



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

Rediseño de una Impresora 3D de Configuración Delta Modelo DY
Para Incrementar su Rendimiento y la Calidad de las Piezas Impresas

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Asmat Vigo, Roger Kevin Arnold (orcid.org/0000-0002-6078-5116)

Leon Cabanillas, Wveiker Anibal (orcid.org/0000-0002-9917-1947)

ASESOR:

Dr. Sixto Ricardo, Prado Gardini (orcid.org/0000-0002-9135-2663)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistema Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres Rosa y Luis León quienes fueron las personas que me motivaron diariamente para seguir de pie luchando por mis metas, brindándome su mayor apoyo y un hogar con mucho amor y paz para centrarme con totalidad en mis estudios.

A mi hermano Luis quien me alentaba y me brindaba su apoyo y su cariño.

León Cabanillas, Wveiker Aníbal

DEDICATORIA

A mis padres Luis y Janet quienes día a día me aconsejaron y me apoyaron en todo momento para lograr cumplir mis metas. A mi hermana Katia que me motivaba para poder terminar mis estudios universitarios. A mis compañeros de trabajo, de la universidad, que durante el trayecto nos apoyábamos.

Asmat Vigo, Roger Kevin Arnold

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios primeramente por mantenerme con buena salud y brindarme fuerza necesaria para seguir adelante.

A mis asesores Ing. Sixto Ricardo, Prado Gardini y el Ing. Jorge Antonio Inciso Vásquez por su orientación durante el proyecto y desarrollo de mi tesis.

León Cabanillas, Wveiker Aníbal.

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso por ser la fe y la fuerza que me ha permitido llegar a estos momentos de mi vida. A mis asesores Ing. Sixto Ricardo, Prado Gardini y el Ing. Jorge Antonio Inciso Vásquez por su orientación durante el proyecto y desarrollo de mi tesis.

Asmat Vigo, Roger Kevin Arnold

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Índice de tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRAC	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
Antecedentes internacionales:	3
Antecedentes Nacionales:.....	3
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo de investigación.....	13
Diseño de Investigación:	13
3.2. Variables y Operacionalización:	13
3.3. Población, muestra y muestreo:	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	16
3.6. Método de análisis de datos:.....	18
3.7. Aspectos éticos:	18
IV. RESULTADOS.....	19
4.1. Analizar mediante elemento finitos la estructura mecánica de la impresora 3D delta DY para obtener los valores de fuerzas reactivas, tensiones de von mises, desplazamiento y factor de seguridad:	19
4.2. Determinar las piezas y acoples a integrar en la estructura de la impresora 3D a fin de mejorar los resultados del análisis de elementos finitos:	28
4.3. Validar en virtual las modificaciones estructurales de la impresora 3D tal que se logre un mejor rendimiento y calidad de impresión:	31
4.4. Estimar el presupuesto económico del rediseño de la impresora 3D de configuración delta modelo DY.	40
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.	47
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS.....	52

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Tipos de impresoras 3D</i>	11
Tabla 2 <i>Parámetros de impresión</i>	12
Tabla 3 <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos.</i>	16
Tabla 4 <i>Características principales de la impresora 3D de configuración delta de modelo DY (data del fabricante)</i>	19
Tabla 5 <i>Matriz de selección para sistema de la estructura de la impresora 3D.</i>	34
Tabla 6 <i>Cargas y sujeciones de la estructura</i>	38
Tabla 7 <i>Cargas y sujeciones de la estructura</i>	38
Tabla 8 <i>Cargas y sujeciones de la estructura</i>	39
Tabla 9 <i>Costo de inversión</i>	40

Índice de Figuras

Figura 1	<i>Proceso de la impresión 3D</i>	5
Figura 2	<i>Impresora 3D tipo delta</i>	6
Figura 3	<i>Características de una impresora 3D de configuración Delta</i>	7
Figura 4	<i>Impresora 3D de configuración delta (realizando piezas 3D)</i>	8
Figura 5	<i>Diferencia entre impresora 3D Delta VS Cartesiana</i>	9
Figura 6	<i>Diagrama de flujo de procedimientos de la investigación</i>	17
Figura 7	<i>Vista explosionada de la parte estructural mecánica de la impresora como unidad de análisis de esta investigación</i>	19
Figura 8	<i>Cuadro de ajuste y tolerancias</i>	20
Figura 9	<i>Pieza elaborada en la impresora 3D de configuración delta modelo DY.21</i>	
Figura 10	<i>Análisis de fuerzas reactivas.</i>	22
Figura 11	<i>Tensiones de Von Mises</i>	23
Figura 12	<i>Desplazamiento de la estructura</i>	24
Figura 13	<i>Factor de seguridad</i>	25
Figura 14	<i>Impresora 3D de configuración delta modelo DY</i>	26
Figura 15	<i>Visualización de las correas de la impresora 3D de configuración delta modelo DY</i>	26
Figura 16	<i>Elaboración de piezas en 3D</i>	27
Figura 17	<i>Acople superior de la impresora 3D a integrar</i>	28
Figura 18	<i>Acople inferior de la impresora 3D a integrar</i>	29
Figura 19	<i>Perfiles de aluminio de la impresora 3D a integrar</i>	29
Figura 20	<i>Base inferior de la impresora 3D a integrar</i>	30
Figura 21	<i>Sistema de la estructura de la impresora 3D de configuración delta</i> ...	32
Figura 22	<i>Sistema de la estructura de la impresora 3D de configuración delta</i> ...	33
Figura 23	<i>Rediseño de la impresora 3D de modelo delta</i>	35
Figura 24	<i>Factor de seguridad de la estructura</i>	36
Figura 25	<i>Deformaciones o desplazamiento de la estructura</i>	36
Figura 26	<i>Esfuerzos de von mises de la estructura</i>	37
Figura 27	<i>Pieza elaborada después de los acoples o componentes integrados en la parte estructural de la impresora 3D</i>	39

RESUMEN

En esta tesis se realizó el rediseño de una impresora 3D de configuración delta modelo DY con la finalidad de incrementar su rendimiento y mejorar la calidad en las piezas impresas. La investigación es de tipo aplicada y de diseño explicativa pre experimental descriptivo. Para la recolección de datos, utilizamos la técnica de la observación con lo cual se identificó puntos débiles como es la deformación de la estructura para realizar el trabajo de imprimir piezas en 3 dimensiones y el análisis documental nos dio a conocer sus características brindadas por el fabricante. La principal causa que genero una mala resistencia de la estructura de la impresora fueron los acoples porque no correspondían a algunos componentes de la estructura causando una disminución en su rendimiento, deformación y mala calidad de las piezas impresas en 3D.

Usando el software SOLIDWORKS se hizo la simulación de las cargas y la estructura exterior de la impresora obteniendo una nueva estructura general, partes en el soporte a bajo costo con la finalidad de incrementar el rendimiento y mejorar la calidad de las piezas impresas en 3D. Se determinó por análisis de elemento finitos: Fuerzas reactivas, tensiones de von mises, desplazamiento y factor de seguridad de la actual y del nuevo diseño de la impresora 3D de configuración delta modelo DY. En el presupuesto técnico económico fue de S/. 1928 soles obteniendo un ahorro de 50% con respecto al mercado.

Palabras Clave: impresora 3D, PLA, velocidad de impresión.

ABSTRACT

In this thesis, the redesign of a DY model delta configuration 3D printer was carried out in order to increase its performance and improve the quality of the printed parts. The research is of an applied type and of a descriptive pre-experimental explanatory design. For data collection, we used the observation technique, which identified weak points such as the deformation of the structure to carry out the work of printing pieces in 3 dimensions and the documentary analysis revealed its characteristics provided by the manufacturer. . The main cause that generated a poor resistance of the printer structure were the couplings because they did not correspond to some components of the structure, causing a decrease in its performance, deformation and poor quality of the 3D printed parts.

Using the SOLIDWORKS software, the simulation of the loads and the external structure of the printer was made, obtaining a new general structure, parts on the support at low cost in order to increase performance and improve the quality of 3D printed parts. prolonged by finite element analysis: Reactive forces, von mises stresses, displacement and safety factor of the current and the new design of the DY model delta configuration 3D printer. In the economic technical budget it was S/. 1928 soles obtaining a saving of 50% compared to the market.

Keywords: 3D printer, PLA, printing speed.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología de impresión 3D se localiza en una fase de innovación y desarrollo logrando con ello incrementar la productividad, reducir costos de fabricación, facilitar la personalización de productos y producir piezas únicas y de bajo volumen (Pérez, 2017). Una análisis de ello es que la industria convencional se incorpora a la fabricación de prototipos mediante una evaluación de calidad y de potencia para procesos de producción (Palomino, 2021).

En Latinoamérica no ha sido impropia sobre la tecnología en países diferentes como Brasil, México y Argentina que ha tenido gran éxito en la incorporación de las maquinas 3D para la producción y complementación de trabajos tecnológicos avanzados (Suardíaz, 2021). En el mismo trazo se elaboran propuestas sobre personalizaciones de máquinas 3D logrando una reducción tecnológico de países desarrollados (Contreras, 2021).

En el ámbito nacional las impresoras 3D obtuvieron una gran acogida en tanto al área doméstica, urbano como académicos, que se adicione al soporte tecnológico para desarrollar proyectos en diferentes áreas como educación, agroindustrial, salud entre los más relevantes (Cabrera,2021). En desarrollo, las impresoras 3D permitieron lograr unas impresiones con geometrías simples hasta complejas sin complicaciones logrando un bajo coste y relativa agilidad (Leyva, 2018).

El éxito de las impresoras 3D permitió un gran consumo de generación en demanda y oferta en el mercado con diversos modelos de bajo costo, sin embargo algunas máquinas no logran tener un buen ensamble debido a una falta de manuales técnicos lo que afecta en las propiedades fundamentales y estructurales o morfológicas en la parte mecánica de dicha máquina, por consecuencia no se logra obtener una buena resolución, repetitividad y precisión que nos indica en el diseño correspondiente del software CAD.(Pérez, 2021).

En base a lo descrito previamente en este trabajo se plantea rediseñar una impresora 3D de configuración delta de modelo DY (por ser uno de los modelos de mayor demanda que tuvo en su momento) para incrementar su rendimiento y mantener una calidad homogénea de impresión 3D. Por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo el rediseño de una impresora 3D de configuración delta modelo DY incrementa el rendimiento y calidad de las piezas impresas en 3D?

Los aspectos que justifican nuestra investigación son tres: en lo académico son la aplicación de los conocimientos ya existentes para dar solución al problema que tiene esta máquina de trabajo, en lo tecnológico son los equipos utilizados como la impresora 3D y la laptop, por último en lo social que permite obtener objetos a escala diseñados previamente desde un computador que permiten maquetas, carcasas e incluso prótesis humanas.

El propósito principal de este trabajo es rediseñar una Impresora 3D de Configuración Delta modelo DY para incrementar el rendimiento y calidad de las piezas impresa. Y para alcanzar tal fin se plantea los siguientes objetivos específicos: (1) Analizar mediante elemento finitos la estructura mecánica de la impresora 3D delta DY para obtener los valores de fuerzas reactivas, tensiones de von mises, desplazamientos y factor de seguridad; (2) Determinar las piezas y acoples a integrar en la estructura de la impresora 3D a fin de mejorar los resultados del análisis de elementos finitos; (3) Validar en virtual las modificaciones estructurales de la impresora 3D tal que se logre un mejor rendimiento y calidad de impresión; (4) Estimar el presupuesto económico del rediseño de la impresora 3D de configuración delta modelo DY.

La hipótesis que se plantea en este trabajo es que el rediseño de una impresora 3D de configuración delta modelo DY incrementara su rendimiento y calidad de impresión.

II. MARCO TEÓRICO

En esta sección se describe el soporte teórico y bibliográfico que ha servido de base en este trabajo de investigación:

Antecedentes internacionales:

En Huertas (2014) en su tesis titulado “rediseño y fabricación de una impresora 3D en la Universidad Politécnica de Catalunya”, realiza una investigación de una impresora 3D de configuración DELTA DY para el uso de diferentes materiales de plásticos perfeccionando una calibración de mayor porcentaje ideal para obtener una calidad de pieza sin desperfecciones.

En Magraner (2015) en su tesis titulado “rediseño de una impresora 3D para la elaboración de PCB en la Universidad Politécnica de Valencia”, realiza un gran cambio de realizar la elaboración de PCB para mantener y perfección una gran calidad de impresión.

En Hernández (2017) en su tesis titulado “implementación de un algoritmo de conversión cartesiana y segmentación de vectores para impresoras 3D en configuración delta en la Universidad de Guadalajara, Jalisco”, realiza una proyección de algoritmos que trata de reducir costos de fabricación y logra reducir tiempos de trabajos de impresión sin afectar su calidad de la pieza elaborada.

