un prototipo de trituración para plástico?
8. ¿El 3DLAB cuenta con la capacidad de crear su propio filamento?
9. Utilizando filamento de materiales reciclados, ¿considera que el costo de impresión podría disminuir?

3.5 Procedimiento.

Fase uno: Se empieza por la elección del tema, debido a la necesidad del 3DLAB de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Fase dos: A continuación, se crea un documento con las descripciones detalladas del proyecto, cumpliendo con una serie de pasos, establecidos en un reglamento previamente proporcionado y la entrega de cada avance debidamente revisado por los asesores en el área.

Fase tres: Se realiza la compra de los materiales para la creación del prototipo para trituración de plástico, a implementarse en el 3DLAB.

Fase cuatro: se continua con la creación del prototipo y las pruebas respectivas para su correcto funcionamiento.

Fase cinco: implementación final y presentación del proyecto.

3.6 Estrategias de Análisis de Datos

La creación de un prototipo para trituración de plástico, plantea una solución muy clara a la problemática que genera el desperdicio y el remanente de material, proveniente de la creación de objetos en las impresoras 3D del 3DLAB, sin mencionar la reducción del gasto en la compra del material, así mismo, crea una oportunidad para la innovación tecnológica de la mano con el reciclaje, generando la posibilidad de ser la primera institución de educación superior, capaz de tener impresoras 3D alimentadas con filamento totalmente creado a partir de materiales reciclados, no solo del laboratorio, si no que también, del campus de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Esto ayuda a enfatizar en el uso de medios no convencionales para poder generar una producción, que sea totalmente amigable con el medio ambiente y que ayude a crear una conciencia de ahorro y protección en la población.

Capítulo IV

Análisis de los Resultados

4.1 Resultados de la Entrevista

Se realizó una entrevista al Tec. David Medina, encargado del 3DLAB de la Universidad Tecnológica de El Salvador, para conocer sobre el proceso de reciclaje de los materiales utilizados en el laboratorio y se obtuvo el siguiente resultado:

Se le preguntó si tenía conocimiento de algún tipo de programa de reciclaje de plásticos, impulsado por la Universidad Tecnológica de El Salvador, a lo cual, su respuesta fue que por el momento desconoce de un programa como tal, orientado únicamente al reciclaje de desechos plásticos.

Se le consultó también si sabía de la existencia de tecnologías o procesos que permitían el reciclaje en la industria de la impresión 3D, dando una respuesta breve, nos expresó que si tenía conocimiento.

También se preguntó si el 3DLAB cuenta con algún sistema o programa de reciclaje, a lo cual nos expresó que actualmente solo se está reciclando el soporte de las impresiones, que son de material restante del PLA y un poco de ABS.

David Medina expresa algunas maneras de motivar a los alumnos en el reciclaje de desechos plásticos, las cuales van desde mostrarles el proceso de reciclado mediante materiales proporcionados por los estudiantes, también generar una campaña de

concientización y dar un incentivo a través de la entrega de horas sociales a cambio de desechos plásticos.

También nos comenta que por el momento no tienen conocimiento de alguna institución que fabrique su propio filamento de manera efectiva y mucho menos que sea a partir de materiales reciclados.

El considera que la creación del filamento ayudaría a reducir los costos de materia prima, debido a que el filamento que compran actualmente tiene un costo elevado ya que es importado.

Se le pregunto también sobre cuales serían algunos beneficios de la creación de un prototipo de trituración para desechos plásticos, nos expresa que ayudaría a fomentar el reciclaje, así como también, la reducción de costos ya que sería un complemento del proceso de reciclaje para la creación del filamento.

Se planteo si el 3DLAB cuenta con la capacidad de crear su propio filamento, el David Medina comento que por el momento si se puede, ya que cuentan con una máquina de extrusión previamente realizada con ayuda de los alumnos, pero la limitante es la parte de trituración del plástico o los sobrantes de soportes.

Por último, el encargado del 3DLAB está de acuerdo que, utilizando materiales reciclados, el costo de las impresiones podrían disminuir, se fomenta el reciclaje y la optimización de recursos.

4.2 Propuesta de Solución

Teniendo en cuenta los datos que proporcionó la investigación podemos tener como resultado, la creación de un prototipo de trituración para plásticos, que ayude a crear un programa de tratamiento para los desechos de las impresoras 3D, así como también, experimentar con nuevos materiales que se puedan obtener a partir del reciclaje, no solo en el laboratorio, si no que también, en el campo de la Universidad Tecnológica de El Salvador.



