



# **Avances en la Transformación Digital hacia la industria 4.0**



**EDITORES:**

- M. en C. Ma. de Lourdes Sánchez Guerrero.
- Dra. Alma Rosa García Gaona.
- Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez.

**EDITORIAL:**

ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A. DE C.V.

**ISBN:**

978-607-538-551-8

**LUGAR:**

Ciudad de México

**FECHA DE PUBLICACIÓN:**

DICIEMBRE 2019

# Índice

|  |            |
|--|------------|
| <b>Prólogo</b>   | <b>6</b>   |
| <b>Introducción</b>  | <b>7</b>   |
| <b>Semblanza de los Editores</b>   | <b>8</b>   |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>   | <b>9</b>   |
| <b>Comité Revisor</b>  | <b>10</b>  |
| <b>I. Analítica</b>  | <b>11</b>  |
| Battery Discharge Prevention for Vehicles Stored based on Time Series Forecasting from IoT approach  | 12         |
| <b>II. Ciberseguridad</b>  | <b>19</b>  |
| CAN's MAC Security Service Survey  | 20         |
| <b>III. Ciudades Inteligentes</b>  | <b>27</b>  |
| Diseño de arquitectura TUI para la implementación de Transporte Inteligente y validación mediante series de tiempo   | 28         |
| <b>IV. Competencias en TIC</b>   | <b>35</b>  |
| Aplicación móvil para el manejo de recursos digitales e información para los laboratorios de aprendizaje por competencias en educación media superior  | 36         |
| Recursos educativos abiertos en Tecnologías de Información: RUA-ANIEI  | 44         |
| Uso de la nube: CULTASOFT software para la Gestión Web de Talleres de un Centro Cultural   | 49         |
| ESTUDIO DE VENTAS EN LÍNEA A TRAVÉS DE "FACEBOOK" EN LA EMPRESA GRECA FASHION  | 57         |
| Tipos de Redes Sociales  | 64         |
| <b>V. Contenidos Abiertos</b>  | <b>73</b>  |
| Impacto Educativo de los Cursos de Capacitación al Docente: Un Enfoque desde el Profesor   | 74         |
| <b>VI. Educación en TI</b>   | <b>80</b>  |
| B-learning para Apoyo del Aprendizaje de la Asignatura de Administración   | 81         |
| Análisis del Contexto de Riesgos en las Actividades Realizadas por los Usuarios de las Redes Sociales: Estudio de Caso del Municipio de Atlatlahucan, Morelos.   | 86         |
| Propuesta para optimizar el aprendizaje matemático por medio de la tecnología, basado en la creación de un videojuego con la implementación de ejercicios de pensamiento lógico-matemático para nivel básico educativo de Telesecundarias en Hidalgo | 93         |
| Mejora de la Calidad Educativa basada en Tests de Ritmo y Estilo de Aprendizaje mediante un Portal Web   | 98         |
| <b>VII. E-educación</b>  | <b>104</b> |
| Intérprete de Pseudocódigo para Aprender a Programar con Arreglos  | 106        |
| La Computación Afectiva en la educación: una revisión  | 112        |
| Diseño de un Objeto de Aprendizaje para estudiantes visuales: introducción a la librería Three.js  | 120        |
| <b>VIII. E-learning</b>  | <b>128</b> |
| Uso de la gamificación en grupos de autonomía curricular de educación básica para el área de matemáticas   | 129        |
| Aplicación y análisis de Bartle.   | 133        |
| Laboratorio Virtual Web de Cálculo Integral para Educación 4.0   | 136        |

