



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE**  
**SISTEMAS**

IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO PARAMÉTRICO PARA EL  
DESARROLLO DE PRÓTESIS 3D EN LA ORGANIZACIÓN  
WAYLLUSQA, DISTRITO DE SAN MIGUEL - LIMA; 2020.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL**  
**EN INGENIERIA DE SISTEMAS**  
AUTOR

ATUNCAR CARRILLO, MANUEL ANIBAL

ORCID: 0000-0002-8192-4920

ASESORA

SUXE RAMÍREZ, MARÍA ALICIA

ORCID: 0000-0002-1358-4290

CHIMBOTE – PERÚ

2020

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Atuncar Carrillo, Manuel Anibal

ORCID: 0000-0002-8192-4920

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado,  
Chimbote, Perú

### **ASESORA**

Suxe Ramírez, María Alicia

ORCID: 0000-0002-1358-4290

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería,  
Escuela Profesional de Sistemas, Chimbote, Perú

### **JURADO**

Castro Curay Jose Alberto

ORCID : 0000-0003-0794-2968

Ocoña velasquez Jesus Daniel

ORCID: 0000-0002-1671-429x

Torres Ceclen Carmen Cecilia

ORCID: 0000-0002-8616-7965

**JURADO EVALUADOR DE TESIS Y ASESOR**

MGTR. ING. CIP. JOSÉ ALBERTO CASTRO CURAY  
PRESIDENTE

DR. ING. CIP. JESÚS DANIEL OCAÑA VELASQUEZ  
MIEMBRO

MGTR. ING. CIP. CARMEN CECILIA TORRES CECLÉN  
MIEMBRO

DRA. ING. CIP. MARÍA ALICIA SUXE RAMÍREZ  
ASESORA

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mis padres por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Manuel Anibal Atuncar Carrillo

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.

De manera especial a mi tutora de tesis, por haberme guiado en la elaboración de este trabajo de titulación y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente en lo que me gusta y seguir cultivando mis valores.

A la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

Manuel Anibal Atuncar Carrillo

## RESUMEN

La presente tesis fue desarrollada bajo la línea de investigación: Robótica y automatización, de la Escuela profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; tuvo como objetivo: Realizar la propuesta de la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3D en la organización Wayllusqa, distrito de San Miguel , Lima 2020, cuya finalidad es acelerar el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d; la investigación fue del tipo descriptiva, de nivel cuantitativa, desarrollada bajo el diseño no experimental y de corte transversal. La población se delimitó a 9 voluntarios de la organización; para la recolección de datos se utilizó el instrumento del cuestionario mediante la técnica de la encuesta virtual, los cuales arrojaron los siguientes resultados: Dimensión 01: el 100% de los encuestados expresaron que NO están satisfechos con el proceso actual; en cuanto a la Dimensión 02: necesidad de acelerar el proceso de diseño y modelado de prótesis 3D actual se aprecia que el 100% de los encuestados expresaron que SI hay una necesidad de acelerar el proceso de diseño y modelado 3D actual. El alcance de este proyecto considera a los voluntarios de la organización. “Wayllusqa”; con todo lo descrito en la investigación concluye con la aprobación de la propuesta de implementación de un algoritmo paramétrico para acelera el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d en la organización Wayllusqa – Lima; 2020.

**Palabras Clave:** Algoritmo paramétrico, Diseño y modelado, Matriculas, Prótesis 3D.

## ABSTRACT

This thesis was developed under the research line: Robotics and Automation, from the Professional School of Systems Engineering of the Los Ángeles de Chimbote Catholic University; had as objective: To carry out the proposal of the implementation of a parametric algorithm for the development of 3d prostheses in the Wayllusqa organization, district of San Miguel, Lima 2020, whose purpose is to accelerate the process of design and modeling of 3d prostheses; The research was descriptive, quantitative level, developed under a non-experimental and cross-sectional design. The population was limited to 9 volunteers from the organization; For data collection, the questionnaire instrument was used through the virtual survey technique, which yielded the following results: Dimension 01: 100% of the respondents expressed that they are satisfied with the current process; Regarding Dimension 02: need to accelerate the 3d actual prosthesis design and modeling process, it is appreciated that 100% of the respondents expressed that there is a need to accelerate the current 3d design and modeling process. The scope of this project considers the volunteers of the organization. "Wayllusqa"; With everything described in the research, it concludes with the approval of the proposal for the implementation of a parametric algorithm to accelerate the process of design and modeling of 3d prostheses in the Wayllusqa organization - Lima; 2020.