Figura 13: Material desechado del 3DLAB.

Esto podría ayudar de manera significativa en el uso de la maquina extrusora que el laboratorio posee, pudiendo optimizar no solo los recursos con los que cuenta, si no

que también, el tiempo en el que se puede obtener el filamento para alimentar las impresoras 3D.



Figura 14: Prototipo de trituración para plástico.

El prototipo ayudará a generar conciencia en los alumnos sobre tecnologías amigables con el medio ambiente y la reutilización de materiales que se consideraban como desechos, pudiendo abastecer a partir de estos la máquina trituradora, que a su vez dará paso para que el plástico sea procesado de una mejor forma antes de ser depositado en la extrusora, el prototipo funcionara con un motor reductor el cual hará girar las cuchillas a una velocidad que permita el corte de los materiales, estos se depositan en la tolva y son previamente seleccionados para que se pueda tener el material adecuado, como resultado se podrá optar por triturar una o más veces el material para que este sea apto para su fundición, así mismo se puede dar un mantenimiento ya que contara con partes desmontables ayudando a mejorar el funcionamiento y la vida útil de todas sus piezas.

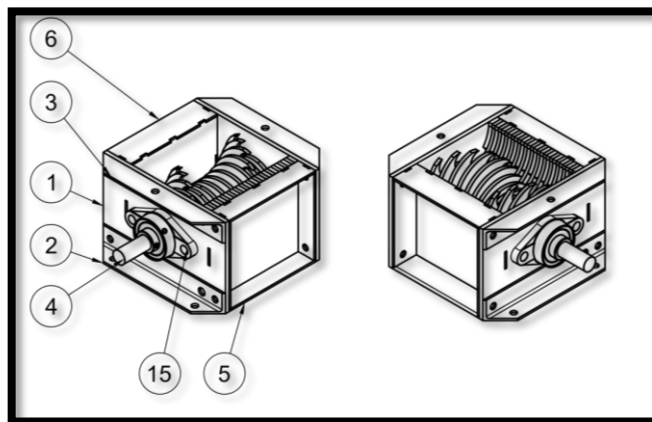


Figura 15: Estructura de la unidad de trituración.

La implementación del prototipo se llevará a cabo en el 3DLAB de la Universidad Tecnológica de El Salvador y será implementado como proyecto en la carrera de Técnico en Ingeniería de Hardware, así mismo, los alumnos del laboratorio podrán interactuar con el y ver el proceso de tratamiento para la fabricación del filamento de principio a fin, siendo una de las principales innovaciones en las instalaciones del 3DLAB.

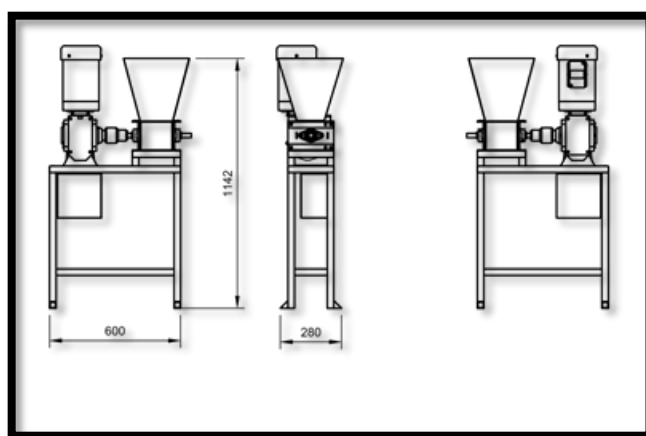


Figura 16: Planos de estructura, vista de los laterales.

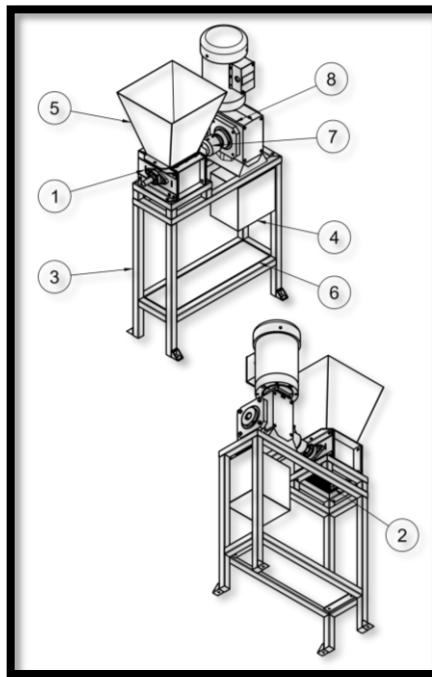


Figura 17: Planos de estructura, vista superior e inferior.