|   |            |
|---|------------|
| Evaluación de materiales didácticos en plataformas digitales _____  | 145        |
| <b>IX. Ingeniería de Software _____</b>   | <b>152</b> |
| Reingeniería de Sistema de Control Interno de Suministro en Almacenes de Seguridad Industrial _____                         | 153        |
| Hacia la Evaluación de Usabilidad de Aplicaciones Colaborativas _____   | 163        |
| Evaluando la Usabilidad de Aplicaciones en Computadoras Portátiles y Pizarras Digitales Interactivas _____                  | 171        |
| <b>X. Innovación en TIC _____</b>   | <b>179</b> |
| Infraestructura tecnológica y su impacto en los servicios hospitalarios _____   | 180        |
| Habilidades del Líder Tecnológico _____   | 190        |
| Diseño y operación de tarjeta AZ-11-SSS para el control de variables de un SITE a través de IoT y ESP1 _____                | 196        |
| Marco Comparativo de Evaluación de Herramientas Tecnológicas para la Educación _____  | 205        |
| <b>XI. Inteligencia Artificial _____</b>  | <b>213</b> |
| edge2art: Edges to Artworks Translation with Conditional Generative Adversarial Networks _____                              | 214        |
| Perfilado de autor para el español mediante la implementación de características estilométricas _____                       | 223        |
| <b>XII. Inteligencia de Negocios _____</b>  | <b>232</b> |
| A General Methodology to Structure Business Intelligence Solutions _____  | 233        |
| Uso de la Inteligencia Empresarial para Pymes. Estudio de Caso _____  | 241        |
| Methodological Variations in the Development of Business Intelligence Solutions _____                                       | 249        |
| Diseño modular de un laboratorio virtual de inteligencia empresarial _____  | 258        |
| <b>XIII. Internet de las Cosas _____</b>  | <b>265</b> |
| Implementación de Webhooks para plataformas IoT a través de servicios de google _____                                       | 266        |
| Sistema de Control para la Visualización y Activación en la Domótica: Un Caso de Uso _____                                  | 274        |
| <b>XIV. Matemáticas Computacionales _____</b>   | <b>281</b> |
| Metodología para la evolución temporal de la caminata utilizando información incompleta _____                               | 282        |
| <b>XV. Mejores prácticas y estándares _____</b>   | <b>287</b> |
| ITIL como Herramienta de Diseño de Sistemas de Gestión Administrativa _____   | 288        |
| Principios Básicos en la Construcción de Software _____   | 295        |
| <b>XVI. Minería de Datos _____</b>  | <b>303</b> |
| Análisis de datos para generar esfuerzos coordinados ante el robo de identidad en el sector financiero de México _____      | 304        |
| La Minería de Datos a través de la Metodología CRISP- DM. Un Estudio de Caso. _____   | 312        |
| Análisis de Encuestas sobre la Disminución de Autopsias en un Hospital Mexicano usando Minería de Patrones Emergentes _____ | 327        |
| <b>XVII. Realidad Virtual _____</b>   | <b>334</b> |
| ARVI, Asistente Virtual para Tratamiento de Estrabismo _____  | 335        |
| <b>XVIII. Responsabilidad Social _____</b>  | <b>347</b> |
| <b>XIX. Seguridad Informática _____</b>   | <b>348</b> |
| Desarrollo de un Módulo de Hashing para un Sistema Criptográfico _____  | 350        |
| <b>XX. Sistemas de Información _____</b>  | <b>359</b> |
| Sistema Web para el conteo de conjuntos independientes sobre Árboles _____  | 360        |
| Sincronización automática de la respuesta cámara proyector para un sistema de proyección digital de patrones _____          | 368        |
| <b>XXI. TIC y responsabilidad social _____</b>  | <b>377</b> |

|   |            |
|---|------------|
| TEXTIL DYE TOXICITY CONCENTRATION IDENTITY USING LEGO MINDSTORM SYSTEM _____  | 378        |
| Fases de diseño del modelo de Gobierno de Tecnologías de la Información para una universidad pública mexicana basado en la Norma ISO/IEC 38500 _____      | 386        |
| Propuesta innovadora de atención a la discapacidad auditiva: aplicación para reconocimiento de gestos de frases más utilizadas en el aula de clases _____ | 394        |
| Reciclaje de material tecnológico en la creación de nuevos productos para evitar un mayor impacto ambiental (Caso de estudio Impresora 3D). _____         | 402        |
| Desarrollo de una APP para medir la adicción a internet de acuerdo al método de Kimberly Young _____  | 399        |
| <hr/>   |            |
| <b>XXII. Vida 2.0 _____</b>   | <b>406</b> |
| El impacto del CyberBullying en Estudiantes Universitarios de Ciencias Computacionales en México: Un Estudio Descriptivo. _____                           | 407        |
| Estudio descriptivo sobre el nivel de Adicción a los videojuegos en Estudiantes de Licenciatura en la Universidad Autónoma de Aguascalientes _____        | 413        |

## **Reciclaje de material tecnológico en la creación de nuevos productos para evitar un mayor impacto ambiental (Caso de estudio Impresora 3D).**

***Abraham López Najera***<sup>1</sup>

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

*abraham.najera@uacj.mx*

***Pablo Alejandro Pérez Domínguez***<sup>2</sup>

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

*al114870@alumnos.uacj.mx*

***Omar Hernández Carrillo***<sup>3</sup>

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

*al114953@alumnos.uacj.mx*

***Alejandra Mendoza Carreón***<sup>4</sup>

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

*alemendo@uacj.mx*

***Cynthia Vanessa Esquivel Rivera***<sup>5</sup>

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

*cyesquiv@uacj.mx*

Av. Del Charro 450 Nte., Col. Partido Romero, C.P. 32310, Cd. Juárez, Chih.