**Keywords:** Parametric algorithm, Design and modeling, License plates, 3d prosthesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR DE TESIS Y ASESOR.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE TABLA .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	5
2.1 ANTECEDENTES.....	5
2.1.1 Antecedentes a nivel internacional .....	5
2.1.2 Antecedentes a nivel nacional.....	6
2.1.3 Antecedentes a nivel regional .....	7
2.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.2.1 El rubro de la empresa .....	9
2.2.2 La empresa investigada.....	9
2.2.3 Las tecnologías de la información y comunicaciones .....	14
2.2.4 Tecnología de la investigación .....	15
2.2.4.1 Machine Learning .....	22
2.2.4.2 DBMS .....	25
2.2.4.3 OLTP .....	26



2.2.4.4	OLAP.....	28
2.2.4.5	Procesos ETL.....	29
2.2.4.6	Metodologías.....	32
2.2.4.6.1	Metodología de Diseño Arquitectónico Edwin Haramoto.....	33
2.2.4.6.2	Metodología de Robert Aish.....	34
III.	HIPÓTESIS.....	39
3.1.1	Hipótesis general.....	39
3.1.2	Hipótesis específicas.....	39
IV.	METODOLOGÍA.....	40
4.1	TIPO DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
4.2	NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN DE LA TESIS.....	40
4.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
4.4	UNIVERSO Y MUESTRA.....	41
4.5	DEFINICIÓN DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	43
4.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
4.7	PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.....	48
4.8	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	50
4.9	PRINCIOS ÉTICOS.....	5
V.	Resultados.....	7
5.1	Resultados de la dimensión 1: Satisfacción con el proceso de diseño y modelado actual.	7
5.2	Resultados de la dimensión 2: Necesidad de implementar un algoritmo paramétrico para agilizar el proceso de diseño de la organización.....	17
5.3	Resultados generales de la dimensión 1.....	27
5.4	Resultados generales de la dimensión 2.....	29

5.5	Análisis de resultados.....	31
5.6	Propuesta de mejora .....	33
5.6.1	Descripción del Proceso actual .....	33
5.6.2	Proceso de implementación. ....	39
5.6.3	¿Qué es grasshopper?.....	39
5.7	Diagrama de Gantt. ....	65
5.8	Propuesta económica.....	5
VI.	CONCLUSIONES.....	6
VII.	RECOMENDACIONES.....	7
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	8
	ANEXOS .....	11
	ANEXO NRO. 1: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	12
	ANEXO NRO. 2: PRESUPUESTO.....	14
	ANEXO NRO. 3: CUESTIONARIO.....	15

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla Nro. 1: Equipos de la organización Wayllusqa .....	13
Tabla Nro. 2: Software de la organización Wayllusqa .....	13
Tabla Nro. 3: Muestra de trabajadores.....	42
Tabla Nro. 4: Definición de operacionalización de variables.....	43
Tabla Nro. 5: Matriz de consistencia. ....	50
Tabla Nro. 6: Cronograma de Actividades .....	12
Tabla Nro. 7: Presupuesto.....	14
Tabla Nro. 8: Cuestionario por dimensiones. ....	15
Tabla Nro. 9 : Diseño de prótesis de internet. ....	7
Tabla Nro. 10: Estado de funcionamiento de impresoras.....	8
Tabla Nro. 11: Diseños realizados en la organización.....	9
Tabla Nro. 12: Características de las computadoras en el área. ....	10
Tabla Nro. 13: Programas para proteger de virus las computadoras. ....	11
Tabla Nro. 14: Mantenimiento de las computadoras.....	12
Tabla Nro. 15: Personal calificado. ....	13
Tabla Nro. 16: Capacitación para las nuevas tecnologías. ....	14
Tabla Nro. 17: Diseños propios. ....	15
Tabla Nro. 18: Control de calidad para los diseños. ....	16
Tabla Nro. 19: Nuevas herramientas tecnológicas. ....	17
Tabla Nro. 20: Diseños de prótesis 3d propios.....	18
Tabla Nro. 21: conocimientos de desarrollo de prótesis 3d.....	19
Tabla Nro. 22: Metodología ágil.....	20
Tabla Nro. 23: Agilizar el proceso.....	21
Tabla Nro. 24: Aumentar los indicadores de entrega .....	22
Tabla Nro. 25: Certificación de alguna entidad.....	23
Tabla Nro. 26: Oportunidad de mejorar en otras áreas.....	24
Tabla Nro. 27: Catalogo de diseño de prótesis 3d. ....	25
Tabla Nro. 28: Automatizar las áreas de desarrollo.....	26

Tabla Nro. 29: Nivel de satisfacción con el proceso actual.....	27
Tabla Nro. 30: Necesidad de implementar un algoritmo paramétrico.....	29