La decisión para la implementación de un prototipo de trituración para plástico es para ayudar en el desarrollo del 3DLAB, ya que es la industria de la impresión 3D va en aumento y la demanda del laboratorio a aumentado considerablemente. Algunas de las ventajas que ofrece la creación del prototipo son las siguientes:

- Reducción del costo en la compra del filamento.
- Reducción en el tiempo de entrega del filamento.
- Creación de la cantidad necesaria de materia prima.
- Complemento de la maquina extrusora previamente desarrollada.
- Optimización de los desechos de las impresoras 3D.

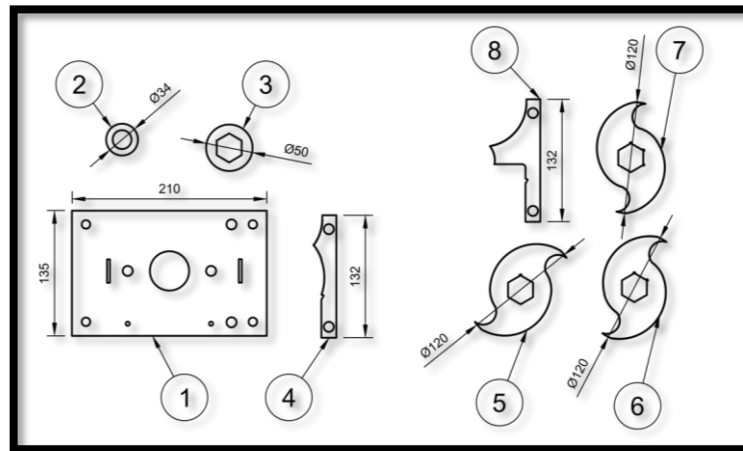


Figura 18: Planos de piezas para trituradora.

4.3 Propuesta de Solución para el Manual

La redacción de un manual sobre el uso y funcionamiento del prototipo de trituración para plástico, es una guía fundamental para el personal del 3DLAB, así como para los alumnos o cualquier docente que desee utilizarlo.

El manual será práctico y contará de manera detallada con las piezas del prototipo y su respectivo mantenimiento, esto último para poder asegurar el correcto funcionamiento de cada una de sus partes.

4.4 Propuesta de Solución del Documento

Se redactará un documento que contenga la información de cada parte utilizada para la creación del prototipo de trituración para plástico, esto ayudará para que las demás personas puedan tener una idea y a su vez conocer las partes utilizadas para la creación del mismo.

El documento se realizará de la siguiente manera: se hará la investigación necesaria para la implementación del proyecto, se llevará a cabo una entrevista al

personal del 3DLAB para conocer las necesidades y las medidas que se realizan para reciclar sus desechos.

La entrevista será de modalidad cerrada y podría hacerse al encargado o al resto del personal del laboratorio, ya que ellos también cuentan con la información de primer nivel sobre el uso y el consumo de los materiales.

El documento contendrá lo siguiente:

- Portada
- Índice
- Introducción
- Capítulo 1: Situación actual, enunciado del problema, objetivos, justificación, y limitaciones.
- Capítulo 2: Marco Teórico.
- Capítulo 3: Metodología.
- Capítulo 4: Análisis de los resultados.
- Capítulo 5: Conclusiones.

El documento se elaborará con normas APA sexta edición, con las respectivas imágenes de la creación del prototipo de trituración para plástico.

Capítulo V

Conclusiones

5.1 Conclusión

Con la realización del proyecto de investigación, sobre la construcción de un prototipo de trituración para plástico, podemos determinar que es de gran utilidad como complemento para suplir materia prima a la maquina extrusora y no solo por el hecho de fabricar la materia prima a partir de desechos, sino que también la creación del filamento de manera local, así también permite la optimización de los recursos del laboratorio y la capacidad de diseñar un programa de reciclaje, que genere un ciclo de reciclaje y optimización del recurso.

La redacción del manual de usuario es un material de apoyo para el correcto uso del prototipo, su mantenimiento y la resolución de cualquier problema que se pueda presentar en el funcionamiento de este.