Antecedentes Nacionales:

Gamarra (2019) en su tesis titulado “diseño de una impresora 3D para imprimir piezas con polímeros con volumen máximo de 30 cm x 30 cm x 30 cm para la Universidad Señor de Sipán en Chiclayo – Pimentel – Perú”, realiza diferentes simulación logrando perfeccionar datos de geometría y diferentes tipos de materiales, obteniendo diferentes opciones de componentes de una impresora 3D para lograr una mejor calidad de impresión en su geometría de acuerdo a las especificación e rangos de tablas de ajustes y tolerancias con las que se califica su calidad de cada pieza impresa.

Avilés (2018) en su tesis titulado “diseño y fabricación de una impresora 3D de cabezales intercambiables para la empresa JJR servicios generales SRL”, se logró analizar diferentes tipos de conceptos de una impresora 3D en la parte estructural y mecánica obteniendo diferentes cálculos de matrices para realizar el mejor diseño y sistema de la máquina de trabajo.

Vilca (2015) en su tesis titulado “diseño y construcción de una impresora 3D micro controlador ATMEGA para estudiantes de ingeniería en el proceso de enseñanza y aprendizaje de desarrollo tecnológico”, se realizó a mejorar diferentes sistemas de control de PID, obteniendo una configuración de mayor eficiencia de acuerdo a su incremento de velocidad en la que se puede realizar la impresión de una pieza.

Moncada (2021) en su tesis titulado “diseño de un sistema integrado para la producción de filamento para impresora 3D de calidad comercial a partir de plástico reciclado”, realizó la investigación de diferentes métodos de reciclaje para disminuir su costo de fabricación y reducir el costo de impresión de acuerdo a utilizar los diferentes tipos de filamentos a imprimir.

La expresión “impresión 3D” es designado en diferentes tipos de áreas tecnológicas en la producción de crear piezas desde un ordenador, esto con el tiempo transcurrido de año a año se fue incrementando los diferentes materiales hasta culminar un diseño adecuado, hoy en día se usa diferentes tipos de materiales dependiendo siempre el uso de cada diseño de las piezas a imprimir.

Esta impresora 3D es de utilidad en diferentes fuentes de trabajo para crear diferentes objetos que lleva desde un modelo digital que se realiza desde un ordenador que en transcurso y culminada su impresión se puede obtener una pieza real de gran utilidad para el ser humano, como por ejemplo: los protectores de los celulares, los diferentes tipos de ayuda para las personas con discapacidad, etc.

La impresión 3D hoy en día es muy conocida en todo el mundo por el poder de realizar objetos desde un computador digital desde un software que permite crear piezas tridimensionales de acuerdo a cada tipo de material y diseño elaborado de cada prototipado complejo y realizando una impresión de calidad y calificado de acuerdo a las tablas de ajustes y tolerancias de acuerdo a su rango de valor de acuerdo a cada pieza elaborada y realizada en la impresora 3D.

Figura 1
Proceso de la impresión 3D



Fuente: Tesis de maestría en ciencias mejoramiento del diseño y ensamblado de una impresora en 3D (Alejandro, 2012).

Nota: El esquema realiza la representación de los diferentes procesos que lleva a cabo una impresión en 3D.

Las impresoras 3D de tipo delta visualizado en la Figura 2, estas impresoras cuentan con mayor precisión de impresión disminuyendo el tiempo de impresión de cada pieza a elaborar de acuerdo a su diseño realizado en el software CAD ya que cuenta con un extrusor posicionado en 3 brazos que se deslizan desde diferentes lados de la impresora 3D.

El funcionamiento mecánico de la impresora 3D delta, se realiza desde la movilidad tridimensional que sujeta el extrusor que se realiza a través de las poleas y correas, que son de mayor velocidad y facilitando su funcionamiento de impresión y con una calidad increíble al momento de evaluar las piezas con las tablas de ajustes y tolerancias de acuerdo a diferentes tipos de rangos.

Figura 2

Impresora 3D tipo delta



Fuente: Trilab, mercados online. <https://www.amazon.es/impresoras-3ddelta/s?ie=UTF8&page=1&rh=i%3Aaps%2Ck%3Aimpresoras%203d%20delta>

Nota: La imagen muestra los diferentes tipos de componentes de una impresora 3D.

Las impresoras 3D delta según sus diferentes características que se muestra en la figura 2, fueron creadas para aumentar una velocidad única de altos rango por una gran configuración triangular que es capaz de moverse tridimensionalmente, por estas características ya mencionada reciben el nombre de impresoras 3D de tipo Delta por su gran capacidad de obtener objetos de mayor calidad a un tiempo menor comparadas con las diferentes impresoras de otros tipos como por ejemplo las cartesianas que su tiempo de impresión es muy alto y de bajo rendimiento haciendo usos de diferentes tipos de filamentos.

Figura 3

Características de una impresora 3D de configuración Delta

Especificaciones
<ul style="list-style-type: none">• Volumen de impresión: \varnothing 200 x 300 mm.• Filamentos compatibles: PLA, PLA Flexible, madera, Nylon, HIPS y ABS (con cama caliente) de 1.75 mm.• Permite crear capas de 0.05 mm hasta 0.4 mm.• El rango de velocidad es excelente de 40 – 150 mm/s.• Brinda sistema de autonivelación.• Posee pantalla LCD full color.• Peso: 8 kg.• Tamaño: 600 x 320 x 320 mm.

Fuente: Mercados Online.

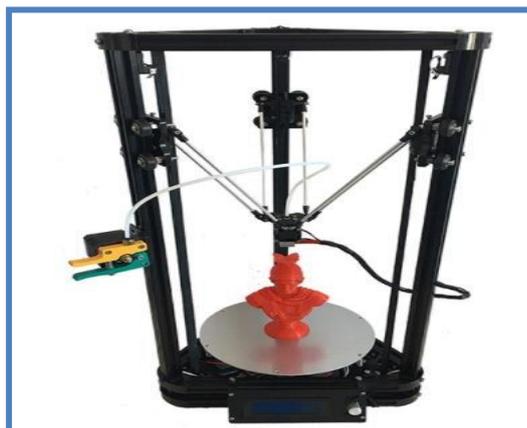
Nota: La imagen muestra las características de la impresora 3D de configuración delta modelo DY.

Loa grandes tipos de problemas que se puede encontrar en los diferentes tipos de impresoras 3D realizando una comparación entre las delta y cartesianas en la cual una es de mayor rendimiento y la otra es de menor rendimiento ocasionando un sin números de desperfectos provocando inconvenientes al momento de imprimir las piezas realizadas desde un ordenador digital por medio de un software CAD.

En los diferentes tipos de mercados que se puede encontrar via web, los grandes tipos de impresoras 3D, como se muestra en la Figura 4 que se obtiene o brinda una mayor ventaja en lo que es la velocidad de impresión.

Figura 4

Impresora 3D de configuración delta (realizando piezas 3D)



Fuente: Trilab, Mercado online.

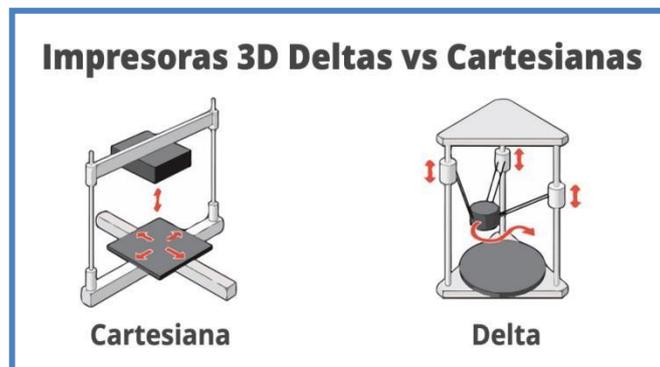
Nota: La imagen muestra la impresora 3D elaborando piezas en 3 dimensiones.

La impresoras 3D su gran ventajas es por la calidad que se puede mostrar en cada pieza impresa, con diferentes tipos de capacidad por sus grandes altos de estándares de calidad para imprimir con diferentes tipos de filamentos con un gran rendimiento de velocidad , con lo que se puede obtener un gran resultado de impresión asegurando la calidad de cada pieza elaborada y calificada de acuerdo a los parámetros de las tablas de ajustes y tolerancias, por ello su gran uso es por ambientes donde se encuentre con grandes profesionales calificados.

Por otro lados también se puede encontrar con diferentes inconvenientes entras las impresora 3D de tipo delta con las cartesianas, como se muestra en la Figura 5 que son comparadas de acuerdo a su rendimiento y calidad de cada pieza elabora por un ordenador digital.

Figura 5

Diferencia entre impresora 3D Delta VS Cartesiana



Fuente: Lucia de la cruz. https://filament2print.com/es/blog/158_impresoras-3d-delta.html

Nota: La imagen muestra las diferencias en relación entre impresora 3D delta vs Cartesiana.

Hoy en día la impresora 3D , es de gran desarrollo para el mundo como se muestra en la Tabla 1 con un sinfín de alternativas que nos facilitan realizar diseño a través de un ordenador digital por medio de un software CAD, con lo cual nos agiliza el diseño y elaboración de impresión de cada pieza impresa, en la Tabla 2 se puede mostrar parámetros con las que se trabaja la impresora 3D de configuración delta, para luego realizar un sinfín de piezas producidas.

La impresora 3D es de gran ayuda ya que nos permite elaborar piezas muy complejas y con alta precisión que son realizadas tridimensionalmente que se mueve hacia arriba y abajo con diferentes tipos de filamentos para realizar producción instantánea de diferentes objetos.

Tabla 1
Tipos de impresoras 3D

TIPOS DE IMPRESORAS 3D			
Tipos	Descripción	Ventajas	Desventajas
1. Modelado por deposición fundida.	Permite crear objetos depositando capas de polímeros termoplásticos fundidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Rápida velocidad de impresión. • Posibilidad de crear piezas de uso final. • Amplia gama de materiales compatibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Líneas de capa visibles. • Menos detalle que otros métodos.
2. Estereolitografía - SLA.	Es una técnica muy precisa que produce un buen acabado superficial.	<ul style="list-style-type: none"> • Alta precisión. • Calidad de la superficie lisa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las piezas tienden a degradarse con la luz solar. • Bajas Propiedades mecánicas. • Requiere la eliminación del soporte mecánico.
3. Procesamiento digital de luz - DLP.	Es una técnica que permite moldes, ayudas visuales y prototipos.	<ul style="list-style-type: none"> • Alta precisión. • Calidad de superficie suave. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las piezas tienden a degradarse con la luz solar. • Bajas Propiedades mecánicas. • Eliminación del soporte mecánico.
4. Fusión por láser selectiva - SLM	Utiliza láseres de alta potencia para sinterizar selectivamente materiales plásticos en polvo.	<ul style="list-style-type: none"> • Ideal para geometrías complejas. • Producción de piezas en series pequeñas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor coste que la mayoría de las otras técnicas. • Resultado de superficie granulada y porosa.
5. Inyección de material - MJ	Se utiliza para la creación de prototipos y moldes de fundición.	<ul style="list-style-type: none"> • Permite la creación de prototipos a todo color. • Excelente calidad superficial. • Gran precisión. • Buen nivel de detalle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajas Propiedades de los materiales. • Trabaja con una gama limitada de materiales.
6. Inyección de aglutinante - BJ	Permite la creación de prototipos a todo color y fundición de patrones.	<ul style="list-style-type: none"> • Permite la producción de modelos a todo color. • Buena calidad superficial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece propiedades mecánicas limitadas. • Las piezas tienden a ser frágiles y quebradizas.

Fuente: Tecnologías BCN3D. <https://www.bcn3d.com/es/tipos-de-impresoras-3d-y-tecnicas-de-impresion-una-rapida-vision-en-conjunto/>

NOTA: La Tabla 1 nos muestra como elegir los diferentes tipos de impresora de acuerdo a los objetos a elaborar, haciendo usos de diferentes métodos de impresión, como por ejemplo: el volumen, el tamaño, etc.

Tabla 2*Parámetros de impresión*

PARAMETROS DE IMPRESIÓN	
1. Altura de capa.	Se trabaja con parámetros elaborados por su geometría en planos x, y, z.
2. Velocidad de impresión.	La velocidad depende de cada tipo de material a imprimir de acuerdo a su tamaño e incremento de cada máquina.
3. Temperatura.	En esta sección de parámetro depende del tipo de material a utilizar.
4. Calidad de la pieza.	La calidad de pieza se realiza su calificación de acuerdo a una tabla de rangos de ajustes y tolerancia para hallar

Fuente: Tecnología 3D Print. <https://3dprint.pe/introduccion-a-la-tecnologia-fff-y-sus-parametros-mas-importantes/>

NOTA: La Tabla 2 muestra los parámetros de impresión a tener en cuenta cuando se está realizando la producción de piezas 3D.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El tipo de Investigación fue aplicada, debido a que se utilizó el conocimiento científico y medios como metodologías y tecnologías que logro determinar una solución fundamentada a la problemática a tratar (RENACYT, 2018).

Diseño de Investigación:

El diseño de investigación fue Explicativa Pre Experimental Descriptiva sirven para aproximarse al fenómeno que se estudia, administrando un tratamiento o estímulo a un grupo para generar hipótesis y después medir una o más variables para observar sus efectos (Campbell, 2018).

3.2. Variables y Operacionalización:

VARIABLE INDEPENDIENTE: EL rediseño de una impresora 3D de configuración delta modelo DY.