### **Resumen**

En la actualidad existen diferentes tipos de impresoras 3D, desde las que funcionan con la luz del sol hasta aquellas capaces de imprimir una casa habitación completa, sin embargo, son de un alto costo ya que son un producto relativamente nuevo en el mercado. Este trabajo propone un prototipo de impresora 3D funcional con material tecnológico reutilizable y capaz de poder imprimir con filamentos reciclados, como el plástico ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) y el PLA (ácido poli-láctico). Las impresiones que se realizan son de baja calidad y con un tamaño limitado debido al tipo de material que se utiliza, pero tiene la ventaja de un impacto positivo al medio ambiente al darle un nuevo uso a los materiales reciclados.

**Palabras Claves:** Reciclaje tecnológico, impresora 3D, Plástico PET, impacto ambiental.

## **Abstract**

*There are different types of 3D printers, from printers powered by solar energy to printers capable of printing an entire house, however, their cost is high. We propose a 3D printer prototype build out of recycled technological material, capable of printing with recycled filaments, including ABS (Acrylonitrile butadiene styrene) plastic and PLA (polylactide acid). The prints are low quality and of limited size due to the types of materials used, however, it has a positive impact on the environment as it gives new usage to the recycled materials.*

**Keywords:** *3D printer, environmental impact, PET plastic, technologic recycling.*

## **1. Introducción**

El plástico es un gran problema para la humanidad, pues perdura en el ambiente durante cientos de años. Y mientras se buscan soluciones que ayuden a degradar de forma ecológica y sostenible este material, algunas de las alternativas es la implementación y uso de impresoras 3D creadas a partir de material tecnológico reutilizable y plásticos reciclados [1].

Existen algunas impresoras 3D ecológicas que no solamente ayudan al medio ambiente, sino que además son mucho más económicas. Los siguientes son algunos ejemplos de lo que las impresoras 3D pueden conseguir para mejorar la producción ecológica y reducir la contaminación.

**Impresora 3D solar.** Una impresora 3D que funciona con la energía limpia del sol y con un material biodegradable y no contaminante como la arena del desierto para crear distintos objetos.

**Impresora 3D de material tecnológico reutilizable.** Hoy en día se utilizan los materiales tecnológicos obsoletos para la creación de nuevas impresoras 3D y plásticos reciclados para el material de impresión.

**Impresora 3D de madera reciclada.** Se compone de un 40% de restos de madera reciclada y un polímero para darle la consistencia de filamento flexible [2].

En el prototipo de impresora 3D se hará uso del plástico PET (Politereftalato de etileno) como medio de impresión, el plástico PET es un material sintético y se empezó a

utilizar como materia prima en fibras para la industria textil y la producción de (películas protectoras) films para el envasado de alimentos.

## 2. Problemática afrontada

Los tiempos están cambiando, las personas deben ser cada vez más conscientes del daño que se le está causando al planeta. Es sabido por la sociedad que la mayoría de los contaminantes provienen de los residuos generados por las industrias, de las cosas que diariamente se consumen, se compran o se usan. El desarrollo industrial es cada vez mayor, la tecnología que a pesar de ser un adelanto científico y de muchos usos para el bienestar, está propiciando el uso inmoderado de los recursos.

La reutilización de material tecnológico y de plástico es mínima, ya que no se cuenta con la información necesaria de componentes que pueden ser útiles para nuevas creaciones, generando así un impacto directo al ambiente contaminando el suelo y en ocasiones el aire, cuando estos materiales son quemados.

Lo que propone esta investigación es concientizar a los usuarios que se pueden desarrollar nuevos productos tecnológicos a partir de la reutilización de material tecnológico obsoleto y plástico PET.

## 3. Métodos

Para el desarrollo es importante destacar términos tales como:

**Green IT.** El Green IT tiene como objetivo usar de manera eficiente los recursos IT (Tecnologías de información) para minimizar el impacto ambiental de la actividad y reducir el consumo energético. [3]

**Impresora 3D.** Gracias a las tecnologías existentes se han podido ir creando nuevas y mejores impresoras tridimensionales, las cuales funcionan como creadoras de distintos objetos ya que emplean diferentes técnicas para su creación. Estas técnicas consisten en la creación de objetos mediante el acomodo del material capa por capa desde la base donde se encuentra el eje Z hasta la altura deseada en cada figura. [4]

**Termoplásticos.** Se componen de cadenas lineales que se encuentran unidas. Debido a su estructura al entrar en contacto con el calor, puede cambiar hacia nuevas formas, lo que es una ventaja ya que permite que los materiales que se utilizaron vuelvan a reutilizarse



mediante diferentes procesos como lo es el calentamiento. Debido a que el 80% de los plásticos que se utilizan son de tipo termoplásticos se puede deducir que la mayoría de los plásticos son reciclables.