También se ha tomado en cuenta que la implementación del prototipo se llevará a cabo en el 3DLAB para su beneficio, ya que planea reducir los costos en la compra del filamento, optimizar el reciclaje, también con el fin de que los alumnos puedan conocer no solo el proceso de trituración, sino que también la selección del material y el tratamiento previo hasta llegar a la culminación del proceso que es la creación del filamento, así mismo, con el material de apoyo, los datos obtenidos a través de la

investigación desarrollada y la creación de un documento, los alumnos de dichas carreras podrán aplicar conocimientos obtenidos previamente y ampliar su experiencia permitiendo su mantenimiento periódico o la sustitución de cualquier pieza o circuito eléctrico que pueda dañarse.

Referencias

- Arteaga, S. (2016). *Filamento para las impresoras 3D de plástico reciclado*. Recuperado de <https://computerhoy.com/noticias/hardware/filamento-impresoras-3d-plastico-reciclado-41031>
- Fundación Wikimedia, Inc. (2019). *Plástico*. Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico>
- Lucia, C. (2018). *ProtoCycler el sistema de reciclaje para tu impresora 3D*. Recuperado de <https://www.3dnatives.com/es/protocycler-reciclar-3d-3d-151120182/>
- Lucia, C. (2016). *10 iniciativas que combinan la impresion 3D y la ecología*. Recuperado de <https://www.3dnatives.com/es/top-10-de-iniciativas-que-combinan-la-impresion-3d-y-la-ecologia-19012016/>
- Maquituls. (2017). *La importancia del reciclaje*. Recuperado de <http://www.maquituls.es/noticias/la-importancia-del-reciclaje-cuidemos-el-medio-ambiente/>
- OXFAM Intermón. (2015). ¿Por qué es importante reciclar? Te explicamos 5 razones. [Entrada en el blog]. Recuperado de <https://blog.oxfamintermon.org/por-que-es-tan-importante-reciclar-te-explicamos-5-razones/>
- Peréz, S. (2014). *Impresoras 3D: ¿qué materiales usan?* Recuperado de <https://www.tecnonauta.com/notas/1881-impresoras-3d-materiales>
- Polimer Tecnic. (2016). *Origen del plástico*. Recuperado de <https://www.polimertecnic.com/origen-del-plastico/>
- Sánchez, S. (2015). *Plásticos en la impresion 3D*. Recuperado de <https://www.3dnatives.com/es/plasticos-impresion-3d-22072015/>

Schlossberg, T. (2017). *El plástico, la huella mas duradera de la humanidad*.

Recuperado de <https://www.nytimes.com/es/2017/07/21/contaminacion-huella-plastico/>

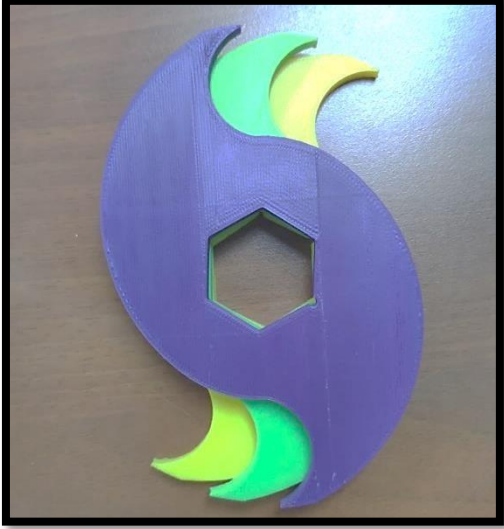
Anexos



Extrusora para filamento, ubicada en el 3DLAB.



Restos de soporte sobrantes de las impresiones 3D.

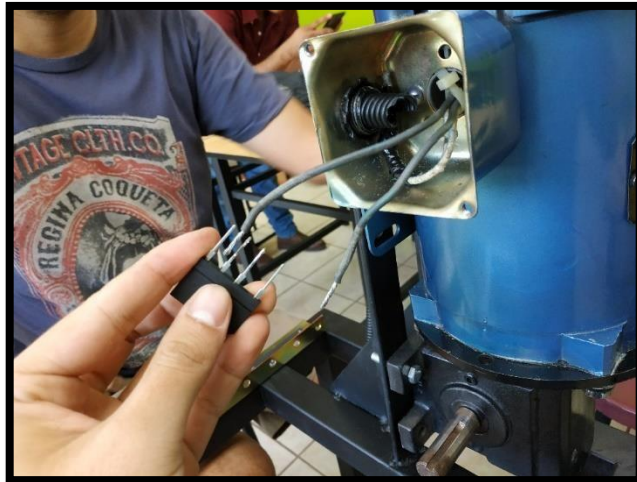
	
<i>Modelado de cuchillas de corte, en plástico ABS, impresiones cortesía del 3DLAB.</i>	<i>Modelado de arandelas separadoras y contracuchillas fijas de corte en plástico ABS, impresiones cortesía del 3DLAB.</i>



Armado de cuchillas en eje principal, y sus respectivas piezas modeladas en ABS, las cuales sirvieron como patrones para los mecánicos al momento de cortarlas en acero utilizando corte plasma y torno industrial.