Definición conceptual: “El rediseño de la impresora 3D de configuración delta, se basara en tener una estructura más resistente que cuente con una capacidad máxima de un sistema en el cual será sometido a un análisis en el sistema para identificar su rigidez y estabilidad” (Sandoval, 2018).

Definición operacional: Proporciona el nivel de seguridad y de confiabilidad del elemento sujeto a cargas y que garantiza su rigidez y estabilidad del sistema estructural de la impresora 3D.

Indicadores: las causas y cifras de interrupción de la estructura de la impresora 3D. Minimizar las vibraciones mecánicas (adim). Minimizar las pérdidas de pasos hacia los motores de paso a paso (adim). Reducir los juegos por disturbios mecánicos (mm).

Escala de medición: Se utilizó la escala de razón debido a que los valores fueron de una sola cifra numérica.

VARIABLE DEPENDIENTE. El rendimiento y la calidad de las piezas impresas.

Definición Conceptual: “El rendimiento se define como incremento de velocidad al tener más piezas impresas en condición con las características y cualidades con las cuales se configura la impresora 3D para un óptimo trabajo” (Pérez, 2016).

Definición Operacional: Se realiza pruebas de impresión y se da una calificación para calidad de las piezas impresas de acuerdo al cuadro de ajustes y tolerancias en condición del tiempo.

Indicadores: las causas y cifras de interrupción que disminuye su rendimiento y estas son visualizadas en la impresión de las piezas 3D. Cantidad de material que deposita por unidad de tiempo se medirá en (Kg/s). Velocidad de impresión se medirá en (mm/s). Tolerancias y diseño se medirá en (mm).

Escala de medición: Escala de razón debido a que los valores fueron de una sola cifra numérica.

3.3. Población, muestra y muestreo:

Población:

Las impresoras 3D de configuración delta modelo DY ubicadas en la ciudad de Trujillo.

Muestra:

La impresora 3D de configuración delta modelo DY.

Muestreo:

Según Hernández et al, (2016), dice que el tipo de muestreo no probabilístico dependió de las características del proyecto de investigación, por ende, el tipo de muestreo de la investigación es no probabilística por conveniencia debido a que la muestra se seleccionó por dos motivos: uno por la disposición de la información y dos por el apoyo brindado por el mercado de impresoras 3D mediante fichas técnicas y especificaciones del fabricante.

Unidad de análisis:

La impresora 3D de configuración delta modelo DY.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

En la Tabla 3 se muestra la recolección de datos.

Tabla 3

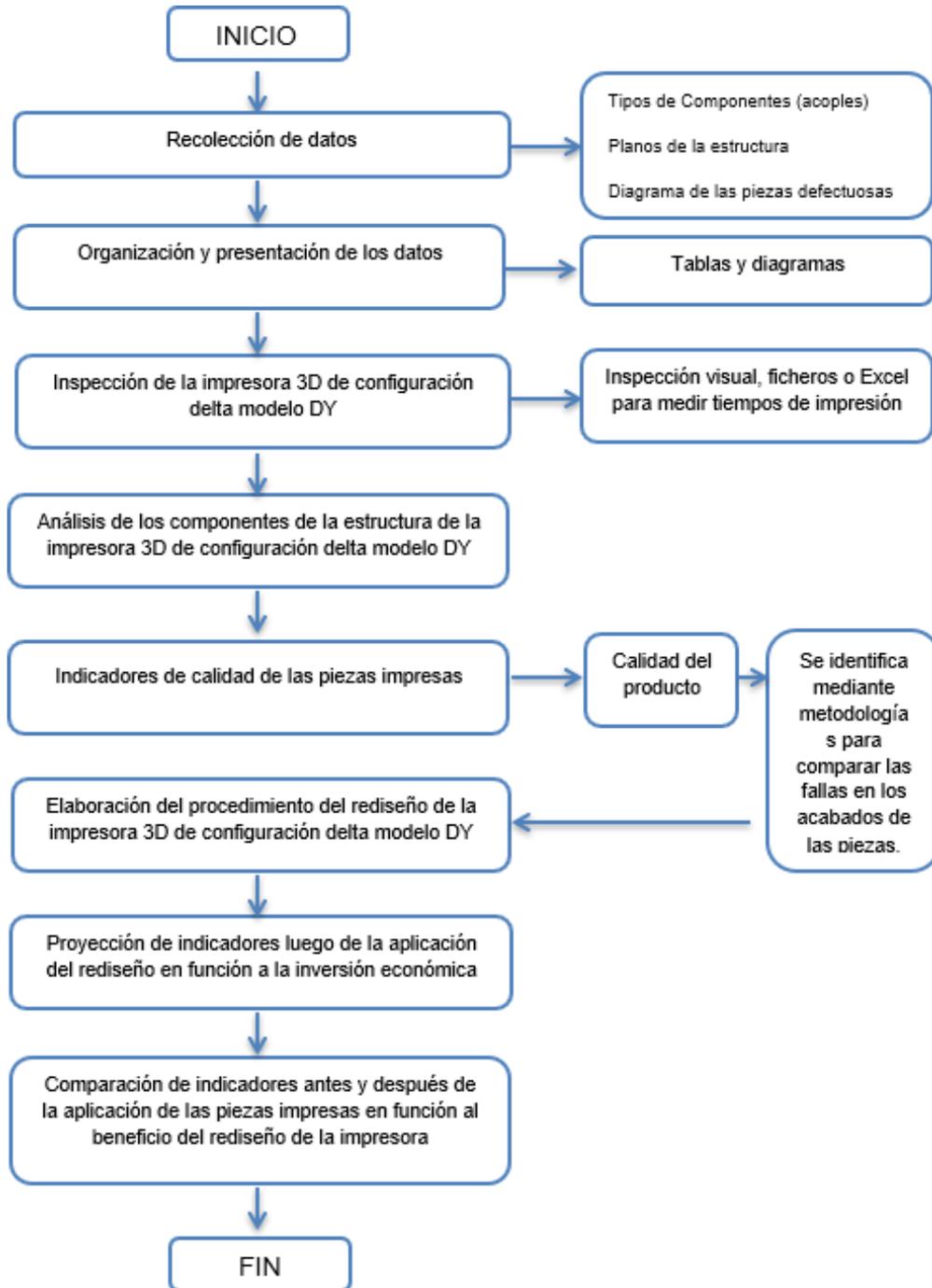
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

TÉCNICA	INSTRUMENTO	VALIDACIÓN
<p>Observación:</p> <p>Esta técnica nos permitió verificar mediante la técnica de la observación puntos débiles como es la deformación de la estructura al momento de realizar su trabajo de imprimir piezas en 3 dimensiones, por lo cual se aplicó una instrumentación para medir la resistencia de la estructura con el nuevo rediseño de la impresora 3D de configuración delta modelo DY.</p>	<p>Guía de observación de campo:</p> <p>En esta guía se detalló los datos obtenidos en la inspección visual de la impresora 3D de configuración delta modelo DY.</p>	Por especialista
<p>Análisis documental:</p> <p>Esta técnica nos permitió obtener información del mercado de impresoras 3D modelo dy, mediante fichas técnicas y especificaciones brindadas por el fabricante.</p>	<p>Ficha de registro:</p> <p>En esta ficha se registraron los datos necesarios para la investigación, obtenidos de las fichas técnicas, guía proporcionados por el Fabricante.</p>	Por especialista

3.5. Procedimientos: Diagrama de flujo para la recolección de la información en la Figura 6.

Figura 6

Diagrama de flujo de procedimientos de la investigación



Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos:

Los datos de los indicadores de calidad y velocidad de la impresión 3D serán obtenidos mediante pruebas que se ejercerán en los soportes y estructura de la impresora 3D y esto se determinará visualizando en la calidad de la impresión, por ello, estas serán comparadas con fichas técnicas y especificaciones brindadas por el fabricante.

Los datos del rediseño de la nueva estructura de la impresora 3D de configuración delta modelo DY fueron diseñados mediante un Software (Solidworks) para obtener la resistencia de la estructura, cuyos resultados se van insertando en un archivo Excel.

3.7. Aspectos éticos:

La presente investigación se realizó con datos fidedignos, que han sido tomados de fuentes confiables, indicando el autor y garantizando que no haya plagio por parte de los autores del presente estudio. Además, la recopilación de información para los antecedentes y marco teórico se obtuvo de libros, revistas, artículos y proyectos de pregrado. Todo lo que no es autoría de los autores fueron referenciado para evitar el plagio.

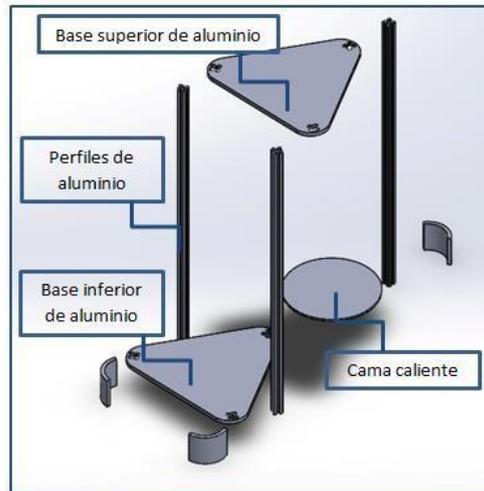
IV. RESULTADOS.

4.1. Analizar mediante elemento finitos la estructura mecánica de la impresora 3D delta DY para obtener los valores de fuerzas reactivas, tensiones de von mises, desplazamiento y factor de seguridad:

En la Figura 7 se muestra una vista explosionada de la estructura mecánica de la impresora 3D objeto de estudio en esta investigación y en la Tabla 4 sus principales características según el fabricante.

Figura 7

Vista explosionada de la parte estructural mecánica de la impresora como unidad de análisis de esta investigación



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Características principales de la impresora 3D de configuración delta de modelo DY (data del fabricante)

CARACTERÍSTICAS DE LA IMPRESORA 3D DE CONFIGURACION DELTA MODELO DY	
TIPO	DY
MODELO	DELTA
MATERIAL	ALEACION DE ALUMINIO
VELOCIDAD DE IMPRESIÓN	40 mm/s
MATERIALES SOPORTADOS	PLA

VOLUMEN DE IMPRESION	180 mm diámetro x 445mm
----------------------	-------------------------

En la Figura 8 se muestra los ajustes y tolerancias para cada una de las dieciséis calidades en condición de dimensiones nominales entre 0 y 500 mm de diámetro, de este modo, se describen los siguientes grupos principales de calidades:

- 1. Calibre y piezas de gran y de ultra precisión:** Para los ejes su rango varían desde 01 a 3 de calidad, en cambio para los agujeros de las piezas es de 01 a 4 de calidad.
- 2. Piezas o elementos destinados a ajustar:** Para los ejes su rango varían de 4 a 11 de calidad, en cambio para agujeros de las piezas es de 5 a 11.
- 3. Piezas o elementos que no han de ajustar:** Se define como calidades superiores

Figura 8
Cuadro de ajuste y tolerancias

Grupos de Diámetros (mm)	CALIDADES																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
$d \leq 3$	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
$3 < d \leq 6$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
$6 < d \leq 10$	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
$10 < d \leq 18$	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
$18 < d \leq 30$	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
$30 < d \leq 50$	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
$50 < d \leq 80$	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
$80 < d \leq 120$	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
$120 < d \leq 180$	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
$180 < d \leq 250$	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
$250 < d \leq 315$	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
$315 < d \leq 400$	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
$400 < d \leq 500$	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000
	Ultrapre- cisión		Calibre y piezas de gran precisión			Piezas o elementos destinados a ajustar						Piezas o elementos que no han de ajustar						

Fuente: Ingeniería, consultoría y formación.

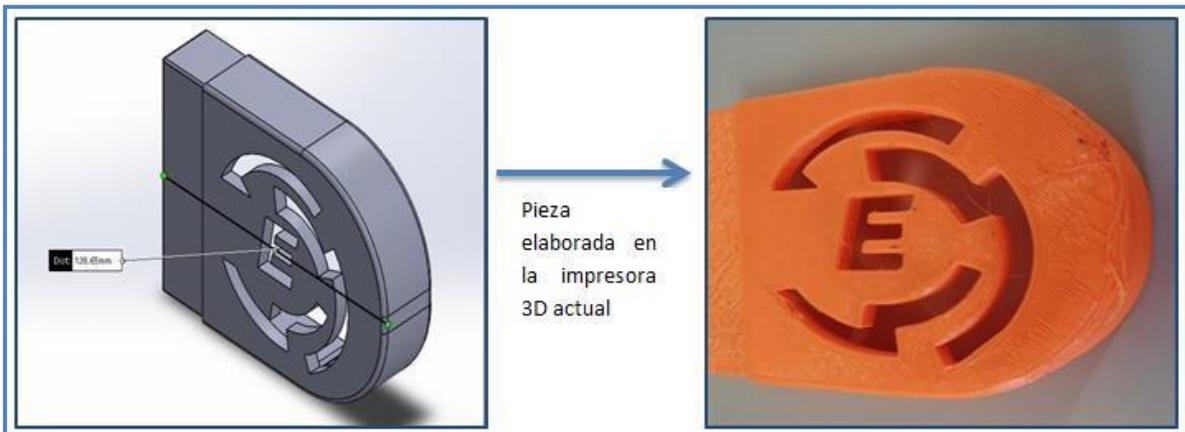
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn19.html>

Nota: En la Figura 8 se muestran los valores en micras (um) para cada una de las dieciséis calidades según el diámetro (mm) de las piezas.