**Commodities:** Estos plásticos son de bajo costo y se producen por grandes cantidades, esto hace que se utilicen en diversas aplicaciones las cuales tienen un lapso de vida corto. En este grupo se incluyen los polietilenos (PE), polipropileno (PP), policloruro de vinilo (PVC), poliestireno (PS), tereftalato de polietileno (PET). [5]

De acuerdo con la investigación realizada y el desarrollo de un prototipo de un nuevo producto a partir de residuos tecnológicos, la metodología implementada fue la EDT (Estructura de Descomposición de Trabajo), la cual consiste en descomponer en pequeñas tareas el proyecto. En este caso la partición de tareas fue:

**Fase 1.** Investigación primaria sobre impresoras 3D, formas de creación de impresoras 3D, investigación sobre plásticos reciclados, investigación sobre componentes para la creación del prototipo de impresora 3D.

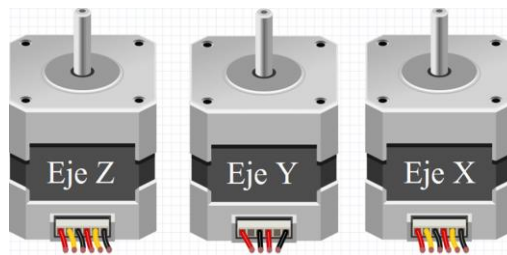
**Fase 2.** Armado de la estructura de impresora 3D, investigación sobre software especializado para impresiones 3D.

**Fase 3.** Obtención de la materia prima para las impresiones, pruebas del prototipo, análisis de resultados sobre el impacto ambiental.

Los materiales requeridos para este prototipo fueron:

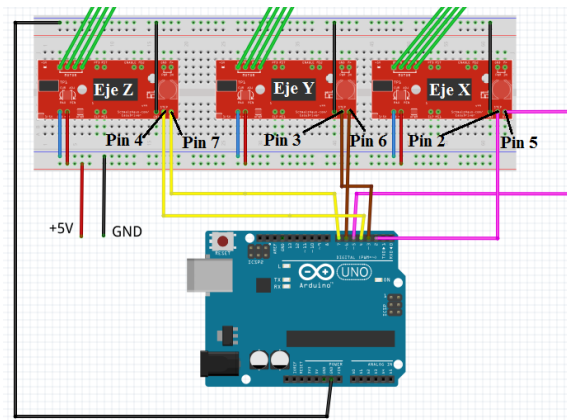
- Arduino UNO
- 3 Stepper Motor Driver
- 1 Protoboard
- 1 Cautin (Extrusor)
- Cables Dupont
- Motores de movimiento (reciclado de CD roms, usando los ejes de movimiento)
- 1 Fuente de alimentación de PC

La figura 1 representa la conexión de los componentes de los motores, en este caso los ejes de movimiento X, Y, Z hacia los *stepper driver*, estos últimos realizan la tarea de hacer el movimiento de los ejes según la señal recibida del Arduino UNO.



**Figura 1.** Conexión base de motores de carriles hacia *stepper drivers*.

La figura 2 muestra la conexión de los stepper driver con el Arduino UNO, teniendo en cuenta que es el microcontrolador Arduino UNO quien manda la señal de la información almacenada para impresión.



**Figura 2.** Conexión conjunta de motores, stepper drivers y Arduino UNO.

Para la función de elemento de impresión es necesario un extrusor tipo caudín y se usó una pluma llamada Spen 3D, la cual tiene como tarea calentar un material de filamento para hacer una impresión manual. En este caso como muestra la figura 3, el extrusor tuvo que ser modificado para que calentara el material de manera automática a la temperatura ideal, es decir, que no sobrepasara los 70 °C. En el caso de la imprea, el material utilizado es el filamento de tipo plástico PET, por ser un material que se desecha por la mayor parte de la población en artículos como: botellas, envasados de productos alimenticios, refuerzos de neumáticos de autos, etc.