Motor 110VAC con caja reductora para mover eje principal, encargado de rotar las cuchillas de corte.

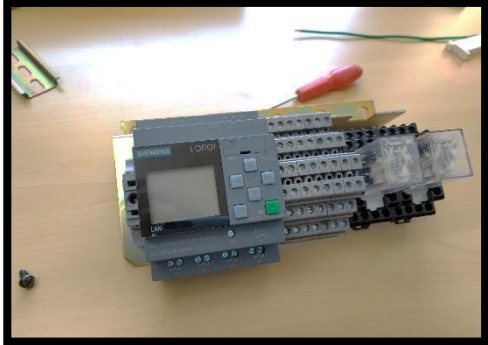


Conexiones de puente de diodo de onda completa para controlar la inversión de giro del motor.



Motor a 110VAC, anclado a chasis de forma vertical con transmisión horizontal al eje de caja de corte.

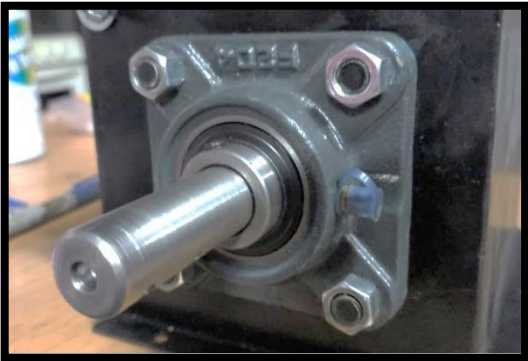
	
<i>Trabajos de soldadura de puente de diodos y otras conexiones eléctricas.</i>	<i>Toma de medidas para ubicación de PLC, para el sistema de arranque, reversa y paro de motor.</i>



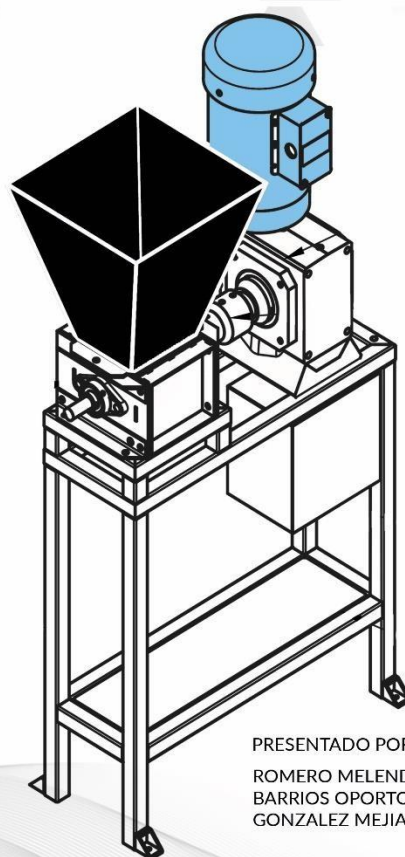
Armado de PLC, en riel din con sus respectivos accesorios auxiliares de borneras de conexiones y relay de potencias para inversión de giro.



Caja de trituradora completa con eje, arandelas separadoras, cuchillas de corte, contra cuchillas, chumaceras.

	
<i>Vista lateral de eje alineado a las chumaceras.</i>	<i>Vista lateral de caja de corte con su respectiva tolva.</i>

Manual de uso para Trituradora Plástica



PRESENTADO POR:

ROMERO MELENDEZ, MILTON DAVID
BARRIOS OPORTO, DIEGO FERNANDO
GONZALEZ MEJIA, KEVIN WALBERTO

HAGAMOS LA DIFERENCIA. SEAMOS MEJORES.

*Universidad Tecnológica
de El Salvador*



Manual de usuario

El presente manual esta orientado para el uso y mantenimiento adecuado de la máquina de trituración para plásticos, además servirá como un material de apoyo para la resolución de futuros problemas.