Para la aplicación de la Figura 8 se realizó el siguiente ejemplo que se muestra en la Figura 9 de una pieza impresa elaborada con la impresora 3D de configuración delta modelo DY actual observando los errores de impresión al momento de evaluar su calidad y apreciación de la pieza impresa, que tiene 128mm de diámetro que su rango de agujeros no es lo correcto, porque no se encuentra en su parámetro según la tabla que varía de 5 a 11 % de calidad definiendo que la pieza está destinado a un ajuste.

Figura 9

Pieza elaborada en la impresora 3D de configuración delta modelo DY actual.

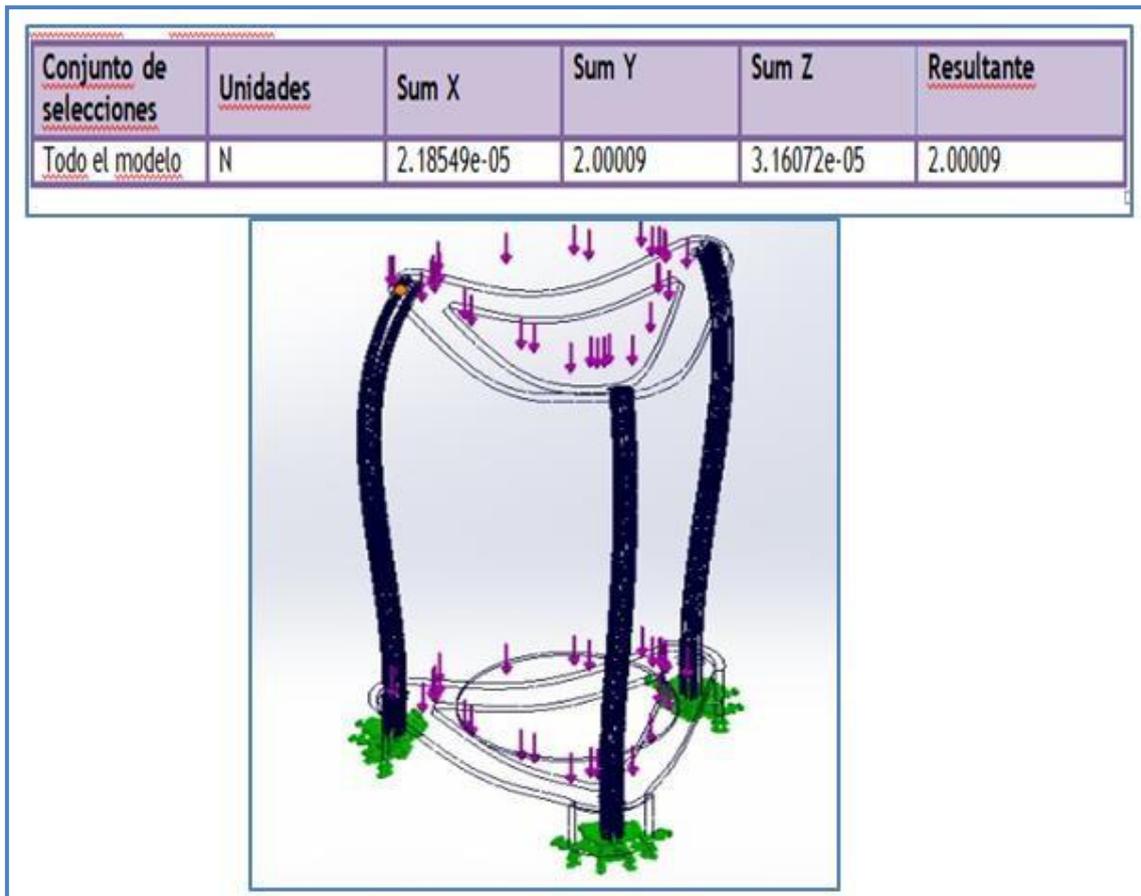


Fuente: Elaboración propia

Se realizó un análisis estático de fuerzas reactivas del sistema estructural realizado mediante el software Solidworks se obtuvo los siguientes resultados de la impresora 3D de configuración delta modelo DY.

1. **Fuerzas reactivas:** En la Figura 10 se muestra los análisis obtenidos del software solidworks de fuerzas reactivas de la impresora 3D.

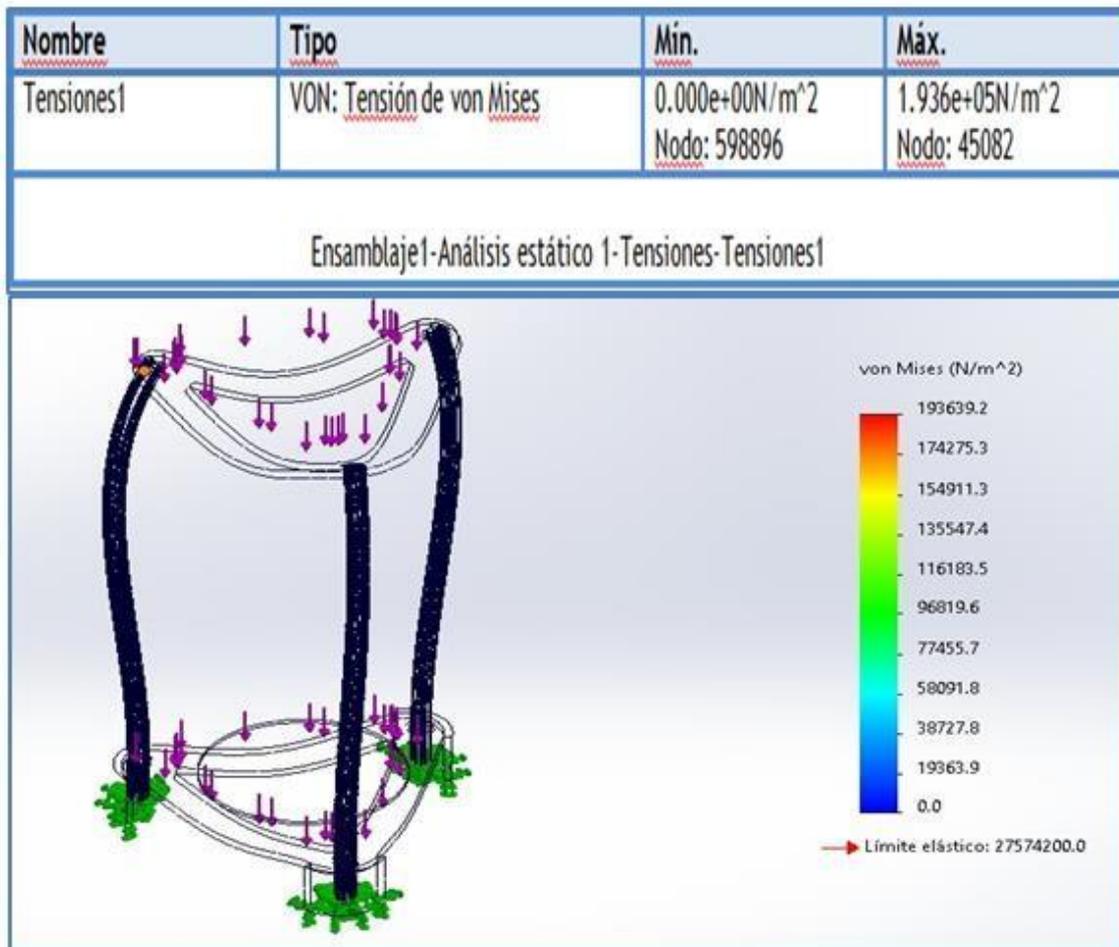
Figura 10
Análisis de fuerzas reactivas.



Fuente: Elaboración propia.

2. Se logró obtener un análisis de elemento finitos con el software Solidwork:
 1. **Von mises:** En la Figura 11 se muestra el análisis realizado de tensión de von mises, según el grafico, el color rojo indica el esfuerzo máximo y el color azul indica el esfuerzo mínimo.

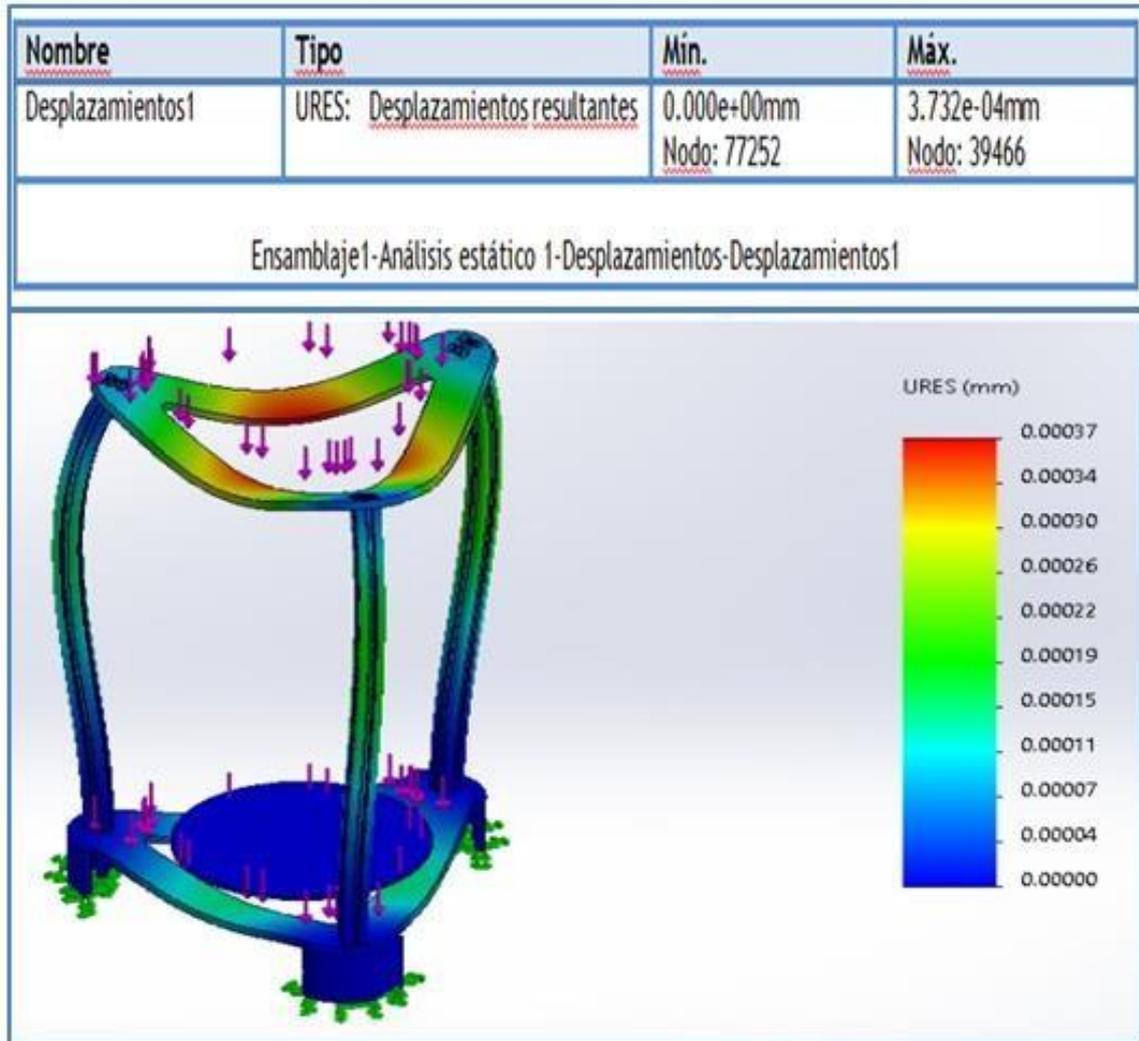
Figura 11
Tensiones de Von Mises



Fuente: Elaboración propia

2. **Desplazamiento:** En la Figura 12 se muestra el resultado de las deformación o desplazamiento de la estructura de la impresora 3D, donde el color rojo indica la fuerza máxima de la tensión del objeto donde se realiza un desplazamiento resultante en las tres coordenadas (x, y, z) y el color azul indica la fuerza mínima de la tensión del objeto.