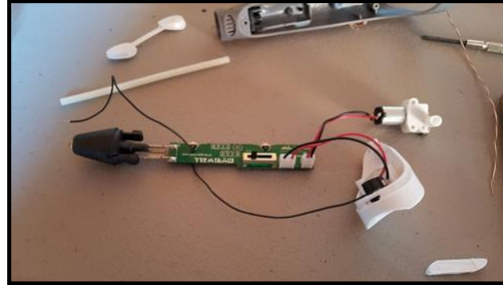


Figura 3. Tablilla de

automatización.

extrusor soldada para

Finalmente, la figura 4 es el prototipo terminado, el cual muestra que la mayor parte de los recursos utilizados son de reciclado tecnológico, incluso la carcasa de los CD ROM que se utilizaron para la base de la impresora.



Figura 4. Prototipo de impresora 3D.

Como medio de comunicación para la impresión del objeto y para comunicación con el Arduino UNO se utilizó un software libre llamado Grbl que se encarga de leer el código de las figuras 3D y después mandar la señal al microcontrolador para su impresión. Para

la creación de diseños de impresión en 3D se utilizó una página llamada Makercam de fácil uso y una vez creado algún diseño brinda el Gcode para poder utilizarlo en Grbl para mandar la señal al Arduino y ésta a su vez a los ejes para imprimir el diseño.

#### **4. Resultados**

A continuación, se describen características a tomar en cuenta, obtenidas al realizar pruebas con el prototipo.

- El filamento a usar debe ser previamente tratado mediante un proceso industrial para una mejor compatibilidad con el extrusor, esto permite una mejor definición al hacer la impresión.
- El tamaño de la impresión se limita a un tamaño de 3.5 cm por 3.5 cm por 3.5 cm.
- Las impresiones que se hacen son de figuras geométricas que siguen un determinado patrón.
- Las figuras deben tener el formato SVG (Scalable Vector Graphics) el cual es un sistema XML de imagen.
- La velocidad de impresión depende de la figura que se quiera plasmar. El prototipo usa dos velocidades distintas.
  - La primera velocidad determina la rapidez con la que los carriles realizan sus movimientos para crear la impresión.
  - La segunda velocidad es del tiempo que el extrusor necesitará para extraer el filamento del plástico PET. Se recomienda tener una velocidad media ya que si el extrusor no extrae a tiempo el filamento algunas partes de la impresión quedarán vacías.
- Solo se imprimen vectores, no se crean impresiones con relleno.
- Las figuras 5 y 6 muestran una imagen que excede la limitante de tamaño. Como se puede observar en la figura 6, la impresión se deforma, ya que figuras que no tengan el tamaño indicado o que contengan detalles, crean impresiones desfiguradas por el grosor del filamento utilizado en el extrusor.

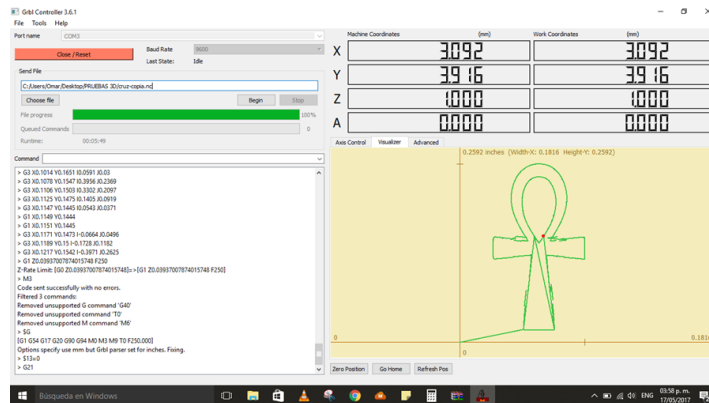


Figura 5. Visualización de figura en software.



Figura 6. Impresión que se deforma por el tamaño.

Las figuras geométricas son las figuras más sencillas de imprimir ya que no existe tanta variación en los vectores, además que el detalle de las figuras es simple, lo cual permite hacer una impresión rápida y sencilla. El tiempo de impresión depende del tamaño y detalle que la figura contenga, entre más simple, más rápido se logra la impresión. Podemos ver en las siguientes figuras la diferencia en el detalle y el tiempo estimado de impresión de cada una.

Las figuras 7 y 8 muestran la impresión de una imagen circular, la cual es posible crear e imprimir con un margen de error mínimo el cual no desfigura la impresión.