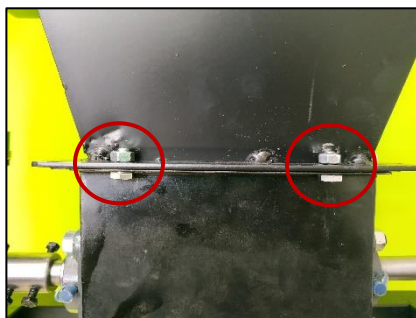
Medidas de Seguridad

Antes de realizar cualquier trabajo debemos de tener en cuenta las medidas de seguridad para el uso correcto de la máquina trituradora, así también el uso del equipo adecuado para la protección del usuario.



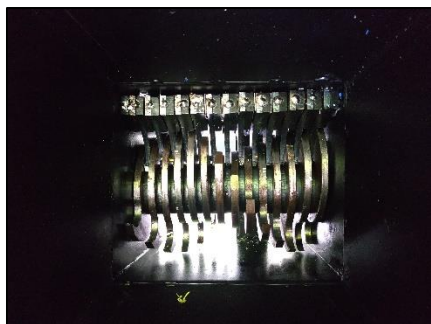
Gafas de protección.

El uso de gafas de protección es una medida de seguridad necesaria para el cuidado de los ojos, debido a fragmentos de plástico que puedan desprenderse y ser arrojados hacia afuera de la tolva.



Ajuste de la tolva de seguridad.

La revisión de la tolva de seguridad debe ser previo a cada trabajo para cerciorarse de que se encuentra ajustada y en su sitio.



Revisión de cuchillas.

Antes de encender el equipo se debe revisar que no se encuentre ningún objeto dentro de la caja de trituración.



Guantes.

Para trabajar algunas de las piezas de la maquina trituradora es necesario el uso de guantes que ayuden en la protección de las manos.

Uso de la máquina trituradora.

Tablero de control.



1. Encendido.

En la parte superior se encuentra el tablero de control que cuenta con un botón de giro (color verde).

2. Pausa.

El tablero de control también cuenta con un botón de pausa (color rojo) que ayuda a detener el giro de las cuchillas.

3. Reversa.

El tercer botón del tablero de control (color azul) permite accionar las cuchillas en sentido contrario.

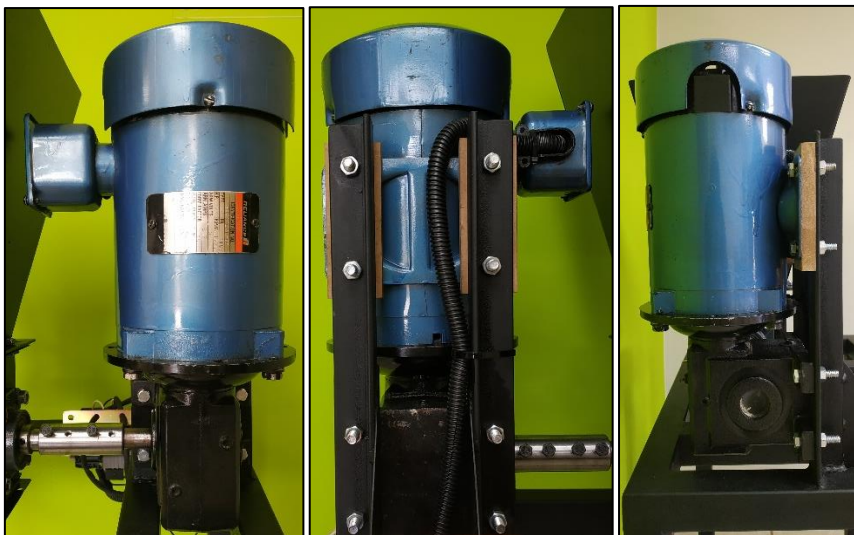
Modulo de conexiones.

El módulo de conexiones está compuesto por las borneras, un diodo rectificador, un Logo PLC, el Relé y el fusible.



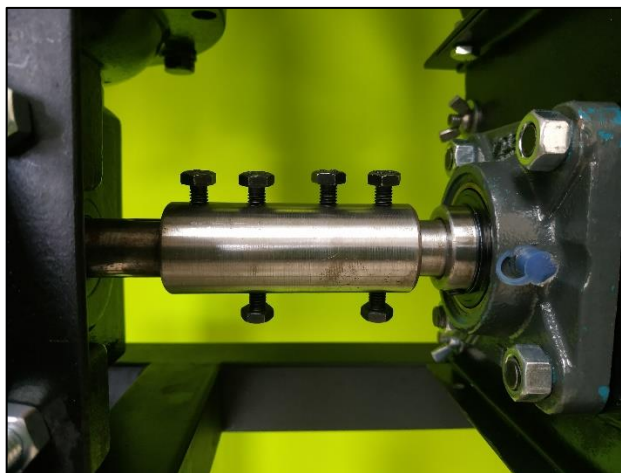
Motor reductor.