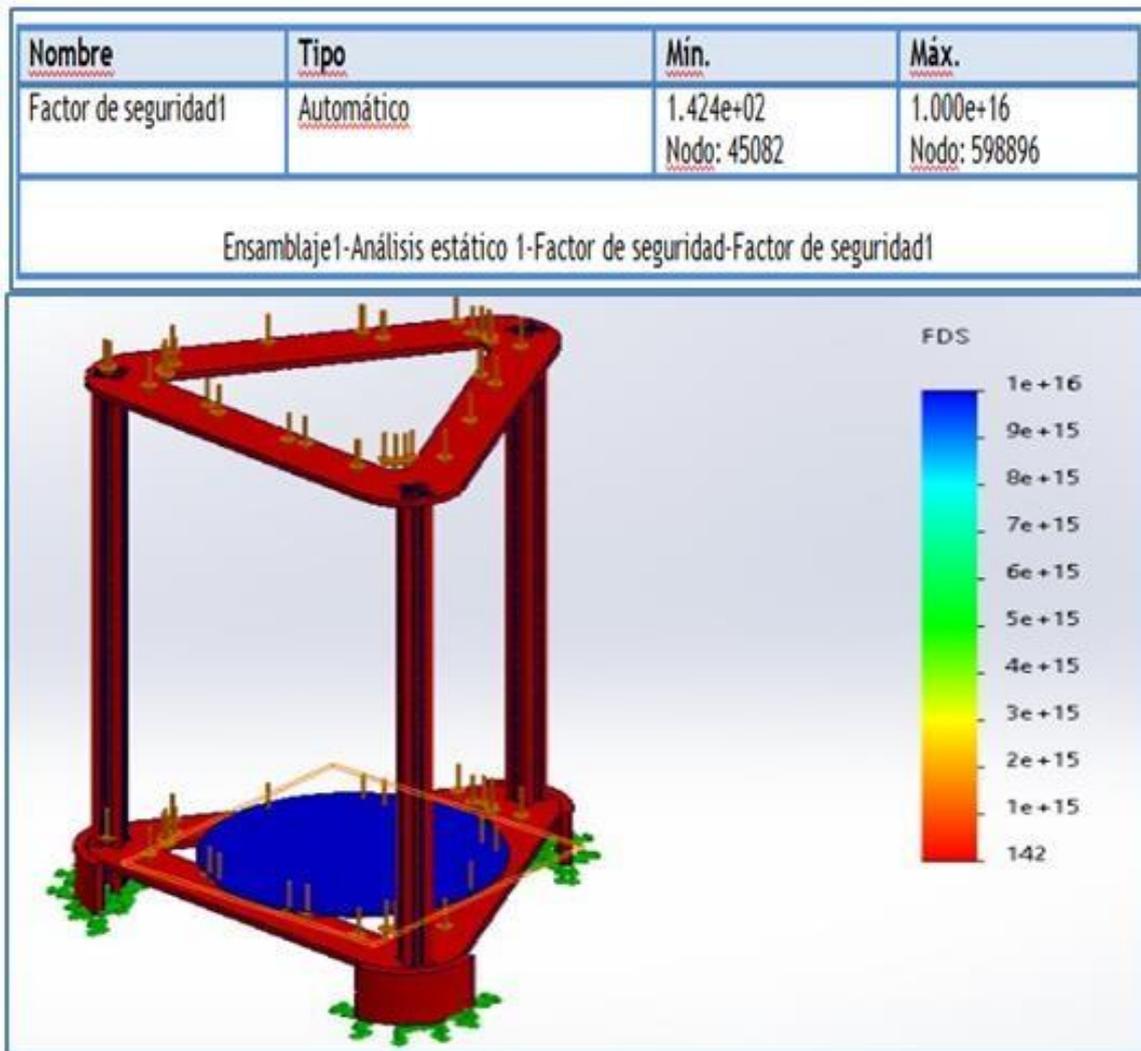
Figura 12
Desplazamiento de la estructura



Fuente: Elaboración propia

- Factor de seguridad:** En la Figura 13 se muestra los factores de seguridad, donde quiere decir que cuando se encuentra un factor de seguridad inferior que 1.0 quiere decir que el elemento no es seguro, y cuando es superior a 1.0 quiere decir que el elemento está en muy buenas condiciones.

Figura 13
Factor de seguridad



Fuente: Elaboración propia

Una vez determinada los esfuerzos y deformaciones estructurales, se realizó un análisis de impresión para saber las causas que limitan el rendimiento y calidad de las piezas impresas, obteniendo los siguientes resultados:

- 1. Ensamblaje defectuoso:** En la Figura 14 se muestra los componentes de la parte mecánica de la impresora 3D de configuración delta modelo DY, para iniciar las prueba de impresión obteniendo como resultados que no permite un acoplamiento estable y robusto de las diferentes partes

mecánicas, así como de los componentes de transmisión de energía mecánica.

Figura 14

Impresora 3D de configuración delta modelo DY



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 15 se muestra las fallas en las correas causado por las vibraciones mecánicas de la impresora 3D haciendo que la faja se saliera constantemente de su ubicación provocando una interrupción de impresión en su producción de piezas elaboradas causando una disminución de su velocidad de impresión afectando su rendimiento y esto se ve reflejado en la calidad de las piezas impresas.

Figura 15

Visualización de las correas de la impresora 3D de configuración delta modelo DY



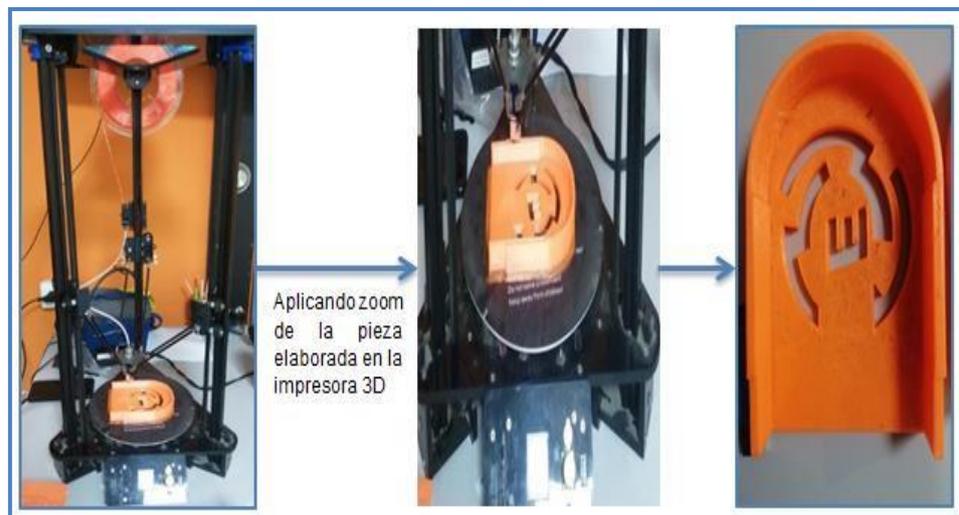
Fuente: Elaboración propia

2. **Elaboración de piezas impresas:** En la Figura 16 se muestra las pruebas de impresión de piezas 3D realizadas, obteniendo como resultados los siguientes defectos:

1. **Salto de capa:** Se observa cuando hay un salto de capas en la impresión ocasionando deformación de las piezas impresas.
2. **Agujeros:** Es un problema común que se ocasiona por la suciedad de las resinas de la impresora 3D ocasionando un desperfecto de calidad.
3. **Deformación de la pieza impresa:** Es un problema común cuando se realiza a una impresión con interrupciones por la velocidad que es causada por las vibraciones mecánicas de la impresora 3D.

Figura 16

Elaboración de piezas en 3D



Fuente: Elaboración propia

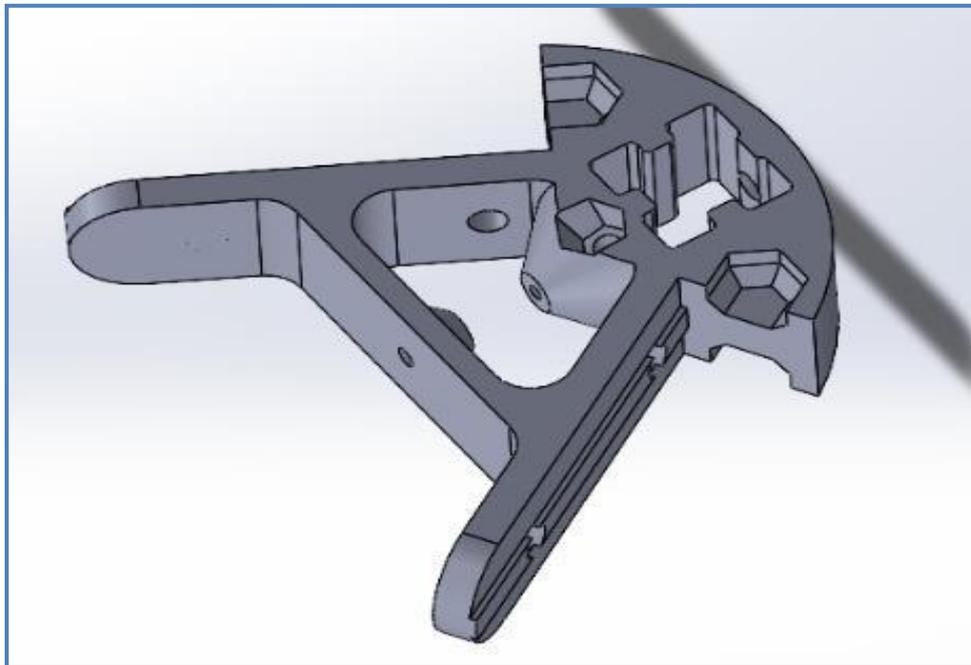
4.2. Determinar las piezas y acoples a integrar en la estructura de la impresora 3D a fin de mejorar los resultados del análisis de elementos finitos:

Determinamos los siguientes cambios a integrar en la estructura de la impresora 3D después de haber realizado un análisis de elementos finitos de la impresora 3D actual:

- 1. Acople superior:** En la Figura 17 se muestra el nuevo diseño a integrar de acople superior de la impresora 3D.

Figura 17

Acople superior de la impresora 3D a integrar

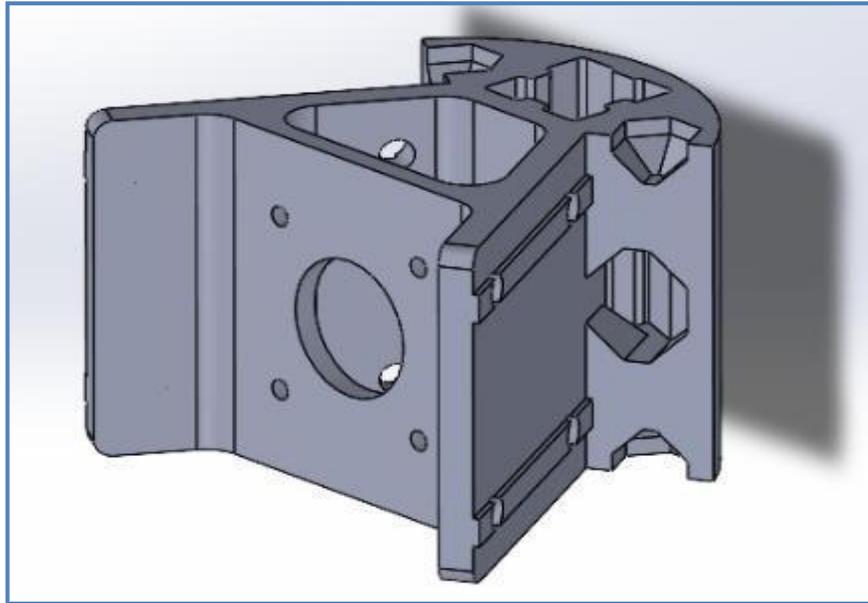


Fuente: Elaboración propia

- 2. Acople inferior:** En la Figura 18 se muestra el nuevo diseño a integrar del acople inferior de la impresora 3D.

Figura 18

Acople inferior de la impresora 3D a integrar

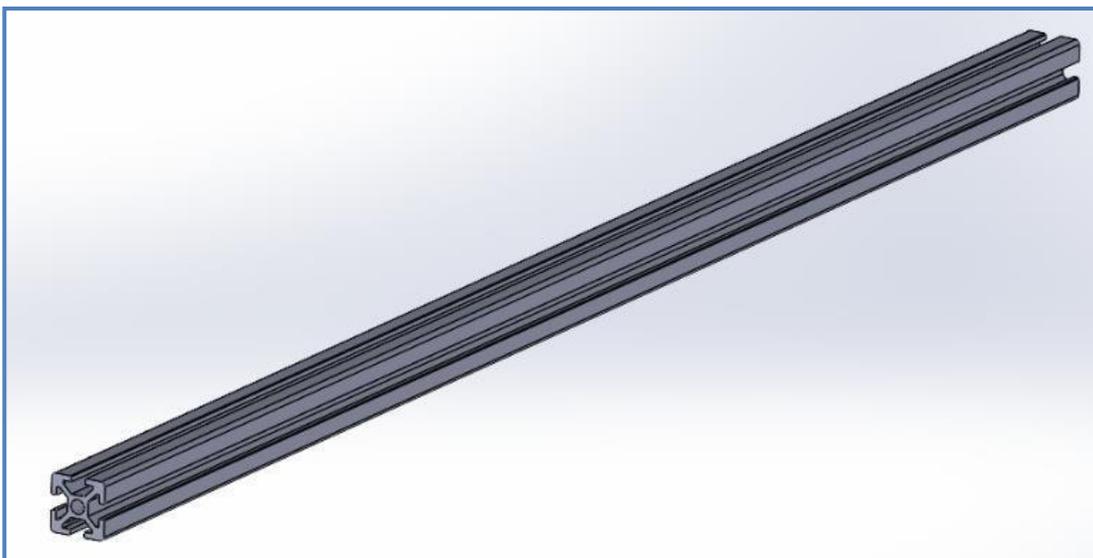


Fuente: Elaboración propia.