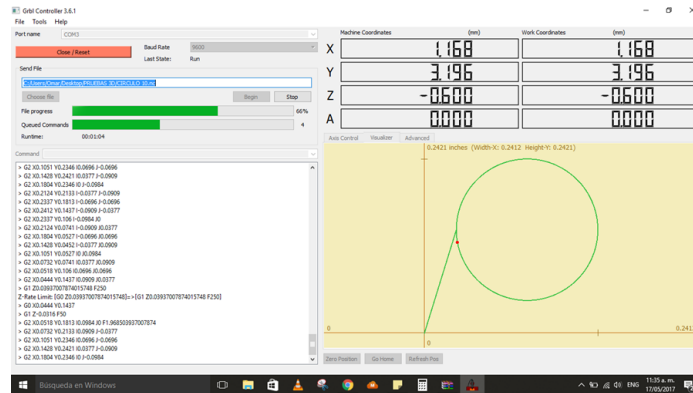


Figura 7. Imagen circular con errores mínimos de impresión.

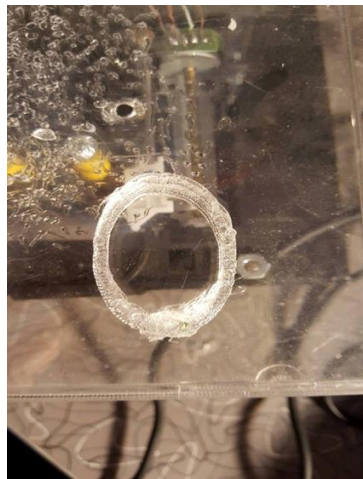


Figura 8. Impresión de círculo hecha con plástico PET.

El software utilizado no es un modelador de figuras en tercera dimensión, por lo que es más complicado lograr relieves dentro de las impresiones, sin embargo, el usuario puede configurar cada patrón al crear una nueva figura.

### Análisis de riesgo.

Métricas de validación en impacto ambiental.

- Fabricación:
  - 1 tonelada de plástico = 3.5 toneladas de CO<sub>2</sub>.
  - 1 tonelada de plástico reciclado = 1.7 toneladas de CO<sub>2</sub> [6].
- Incineración:
  - 1 tonelada de plástico incinerado = 2 toneladas de CO<sub>2</sub> [7], [8].

Basura Electrónica

49 millones de toneladas métricas de basura electrónica equivalen a 7 kg. de basura electrónica por persona. Un millón de computadoras pueden producir 24 kg. de oro, 250 kg. de plata, 9 kg. de paladio y alrededor de nueve toneladas de cobre [9].

Estas métricas se validan mediante un software de modelación dinámica de sistemas llamado Vensim PLE, el cual permite determinar el impacto ambiental total con y sin la implementación de este tipo de proyectos de desarrollo tecnológico. En este caso, la proyección se hace del año 2019 al 2026.

### Métricas de validación por producto

Número de productos usables por impresión = Se validará de acuerdo con el número de impresiones de uso real por usuarios en cada una de las pruebas que se realicen.

Utilizando el software Vensim PLE y tomando como referencia las métricas de validación sobre la fabricación y la incineración de plásticos se obtuvieron los siguientes resultados sobre la contaminación del CO<sub>2</sub> al fabricar plásticos PET y haciendo una comparación de la creación de nuevos plásticos mediante PET reciclado.

Como se muestra en la tabla 1, mediante las métricas de validación se puede observar que al año de fabricar una tonelada de plástico PET se contamina con 3.5 toneladas de CO<sub>2</sub> al medio ambiente. Pero en cambio, si el PET es reciclado se obtiene 1.7 toneladas de CO<sub>2</sub> al año, esto da aproximadamente un 51% menos de CO<sub>2</sub> al año y un gran impacto ambiental ya que se reutilizan los plásticos y se crea menos contaminación al fabricar nuevos plásticos.

**Tabla 1.** Métricas de contaminación 2019-2026.

| Año  | Contaminación de CO <sub>2</sub> con plástico PET | Contaminación de CO <sub>2</sub> con plástico PET reciclado |
|------|---|---|
| 2019 | 20 toneladas                                      | 12.8 toneladas  |
| 2020 | 25.5 toneladas                                    | 16.5 toneladas  |
| 2021 | 31 toneladas                                      | 20.2 toneladas  |
| 2022 | 36.5 toneladas                                    | 23.9 toneladas  |
| 2023 | 42 toneladas                                      | 27.6 toneladas  |
| 2024 | 47.5 toneladas                                    | 31.3 Toneladas  |
| 2025 | 53 toneladas                                      | 35 toneladas  |
| 2026 | 58.5 toneladas                                    | 38.7 toneladas  |

La figura 8 muestra la comparación de la contaminación en toneladas del plástico PET. Se observa en la gráfica que a pesar de que el plástico se recicla para la fabricación de nuevos productos no deja de producir CO<sub>2</sub>, pero si hay una disminución considerable, llegando solamente a 38.7 toneladas en comparación con las 58.5 toneladas del plástico no reciclado.