Este cuenta con una fuerza de $\frac{1}{4}$ HP y una velocidad de 1725 RPM, es la principal fuente de giro conectado al eje las cuchillas, se alimenta a través de los cables dentro del tecno ducto que se encuentra a un costado de él, estos recorren desde el módulo de conexiones hasta el motor, cuenta con dos alzas de madera que ayudan a mantener una posición fija y se encuentra unido a la estructura con 8 pernos.



Bushin de unión.

Permite la transferencia de giro desde el eje del motor hasta el eje de las cuchillas, está unido a cada lado por medio de pernos tipo prisioneros que ayudan para que trabaje de manera uniforme y evitan que el eje resbale.



Unidad de trituración.

Esta unidad comprende la tolva de seguridad, la estructura de la caja, las chumaceras, el eje, separadores, cuchillas y contra cuchillas, en esta parte es donde se deposita el plástico para su trituración.

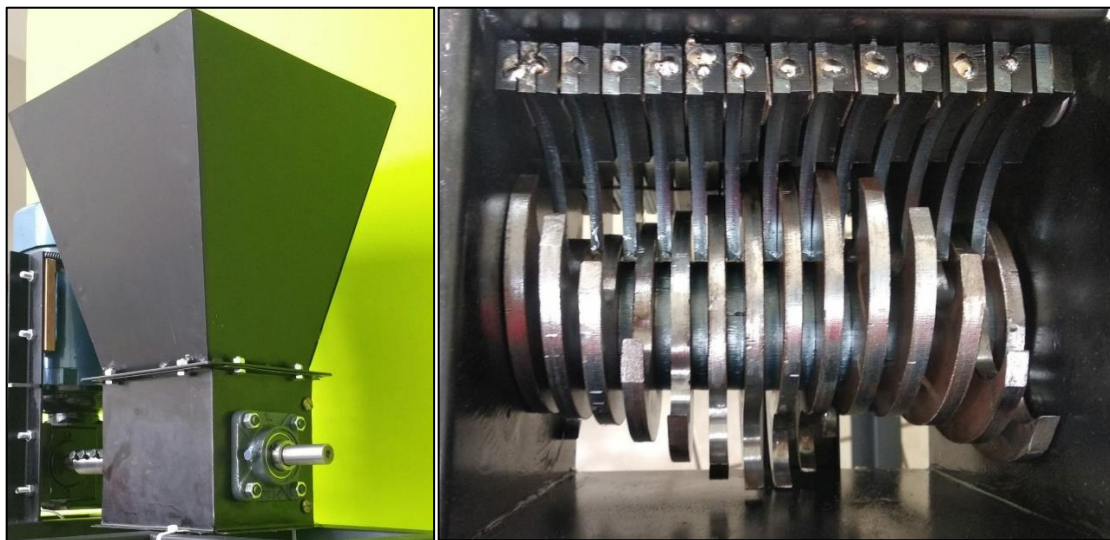
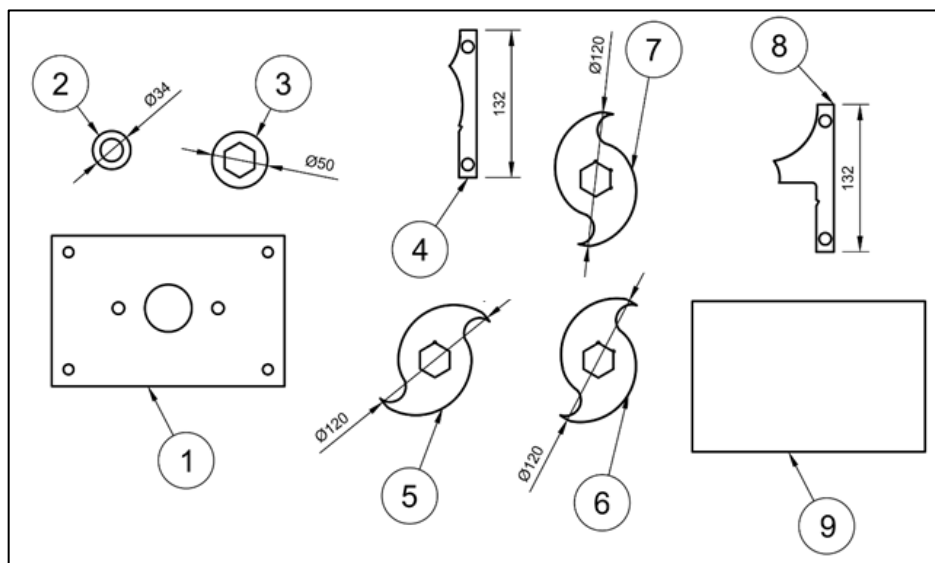
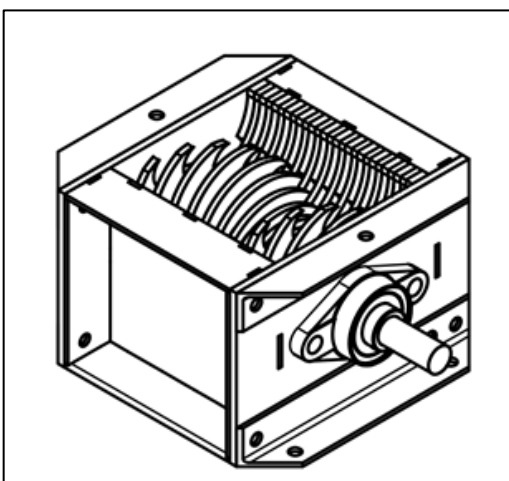
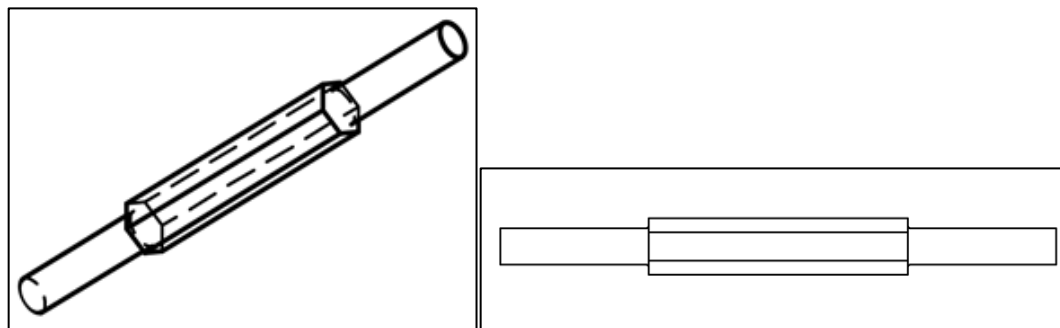