- 3. Perfiles de aluminio:** En la Figura 19 se muestra el nuevo diseño a integrar de los perfiles de aluminio de la impresora 3D.

Figura 19

Perfiles de aluminio de la impresora 3D a integrar

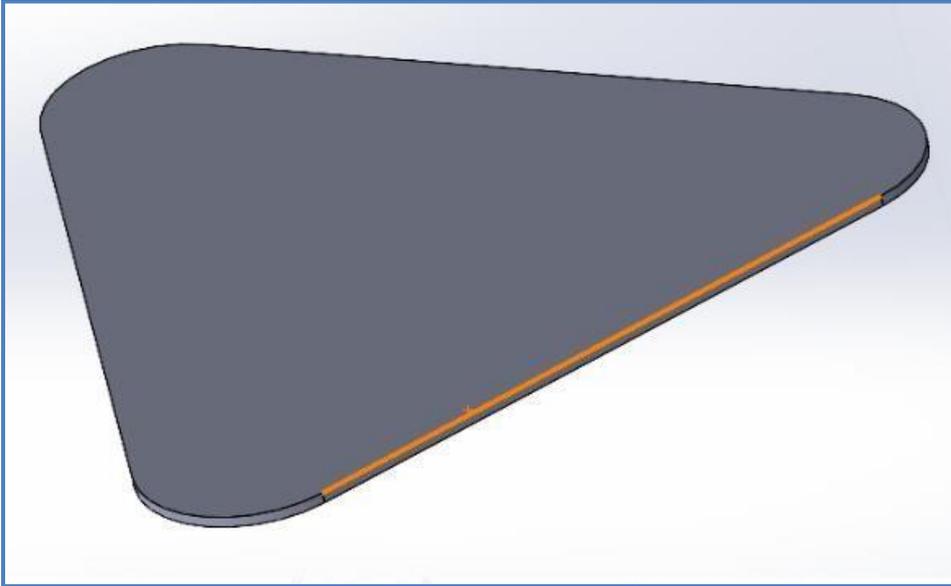


Fuente: Elaboración propia.

4. **Base inferior:** En la Figura 20 se muestra el nuevo diseño a integrar de la base inferior de la impresora 3D.

Figura 20

Base inferior de la impresora 3D a integrar



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Validar en virtual las modificaciones estructurales de la impresora 3D tal que se logre un mejor rendimiento y calidad de impresión:

Se generan posibles alternativas capaces de mejorar la configuración del diseño de la impresora 3D. El estudio de los conceptos alternativos de solución se realizó con base a un estudio previo realizado por (GAMARRA MIRANDA & PARRAGUEZ DE LA CRUZ, 2019) teniendo en consideración un sinfín de parámetros de diseño.

4.3.1. Generación de conceptos alternativos: Se generan posibles soluciones para incrementar su rendimiento y calidad de las piezas realizadas a través de la impresora 3D.

Configuración A: Este modelo es una versión de estructura usada en la impresora 3D de configuración delta rev 5VN.

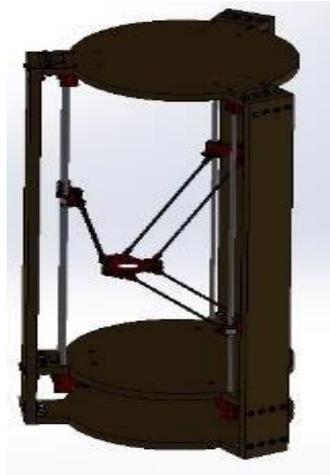
Sistema de estructura: En la Figura 21, se visualiza el diseño de su base la cual no es muy segura al momento de realizar una impresión de piezas en 3 dimensiones.

Ventajas: bajo costo, diseño simple, amplia área de impresión.

Desventajas: Los perfiles de la impresora 3D están conectados hacia una base superior de forma circular con poca estabilidad al realizar su operación de trabajo es por ello que este problema se visualiza en la calidad de la pieza impresa.

Figura 21

Sistema de la estructura de la impresora 3D de configuración delta



Fuente: Elaboración propia.

Configuración B: Este tipo de modelo es una versión de estructura asociada en la impresora 3D de configuración delta modelo DY.

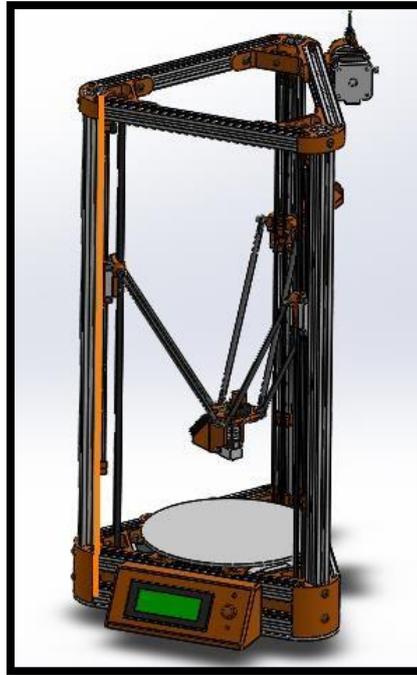
Sistema de estructura: En la Figura 22 se visualizó el diseño de su base que al momento de realizar su trabajo de impresión se puede asegurar una buena calidad de las piezas impresas en 3 dimensiones.

Ventajas: bajo costo, diseño simple, amplia área de impresión.

Desventajas: Los perfiles de la impresora 3D están conectados hacia una base superior de forma circular con poca estabilidad al realizar su operación de trabajo es por ello que este problema se visualiza en la calidad de la pieza impresa.

Figura 22

Sistema de la estructura de la impresora 3D de configuración delta



Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Selección de alternativa optima mediante matriz de criterios ponderados.

4.3.2.1. Análisis de alternativas para el sistema de la estructura.

Luego de una evaluación mediante el software SolidWordks se ha considerado una alternativa para el sistema de la estructura usados también en trabajos similares de configuración de diseño. Los criterios para la selección de alternativas serán los siguientes:

1. **Costo:** ahorrar en cuanto el precio comercial de un equipo similar.
2. **Montaje:** Se requiere que todos los acoples sean los adecuados con sus componentes correspondiente y garantice una buena seguridad y resistencia del sistema de la estructura de la impresora 3D.

3. **Estabilidad de la base:** La pieza a imprimir según los parámetros deben coincidir con el diseño en solidworks y no sufrir una variación de tolerancias, es por ello que no debe sufrir vibraciones para asegurar la calidad de la pieza impresa en 3D.

Usando la calificación de puntuación descrita en la Tabla 9, seleccionamos la mejor alternativa.

Tabla 5

Matriz de selección para sistema de la estructura de la impresora 3D.

Sistema De La Estructura	Configuración A			Configuración B	
	Ponderado (%)	Puntuación	Puntuación De Ponderado	Puntuación	Puntuación De Ponderado
Costo	35	4	1	5	1.5
Montaje	40	5	1.5	5	1.5
Estabilidad de la base	25	5	0.75	5	1.5
Total	100	14		15	

Fuente: Elaboración Propia

Los criterios a los cuales se les da un puntaje son:

5: Cumple en gran medida las expectativas del rediseño.

4: Aceptable de forma moderada.

3: Poco aceptable.

2: No cumple con los requerimientos necesarios.

1: Nada aceptable.

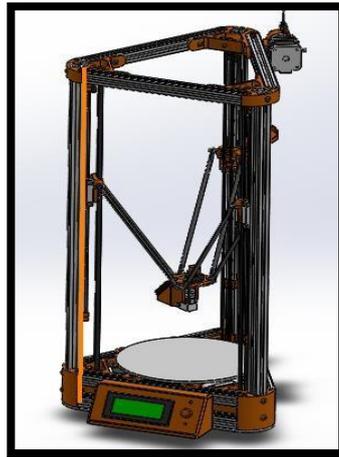
De la Tabla 9, se concluye que la configuración B reúne todas las características para una buena estructura adecuada. El costo es justificado por parámetros adecuados de diseño, la estabilidad que ofrece en la base de impresión, evitando vibraciones y desprendimiento del objeto que se imprime.

4.3.3. Diseño de la Estructura.

La función principal de la estructura es proporcionar buenos soportes adecuados a los componentes móviles y estáticos, En la Figura 23 se pudo visualizar componentes correctamente alineados.

Figura 23

Rediseño de la impresora 3D de modelo delta



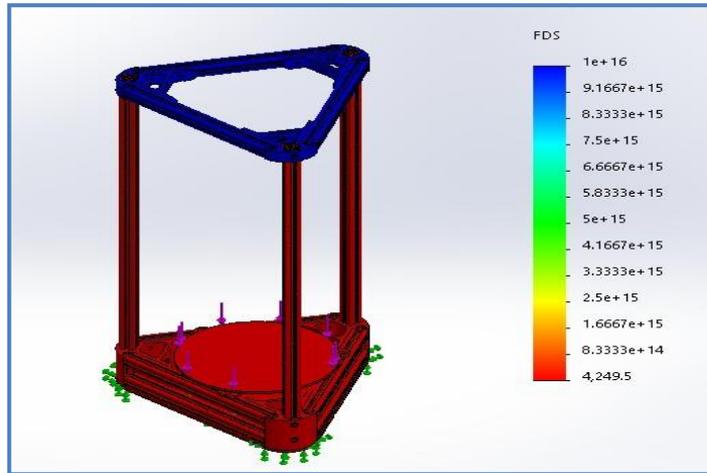
Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO EN SOLIDWORKKS

FACTOR DE SEGURIDAD

En el análisis estático realizado mediante el software Solidworks de la impresora 3D de configuración delta modelo DY, mostrado en la Figura 24 indica un factor de seguridad mínimo de 9, entonces con esa medida de seguridad, reducimos el riesgo de falla en los perfiles de aluminio, soportes y acoples de la impresora 3D de configuración delta modelo DY siendo más seguros comparado con la impresora actual.

Figura 24
Factor de seguridad de la estructura

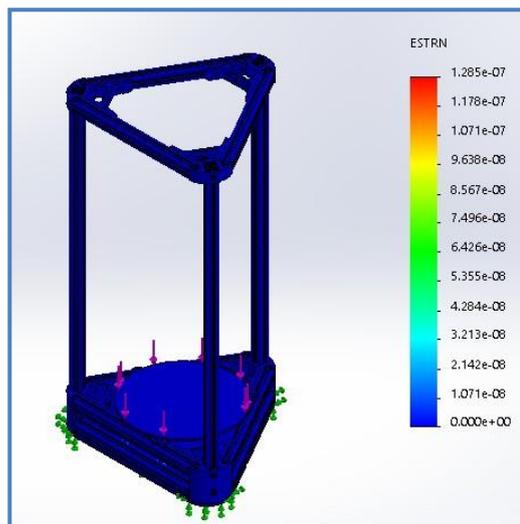


Fuente: Elaboración propia

DEFORMACION O DESPLAZAMIENTO

Al realizar el análisis de desplazamientos mostrado en la Figura 25, se obtuvo un desplazamiento máximo de 1.28, siendo un valor adecuado capaz de soportar grandes cargas que se estimaron sin deformarse.

Figura 25
Deformaciones o desplazamiento de la estructura



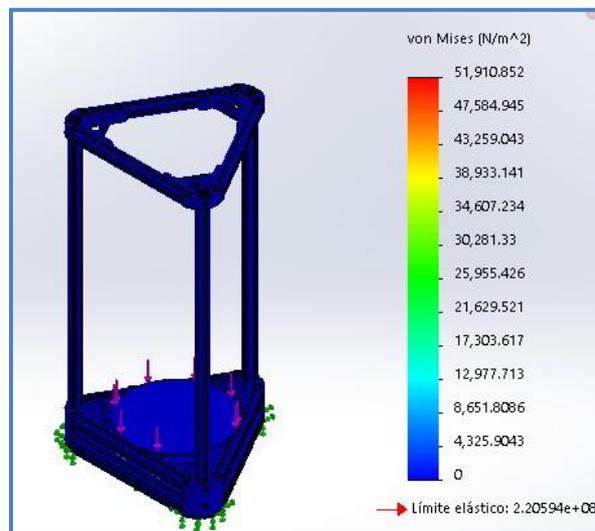
Fuente: Elaboración propia

ESFUERZOS DE VON MISES

De acuerdo al esfuerzo de von mises mostrado en la Figura 26 y realizado mediante el software Solidworks, nos indica 51 MPa siendo menor que el límite de fluencia del material, para predecir como reaccionaria un producto ante las fuerzas, vibraciones mecánicas y el calor o el flujo de fluidos.