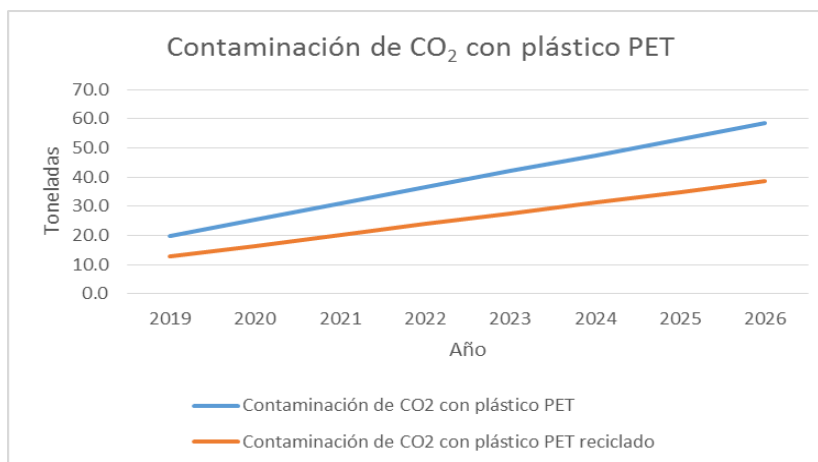


Figura 8. Contaminación de CO<sub>2</sub> con plástico PET, proyección al 2026.

En cuanto a métricas sobre basura electrónica, una persona desecha alrededor de 7 kg. de basura electrónica que, acumulado en un año, es alrededor de 49 toneladas. En la tabla 2 se compara cuántas toneladas son desechadas al año, tomando en cuenta materiales electrónicos (en dichos materiales se encuentran cobre, oro, plata, plástico y baterías) y cuál sería el ahorro de basura electrónica si se reciclaran estos materiales. La figura 9 muestra la gráfica de comparación del reciclado y no reciclado de la basura electrónica. En la proyección hasta el 2022 se observa que, si no se recicla la basura electrónica para ese año, se tendría alrededor de 313.95 toneladas de basura electrónica, en cambio sí se reciclan algunos de los materiales se obtendrían 44.8 toneladas de materiales reciclados. Estos materiales se pueden reutilizar para la creación de nuevos productos y se tendría un ahorro del 9% en basura electrónica.

Tabla 2. Métricas de basura electrónica 2019-2022.

| Año  | Basura electrónica sin reciclar | Basura electrónica reciclada |
|------|---------------------------------|------------------------------|
| 2019 | 234.465 toneladas               | 203.105 toneladas            |
| 2020 | 260.96 toneladas                | 225.12 toneladas             |
| 2021 | 287.455 toneladas               | 247.135 toneladas            |
| 2022 | 313.95 toneladas                | 269.15 toneladas             |



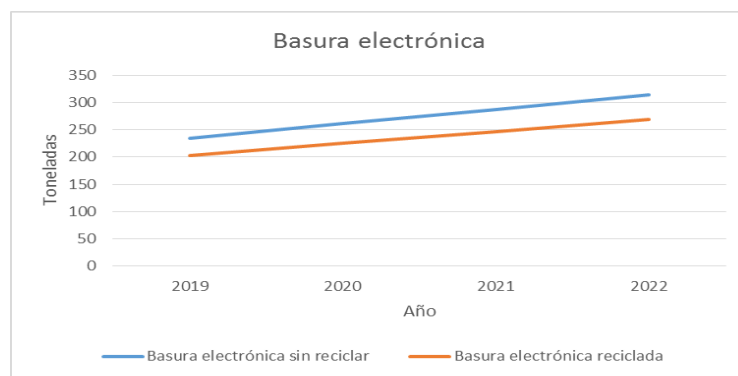


Figura 9. Basura electrónica, proyección al 2022.

## 5. Discusión

Para poder usarse en el prototipo de impresora 3D los desechos tecnológicos, deben permanecer en buenas condiciones, es decir deben tener en funcionamiento sus principales componentes y haber contado con un periodo extendido de uso, esto permite darles un uso adicional para el que fueron principalmente diseñados.

La dimensión para la creación de impresiones es de 3.5 cm x 3.5 cm x 3.5 cm. Para los ejes 'x' e 'y' el límite está dado por la longitud de la varilla de los carriles del prototipo. Para el eje 'z' el límite se reduce debido al espacio que requiere el extrusor para vaciar el filamento.