Diagrama de partes.

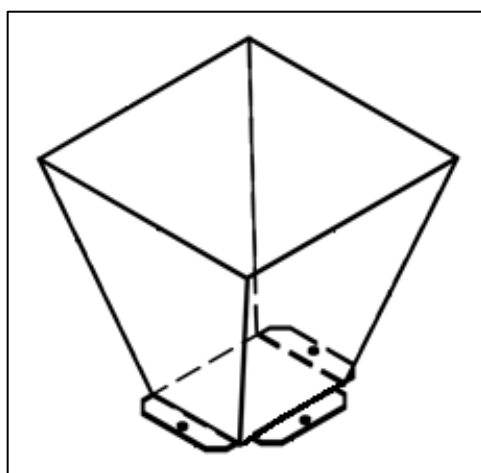


1. Pared de caja de cuchillas X2.
2. Arandelas para eje X2.
3. Separadores de cuchillas X13.
4. Separadores contra cuchillas X14.
5. Cuchilla posición "A" X5.
6. Cuchilla posición "B" X5.
7. Cuchilla posición "C" X4.
8. Contra cuchillas X13.
9. Laterales de caja de cuchillas X2.

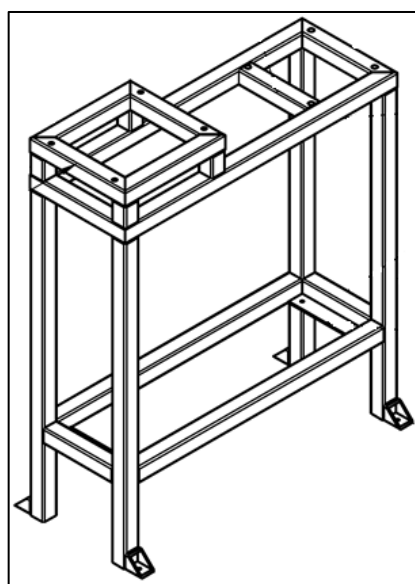




Eje de cuchillas.



Tolva de seguridad.



Estructura de soporte.