Figura 26

Esfuerzos de von mises de la estructura

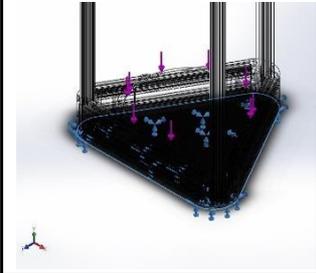


Fuente: Elaboración propia

CARGAS Y SUJECIONES DE LA ESTRUCTURA

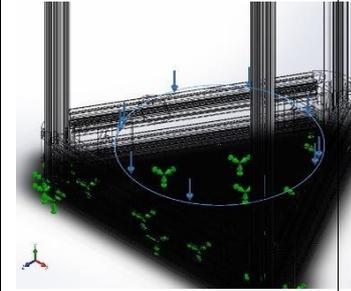
Al realizar el análisis de cargas y sujeciones de la estructura de la impresora 3D de configuración delta modelo DY mostrado en las siguientes Tablas: Tabla 10, Tabla 11 y en la Tabla 12, logrando obtener la fuerza de reacción en los 3 ejes de la impresora 3D: X= 9.51N; Y= 0.99 N y Z= 9,88 siendo su fuerza resultante de 0.999 N.

Tabla 6
Cargas y sujeciones de la estructura

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultantes					
Componentes		X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)		9.59134e-05	0.999787	9.88592e-05	0.999787
Momento de reacción(N.m)		0	0	0	0

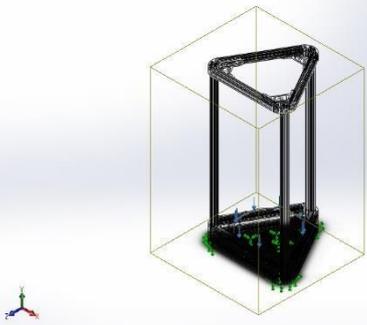
Fuente: Elaboración propia

Tabla 7
Cargas y sujeciones de la estructura

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 1 N		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8
Cargas y sujeciones de la estructura

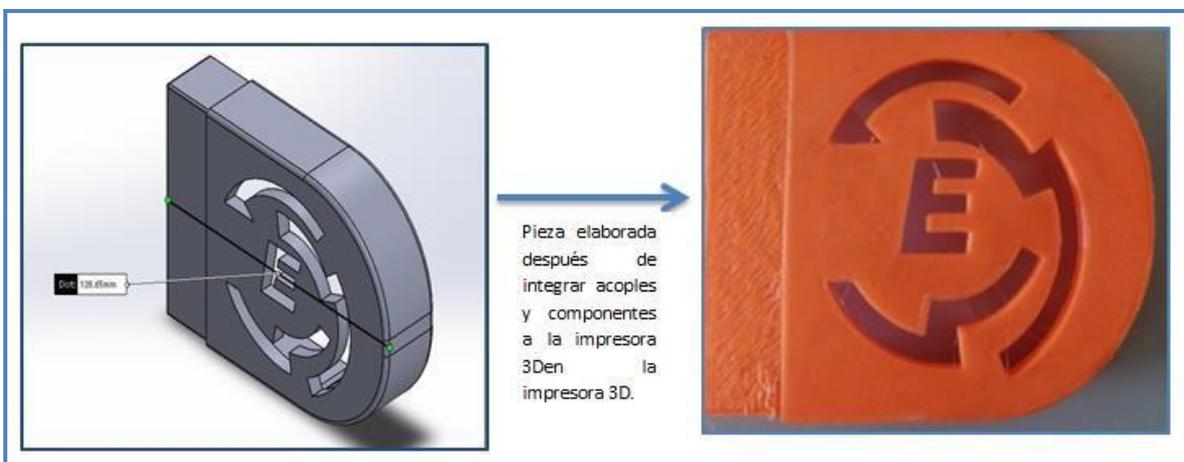
Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado compatible

Fuente: Elaboración propia

Una vez modificadas la problemática que presenta esta impresora 3D de configuración delta modelo DY y realizando un nuevo rediseño con las piezas o componentes a integrar en la parte estructural a fin de mejorar los resultados de calidad de impresión e incrementando el rendimiento en condición con el tiempo de impresión de cada pieza fabricada en 3D, se muestra en la Figura 27 una calidad de impresión adecuada y evaluada de acuerdo a la tabla de ajustes y tolerancias comparando los resultados con la Figura 9.

Figura 27

Pieza elaborada después de los acoples o componentes integrados en la parte estructural de la impresora 3D.



Fuente: Elaboración propia

4.4. Estimar el presupuesto económico del rediseño de la impresora 3D de configuración delta modelo DY.

Los costos de inversión para el rediseño de la impresora 3D de configuración delta modelo DY, están basados en precios reales obtenidos de cotización de páginas web, empresas dedicadas a la comercialización de productos a la impresión 3D. Los datos se muestran en la Tabla 13.

Tabla 9
Costo de inversión

INVERSION TOTAL PARA EL REDISEÑO DE LA IMPRESORA 3D DE CONFIGURACION DELTA MODELO DY				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/)	SUB TOTAL
1	Recursos Humanos Técnico	1	200	200
2	Equipos y bienes duraderos Laptop para uso de solidwork y ultimaker cura	1	1500	1500
	Boquilla	3	6	18
	Escritorio	1	150	150
	Silla	2	20	40
3	Materiales e Insumos Angulo de aluminio	3	15	45
	Eje lizo de acero	3	5	15
	Acople	3	5	15
	Tornillería	3	5	15
	Filamentos	2	60	120
4	Gastos Operativos Consumo de energía	1	60	60
	Servicios de Internet	1	50	50
TOTAL (S/)				1928

Fuente: Elaboración propia

El costo total del rediseño de la impresora 3D de configuración delta modelo DY se estimó en S/ 1928 soles.

Al ser una impresora de uso particular que se utiliza para imprimir piezas, prototipos y diseños realizados para diversos usos, Los costos de inversión para el rediseño de la impresora 3D de configuración delta

modelo DY será obtenido mediante un préstamo realizar al banco que se recuperará por la ganancia que labore imprimiendo piezas en 3 dimensiones.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación resultaron validos usando el software solidwordks logrando comprobar deformación, desplazamiento y vibraciones mecánicas en la estructura de la impresora 3D de configuración delta modelo DY, esto confirma lo expresado en cada uno de los hallazgos de los trabajos de investigaciones realizados por Soriano (2018); Huertas (2014); Hernández (2017); Avilés (2018); además de los hallazgos encontrados en los análisis de impresión de las piezas realizadas resultaron 3 defectos constantes: salto de capas, agujeros y deformaciones de las piezas impresas corroborado con otros trabajos de investigaciones realizado por Avilés (2018).

Se estuvo disputando entre los diseños que en las cuales se obtuvo información preliminar para que se puedan aplicar a nuestra tesis, con un dialogo con los especialistas en diseño de impresoras 3D, para evaluar y determinar un antes y un después del estado físico que se encuentra esta máquina de trabajo.

Sin embargo algunas descripciones técnicas se requieren de bastante información precisa ya que en el mercado de la tecnología de impresoras 3D suelen ser obtenidas mediante páginas que no son tan confiables comparando con la actualidad, podemos obtener bastante información a través de repositorios de otros investigadores que realizaron este mismo tipos de trabajo y logrando mejorar su proyecto de investigación.

La deformación de cada pieza realizada a través de la impresora 3D de configuración delta modelo DY se realizó por medio de pruebas brindando resultados óptimos para la evaluación de acuerdo a las tablas de tolerancia y ajustes, teniendo en cuenta que algunas piezas tenían agujeros.

Se comparó un antes y un después las vibraciones mecánicas variando la velocidad de impresión de dicha máquina de trabajo para mejorar y disminuir vibraciones de su estructura de la impresora 3D de configuración delta modelo DY, logrando obtener una mejor calidad en las piezas impresas y evitando que no sucedan imprevistos al momento de estar ejecutando su trabajo de impresión.

Respecto al segundo objetivo se determinó las piezas y acoples a integrar en el nuevo diseño de parte estructural de la impresora 3D con la finalidad de mejorar los resultados obtenidos de elemento finitos de la actual impresora, estos resultados son corroborados por Gamarra (2019) al investigar el Diseño de una impresora 3D para imprimir piezas con polímeros con volumen máximo de 30 cm x 30 cm x 30 cm para la Universidad Señor de Sipan se obtiene resultados similares al nuestro.

Se realizó un análisis de elementos finitos haciendo uso del software SolidWorks para así determinar las piezas a integrar en el nuevo diseño estructural, mejorando la calidad de las piezas, vibraciones mecánicas, la velocidad de impresión, etc. De las piezas impresas con el nuevo diseño estructural se ajustó con la información de las tolerancias y ajustes de impresiones 3D.

Se realizó un nuevo diseño estructural con las piezas que se determinó después de un análisis de elementos finitos, obteniendo virtualmente la nueva estructura dando mejores resultados en su ejecución de piezas a imprimir.

Se consideró integrar nuevos elementos al diseño estructural como los acoples superiores e inferiores que obtienen mayor estabilidad, dureza, etc. Además se integró perfiles de aluminio porque en el diseño anterior contaba con un perfil desgastado, frágil, no estable para su trabajo de impresión. También se integró una base inferior para disminuir las vibraciones mecánicas y así mejorando su estado físico de las piezas elaboradas.

Se analizó las versiones de la estructura que se iban mejorando durante el desarrollo del proyecto de investigación logrando obtener un diseño estructural de mayor consistencia, obteniendo piezas de mejor calidad de las cuales se evaluó con la tabla de ajustes y tolerancia para poder determinar una variación del antes, durante y después de la fabricación de las piezas impresas.

Respecto al tercer objetivo se realizó una validación virtual de las modificaciones estructurales mediante el software Solidworks obteniendo un mayor rendimiento y calidad en la impresión de las piezas elaboradas, este resultado se ve reflejado por Soriano (2017) al investigar el Diseño y construcción de una impresora 3D con microcontrolador ATMEGA para estudiantes de ingeniería en el desarrollo de la tecnología obteniendo resultados parecidos al de la presente investigación y concluyo que al modificar su estructura se obtiene un mayor rendimiento y esto se visualiza en la calidad de impresión.

A través del software solidwork se diseñó una nueva estructura, comparando el sistema de estructura, ventajas y desventajas según las configuraciones propuestas para el nuevo rediseño.

Se generó nuevos conceptos alternativos que fueron analizados en otras investigaciones con bases definidos a un estudio realizado, de las cuales fueron dos modelos de diferentes materiales para su ejecución en las piezas, logrando realizar una comparación de la estructural de modelos propuestos, se obtuvo piezas que ayudan a mejorar la estabilidad en la operación de trabajo.

Además se hizo una base de datos sobre los costos y presupuestos de acuerdo a las especificaciones técnicas obtenidas mediante libros y artículos que ejecutaron el proyecto.

De acuerdo al análisis por el software solidworks se demostró una diferencia entre modelos realizados virtualmente de las cuales, según el material especificados, fueron mejorando en su labor de impresión.

Ya realizado el nuevo diseño estructural se mejoró mediante el solidwork el análisis de elementos finitos obtenidos reajustados para que las piezas impresas sean de buena calidad.

A partir de los hallazgos encontrados en esta investigación a determinar el presupuesto del rediseño de la impresora 3D de configuración delta modelo DY es mucho menor en comparaciones al valor del mercado dichos resultados se ven respaldados por Gamarra (2019); que presento la tesis titulada Diseño de una impresora 3D para imprimir piezas con polímeros con volumen máximo de 30 cm x 30 cm x 30 cm para la Universidad Señor de Sipán, logrando un mayor ahorro en la adquisición de impresoras 3D para la Universidad.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que al analizar por el método de elementos finitos se pudo validar: fuerzas reactivas, tensiones de von mises, desplazamientos y por último el factor de seguridad de la estructura de la impresora 3D de configuración delta modelo DY, es decir cuando se realiza la producción de piezas en 3D existen vibración mecánicas haciendo que disminuya el rendimiento y calidad de las impresiones detectando 3 principales defectos al momento de apreciación de la pieza impresa como: Salto de capas, agujeros y deformaciones de las piezas impresas.

Así mismo en cuanto a la segunda conclusión que establece determinar las piezas y acoples a integrar en la parte estructural del nuevo diseño de la impresora 3D a fin de mejorarlos resultados del análisis de elementos finitos de la actual impresora 3D de configuración delta modelo DY.

Respecto al objetivo que menciona Validar en virtual las modificaciones estructurales de la impresora 3D, se generaron nuevos parámetros de fuerzas reactivas, tensiones de von mises, desplazamiento y factor de seguridad, es decir se obtuvieron nuevos rangos de diseño obteniendo un alto rendimiento de la impresora 3D de configuración delta modelo DY.

Finalmente se logró el último objetivo específico que establece Estimar el presupuesto económico del rediseño de la impresora 3D de configuración delta modelo DY siendo un valor de S/ 1928.00 siendo el costo menor que el valor comercial actual en el mercado, es decir se obtiene un ahorro del 50% de su valor actual.