Existe también el ahorro económico en impresiones con plásticos reciclados en comparación con impresiones hechas con los materiales comerciales. Por lo general las impresiones en 3D se cobran por gramos o por tiempo de impresión, aunque hay que tener en cuenta la calidad de impresión o cantidad de impresiones que se desean hacer. En promedio, una impresión con filamento ABS ronda aproximadamente en 1.95 pesos por gramo y una impresión con filamento PLA cuesta aproximadamente 1.50 pesos por gramo. Usando filamento PET reciclado el costo es aproximadamente de 0.50 centavos por gramo, esto da un ahorro del 66% en comparación con el filamento PLA y un 74% de ahorro en comparación del filamento ABS.

El plástico que se puede utilizar para crear impresiones 3D es el plástico PLA, ABS o PET, siendo este último el plástico base para las impresiones debido a que el extrusor que actualmente se utiliza en el prototipo de la impresora calienta a un máximo de 230 °C, suficiente para derretir los plásticos mencionados.

Utilizando las métricas de validación se observa que al fabricar una tonelada de plástico genera 3.5 toneladas de CO<sub>2</sub> y si este plástico es reciclado y reutilizado se genera 1.7 toneladas de CO<sub>2</sub>, esto da aproximadamente un 50% menos de CO<sub>2</sub>, la contaminación persiste, pero los niveles disminuyen considerablemente. De igual forma pasa con la basura electrónica, si se reciclan y reutilizan estos aparatos se tendría una reducción del 14%.

## 6. Conclusiones

Los aparatos electrónicos se vuelven obsoletos rápidamente y tirarlos a la basura no debería ser la única alternativa. Una opción es reutilizar los materiales y/o componentes para adaptarlos a nuevos usos, como es el caso del prototipo de impresora 3D, para el cual, se usaron materiales de un CPU obsoleto, para sacar la mayoría de las partes del prototipo.

Por otro lado, la mayoría de las cosas están hechas de plástico y estos plásticos tardan mucho en biodegradarse y solo contaminan al planeta, es por eso que la mejor manera de ayudar es reciclar y reutilizar los materiales para tratar de disminuir los niveles de contaminación.

El prototipo propuesto es capaz de funcionar con materiales tecnológicos reutilizables y poder imprimir figuras con filamentos de plástico PET reciclado y contribuye al cuidado del medio ambiente.

Las pruebas realizadas con el prototipo destacan algunas limitantes de éste, especialmente en el tamaño y relleno de la impresión, pero se puede trabajar haciendo los ajustes necesarios para un mejor funcionamiento del equipo y calidad de la impresión.

## 7. Referencias

[1] A. Bernardo, «blogthinkbig,» 20 Marzo 2015. [En línea]. Available: <http://blogthinkbig.com/protocycler-la-impresora-3d-para-reciclar-plastico/>. [Último acceso: 16 Noviembre 2016].

[2] Ecototal, «Ecototal,» 27 Octubre 2016. [En línea]. Available: <http://www.ecototal.com/impresoras-3d-ecologicas/>. [Último acceso: 3 Noviembre 2016].

[3] J. Velasco, «¿Qué es Green IT?,» blogthinkbig.com, 01 abril 2013. [En línea]. Available: <https://blogthinkbig.com/que-es-el-green-it/>. [Último acceso: marzo 2017].

[4] O. S. M. Gómez, «¿Cómo ves?,» UNAM, 1 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/203/impresion-3d>. [Último acceso: 5 Noviembre 2016].

[5] A. V. Morillas, R. M. Espinosa Valdemar, M. Beltrán Villavicencio y M. Velasco Pérez, «anipac,» [En línea]. Available: <http://www.anipac.com/reciclajeplasticosuam.pdf>. [Último acceso: 5 Noviembre 2016].

[6] M. Cagliani, «sustentato,» 12 Diciembre 2011. [En línea]. Available: <http://www.sustentator.com/blog-es/2011/12/huella-de-carbono-del-plastico/>. [Último acceso: 7 Noviembre 2016].

[7] Gobierno de Aragón, «estrategiaaragonesa,» 6 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://calcarbono.servicios4.aragon.es/>. [Último acceso: 7 Noviembre 2016].

[8] greenpeace, «greenpeace,» Noviembre 2009. [En línea]. Available: <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/costas/091124-02.pdf>. [Último acceso: 7 Noviembre 2016].

[9] L. Custodio, «El país,» 3 mayo 2017. [En línea]. Available: <http://www.elpais.com.uy/economia-y-mercado/basura-electronica-crecera-mundo.html>. [Último acceso: 3 mayo 2017].