VII. RECOMENDACIONES.

Se recomienda al fabricante realizar una inspección de calidad a su lote de impresoras 3D de configuración delta modelo DY con el fin de poder identificar el buen ensamblaje evitando posteriores defectos de las piezas impresas.

Se recomienda utilizar las piezas y acoples adecuados para lograr un buen ensamblado para no provocar deformaciones de las piezas impresas en 3D.

De los resultados realizados de validar en virtual las modificaciones estructurales de la impresora 3D de configuración delta modelo DY, se recomienda tener conocimiento del manejo del software Solidworks para lograr realizar fuerzas reactivas, tensiones de von misse, desplazamientos y factor de seguridad de la estructura de la impresora 3D.

REFERENCIAS.

- Avilés y Tello. (2018). Diseño y fabricación de una impresora 3D de cabezales intercambiables para la empresa jjr servicios generales SRL. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/33741/aviles_gj.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Amado. (2019). Diseño de una impresora 3D para la construcción de viviendas (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Borras. (2020). Propuesta de diseño para la reconstrucción de una impresora 3D (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/332512>
- Blanco. (2020). Estudio comparativo entre la obtención de piezas mediante impresoras 3D y su obtención mediante moldes u otros procesos de fabricación (Doctoral dissertation).
- Bell. (2015). Introduction to Delta 3D printers. In 3D Printing with Delta Printers (pp. 1-37). Apress, Berkeley, CA.
- Calderón. (2016). Diseño y Construcción de una Impresora 3D de Plástico (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2016). <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/5718>
- Carmona. (2016). Diseño y prototipado de extrusor para impresora 3D de alimentos.
- Chang. (2016). Diseño, modelación y simulación de un sistema de impresión 3d basado en sistemas de cadena cinemática cerrada con 4 grados de libertad tipo delta (Master's thesis, Quito, 2016.).
- Celi y Proaño. (2015). Study, design and construction of a 3D printer implemented through a delta robot. In 2015 Chilean Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON) (pp. 717-722). IEEE.

- Flores. (2016). Ventajas y desventajas de las impresoras 3D. Revista Tecnológica, 14(18), 30-34.
http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1729-75322016000100006&script=sci_arttext
- García. (2015). Diseño exterior para una impresora 3D de sobremesa (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Gamarra y Parraguez. (2019). Diseño de una impresora 3D para imprimir piezas con polímeros con volumen máximo de 30 cm x 30 cm x 30 cm para la universidad señor de sipán
- Huertas. (2014). Rediseño y fabricación de una impresora 3D RepRap (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
<https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/23219>
- HERNANDEZ. (2017). Implementación de un algoritmo de conversión cartesiana y segmentación de vectores para impresoras 3D en configuración Delta.
<http://imprimalia3d.com/recursosimpresion3d/implementaci-n-algoritmo-conversi-n-cartesiana-segmentaci-n-vectores-impresoras>.
- Jaramillo. (2019). Diseño de una impresora 3D de bajo costo para la escuela de Diseño de la PUCESI (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra).
- López y Leyva. (2014). Mejoramiento del diseño y ensamblado de una impresora en 3D.
<https://www.cenidet.edu.mx/subplan/biblio/seleccion/Tesis/MK%20Jos%E9%20Alejandro%20L%F3pez%20Leyva%202012.pdf>.
- Lianghua. (2020). Theoretical and Experimental Study on the Levelling and Printing Quality Control of Delta 3D Printer. In 2020 3rd International Conference on Electron Device and Mechanical Engineering (ICEDME) (pp. 555-558). IEEE.

- Magraner. (2015). Rediseño de una impresora 3D para elaboración de PCB (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/332512>
- Moncada y Velásquez. (2021). Diseño de un Sistema Integrado para la producción de filamento para impresora 3D de calidad comercial a partir de plástico reciclado. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/65027/Moncada_PJA-Velasquez_AMM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Madinaveitia. (2014). Diseño y construcción de una impresora 3D delta (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/134783/memoria-tfg-sandra-amado-soriano.pdf>.
- Martínez. (2015). Mejora del sistema de control para impresoras 3D.
- Muñiz. (2017). Caracterización de errores de fabricación en impresora 3D de bajo coste y rediseño de la misma para minimizar dichos errores.
- Parra. (2020). Diseño y fabricación de impresora 3D basada en robot paralelo tipo Delta–RoPar3D.
- Peña y Cañete. (2014). Diseño del prototipo de un kit de impresora 3D (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Plana. (2016). Estudio del comportamiento térmico del disipador de calor de un extrusor de impresora 3D (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Romero y Vaca. (2015). Construcción de una impresora 3D para la elaboración de objetos plásticos utilizando el método de modelado por deposición fundida (MDF) (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <http://imprimalia3d.com/recursosimpresion3d/construccion-una-impresora-3d-elaboracion-objetos-plasticos-utilizando-m-todo>
- Rehman y Khan. (2019). Delta 3D Printer: Metal Printing. *Journal of Electrical Engineering, Electronics, Control and Computer Science*, 5(3), 19-24.

- Rozsos y Tompa. (2020). Design and development of a linear delta 3d printer. *acta technica napocensis-series: applied mathematics, mechanics, and engineering*, 63(2).
- Soriano. (2017). Diseño y prototipado de una impresora 3d. https://repositori.urv.cat/estatic/TFM0011/ca_TFM254.html
- Sovaila. (2016). Delta 3D printer. *Journal of Industrial Design and Engineering Graphics*, 11(1), 29-34.
- Schmitt, y Netto. (2018). A comparative study of cartesian and delta 3D printers on producing PLA parts. *Materials Research*, 20, 883-886.
- Tapia. (2020). Evaluación de las propiedades de amortiguamiento de materiales fabricados por impresión 3D y reforzados con nanotubos y fibras de carbono. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/15674>.
- Vilca. (2015). Diseño y construcción de una impresora 3d con micro controlador atmega para estudiantes de ingeniería en el proceso de enseñanza y aprendizaje de desarrollo tecnológico. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/1312/TII%2000089%20V65.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vanegas y Velásquez. (2020). Diseño de una impresora 3D en América Latina: análisis de un caso de innovación frugal1. *La base de la pirámide y la innovación frugal en América Latina*, 409.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 10.

Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>EL rediseño de una impresora 3D de configuración delta modelo DY.</p>	<p>“El rediseño de la impresora 3D de configuración delta, se basara en tener una estructura más resistente que cuente con una capacidad máxima de un sistema en el cual será sometido a un análisis en el sistema para identificar su rigidez y estabilidad” (Sandoval, 2018).</p>	<p>Proporciona el nivel de seguridad y de confiabilidad del elemento sujeto a cargas y que garantiza su rigidez y estabilidad del sistema estructural de la impresora 3D.</p>	<p>(adim, mm)</p>	<p>De razón</p>
<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>El rendimiento y la calidad de las piezas impresas.</p>	<p>“El rendimiento se define como incremento de velocidad al tener más piezas impresas en condición con las características y cualidades con las cuales se configura la impresora 3D para un óptimo trabajo” (Pérez, 2016).</p>	<p>Se realiza pruebas de impresión y se da una calificación para calidad de las piezas impresas de acuerdo al cuadro de ajustes y tolerancias en condición del tiempo.</p>	<p>(kg/s; mm/s; mm)</p>	<p>De Razón</p>

FICHA TECNICA DE LA OBSERVACIÓN

Objetivo de la observación:

Conocer las causas que generan los fuera de servicios de la estructura y los malos acabados de las piezas impresas por la Impresora 3D.

Tamaño de la muestra:

Componentes de la estructura de la impresora 3D.

Técnica de recolección:

Observación directa.

Fecha de recolección de la información:

19/10/2022 al 25/10/2022

Diseño y realización:

Las guías de observación:

- **Guía de observación N°1:** Inspección visual de la estructura de la impresora 3D.
- **Guía de observación N°2:** Inspección visual (data) de las piezas impresas en sus acabados.

Fueron diseñadas por los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica eléctrica, León Cabanillas Wveiker Aníbal y Asmat Vigo Roger Kevin Arnold, con el objetivo de conocer cuáles son las causas que generan la mala resistencia de la estructura y los malos acabados de las piezas impresas por la Impresora 3D.

GUIA DE OBSERVACION N°1: INSPECCION VISUAL DE LA ESTRUCTURA DE LA IMPRESORA 3D.

DATOS GENERALES

Fecha: 21/10/2022

Hora: 04:00 pm

Estructura:

Responsables de observación: León Cabanillas, Wveiker Aníbal y Asmat Vigo Roger Kevin Arnold.

OBJETIVO DE LA OBSERVACION: Evaluar visualmente el mal estado de la estructura de la Impresora 3D para registrar el estado actual de los componentes de la estructura de la Impresora 3D.

COMPONENTE	CONFIABILIDAD			RESISTENCIA			VIBRACIONES			OBSERVACION
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Soporte	X			X					X	Soporte inadecuados que no corresponden a las medidas de los componentes.
Perfiles de aluminio		X			X				X	A mayor velocidad de impresión efectúa mayor vibración de la base con los perfiles de aluminio.
Base Triangular (Superior)	X			X					X	EL ensamblaje con los perfiles de aluminio no son adecuadas por un defecto de los acoples.
Base	X			X					X	EL ensamblaje con los perfiles

Triangular (Inferior)										de aluminio no son adecuadas por un defecto de los acoples.
Cama Caliente			X			X			X	El ensamblaje con la base no son las adecuadas y por ende arroja piezas mal elaboradas.

GUIA DE OBSERVACION N°2: INSPECCIÓN VISUAL (DATA) DE LAS PIEZAS IMPRESAS EN SUS ACABADOS.

DATOS GENERALES

Fecha: 21/10/2022

Hora: 06:00 PM

Estructura:

Responsables de observación: León Cabanillas, Wveiker Aníbal y Asmat Vigo Roger Kevin Arnold.

OBJETIVO DE LA OBSERVACION: Evaluar visualmente el mal estado de la estructura de la Impresora 3D para registrar el estado actual de los componentes de la estructura de la Impresora 3D.

N° PIEZAS ELABORADAS	ACABADO EFICIENTE			ACABADO DEFICIENTE			DEFECTOS DE LA PIEZA		OBSERVACION
	1	2	3	1	2	3	SI	NO	
1			X			X		X	La primera pieza a imprimir arrojó una perfecta impresión.
2		X			X		X		La segunda pieza arrojó con un salto de capas.
3	X			X			X		Al incrementar su velocidad, arrojaron piezas mal elaboradas
4	X			X			X		Al incrementar su velocidad, arrojaron piezas mal elaboradas
5	X			X			X		Al incrementar su velocidad,

									arrojaron piezas mal elaboradas
6	X			X			X		Al incrementar su velocidad, arrojaron piezas mal elaboradas
7	X			X			X		Al incrementar su velocidad, arrojaron piezas mal elaboradas
8	X			X			X		Al incrementar su velocidad, arrojaron piezas mal elaboradas
9	X						X		Al incrementar su velocidad, arrojaron piezas mal elaboradas
10	X			X			X		Al incrementar su velocidad, arrojaron piezas mal elaboradas

FICHA TÉCNICA DEL ANALISIS DOCUMENTAL

Objetivo de la observación:

Conocer sobre las características de resistencia de su estructura y planos de la impresora 3D.

Tamaño de la muestra:

Mercado de Ventas vía online de impresoras 3D.

Técnica de recolección:

Análisis documental de información.

Fecha de recolección de la información:

25/10/2022 al 29/10/2022

Diseño y realización:

La ficha de registro fue diseñada por los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica eléctrica, León Cabanillas Wveiker Aníbal y Asmat Vigo Roger Kevin Arnold, con el objetivo de conocer sobre las características de resistencia de su estructura y planos de la impresora 3D y conocer los indicadores de calidad de las piezas en el término de la impresión en la forma de sus acabados.

FICHA DE REGISTRO

DATOS GENERALES

Fecha: 27/10/2022

Hora: 04:30 PM

Responsables de observación: León Cabanillas, Wveiker Anibal y Asmat Vigo Roger Kevin Arnold.

Base de datos: Mercado de Ventas vía online de impresoras 3D.

OBJETIVO DE LA OBSERVACION: Registrar la información del análisis documental para el proyecto.

CARACTERISTICAS	REGISTRO
Cama de impresión circular	180 mm
Altura de los perfiles de aluminio	150 mm
Velocidad de impresión	40 mm/s
Temperatura de filamento	210°C
Diámetro de filamento	1.65 mm
Tipo de material	PLA
Formato de archivos	CAD, STL
Sistemas compatibles	Software Libre



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIXTO RICARDO PRADO GARDINI, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Rediseño de una Impresora 3D de Configuración Delta Modelo DY Para Incrementar su Rendimiento y Calidad de las Piezas Impresas", cuyos autores son ASMAT VIGO ROGER KEVIN ARNOLD, LEON CABANILLAS WVEIKER ANIBAL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 13 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SIXTO RICARDO PRADO GARDINI DNI: 18099692 ORCID: 0000-0002-9135-2663	Firmado electrónicamente por: PGARDINI el 31-01- 2023 11:57:05

Código documento Trilce: TRI - 0485691