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico Nro. 1: Ubicación de la Organización Wayllusqa. ....	10
Gráfico Nro. 2: Organigrama De la Organización Wayllusqa.....	12
Gráfico Nro. 3: Modelado de Machine Learning. ....	23
Gráfico Nro. 4: Modelo de árbol completo.....	24
Gráfico Nro. 5: Funcionamiento del modelo OLTP .....	27
Gráfico Nro. 6: Cubo OLAP.....	28
Gráfico Nro. 7: Proceso ETL.....	31
Gráfico Nro. 8: Primer software de diseño paramétrico y generativo Generative Componentes. ....	34
Gráfico Nro. 9: Primer software de diseño paramétrico y generativo Generative Componentes. ....	35
Gráfico Nro. 10: Primer software de diseño paramétrico y generativo Generative Componentes. ....	36
Gráfico Nro. 11: Algoritmo diseñado por Robert Aish. ....	36
Gráfico Nro. 12: Algoritmo diseñado por Robert Aish. ....	37
Gráfico Nro. 13: Algoritmo diseñado por Robert Aish. ....	38
Gráfico Nro. 14: Resultado general de la dimensión 1.....	28
Gráfico Nro. 15: Resultados de la dimensión 2 sobre la necesidad de implementar un algoritmo paramétrico.....	30
Gráfico Nro. 16: Ipad mini herramienta para escanear.....	34
Gráfico Nro. 17: Escáner 3d portátil.....	35
Gráfico Nro. 18: Proceso de escaneo.....	36
Gráfico Nro. 19: Proceso de dibujo con polígonos.....	37
Gráfico Nro. 20: Proceso de ensamblado digital. ....	38
Gráfico Nro. 21: Metodología de thinking desing.....	40
Gráfico Nro. 22: Empatizar. ....	41
Gráfico Nro. 23: Diagrama de flujo.....	42
Gráfico Nro. 24: Icono de los programas a usar. ....	43

Gráfico Nro. 25: Variable punto.....	44
Gráfico Nro. 26: Variable número.....	44
Gráfico Nro. 27:Variable circulo.....	45
Gráfico Nro. 28: Variable numero deslizador.....	45
Gráfico Nro. 29: Variable panel.....	46
Gráfico Nro. 30: Componentes circulo.....	46
Gráfico Nro. 31: Componente de movimiento.....	47
Gráfico Nro. 32:Componente de orientación z.....	47
Gráfico Nro. 33: Componente series.....	48
Gráfico Nro. 34: Lista de elementos.....	48
Gráfico Nro. 35: Perímetro de superficie.....	49
Gráfico Nro. 36:La conexión de las variables más los componentes en su primera etapa. .....	49
Gráfico Nro. 37:La conexión de las variables más los componentes en su primera etapa. .....	50
Gráfico Nro. 38:Multiplicando el mismo algoritmo 3 veces.....	50
Gráfico Nro. 39:Imagen con renderizado y multiplicando el algoritmo.....	51
Gráfico Nro. 40:Prototipo impreso 3d.....	52
Gráfico Nro. 41:Prototipo impreso 3d.....	52
Gráfico Nro. 42:Prototipo impreso 3d.....	53
Gráfico Nro. 43:Prueba con el paciente final.....	53
Gráfico Nro. 44:Diagrama de Gantt.....	65

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los métodos supervisados como ejemplo le sirven a Facebook para detectar un patrón físico en el rostro de nuestros contactos cada vez que publicamos una foto en el muro. Otro ejemplo sencillo es el que usa Shazam que logra identificar la música o sonido que escuchamos con solo acercar el teléfono.

Los métodos no supervisados los utiliza Netflix para indicar como sugerencia una película o serie según nuestra selección ya vista (1).

La aparición de las impresoras 3D hace unos años género que sectores como el de la salud se transformen de manera positiva. Una de las primeras instituciones de América Latina en desarrollar prótesis gratuitas elaboradas con impresoras 3D se ubica en México al usar la tecnología a beneficio de la sociedad. En el año 2008 se realizó la primera impresión de una prótesis con lo que se dio a conocer la capacidad del dispositivo en el entorno de la salud, los costos en aquel entonces no eran lo suficientemente accesibles para replicar la labor de manera constante (2).

La organización Wayllusqa tiene actualmente un área de diseño para modelar prótesis en 3d para niños, dicho proceso demanda muchas horas de trabajo, por lo que genera retrasos para la entrega de las mismas, El motivo es que el diseño se realiza desde cero y solo se tienen las medidas del paciente como referencia y no se cuenta con un diseño que pueda ser modificado y adaptado para cada paciente. Los responsables del proceso de diseñar las prótesis en 3D son voluntarios y no se encuentran de tiempo completo en la organización para terminar el diseño a tiempo.

A continuación, describo el enunciado del problema: ¿Cómo la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis en 3d en la organización Wayllusqa, distrito de San Miguel, Lima en el año 2020, acelerara el proceso de diseñar prótesis en 3d?

Se tiene como objetivo general: Realizar la implementación de un algoritmo paramétrico para acelerar el proceso de diseño de prótesis en 3D en la organización Wayllusqa, distrito de San Miguel, Lima en el año 2020 generando como resultado la entrega rápida a los pacientes.

Por ello se contaría con los siguientes objetivos específicos:

1. Obtener y analizar la información proporcionada por el personal encargado del diseño de prótesis 3D para acelerar el trabajo en el área.
2. Utilizar la metodología de Robert Aish, para desarrollar el algoritmo paramétrico que permitirá acelerar el proceso de diseños para la impresión 3d.
3. Acelerar la entrega de los diseños para su entrega temprana a los pacientes de la organización.

El presente trabajo de investigación tiene como justificación académica el desarrollar los conocimientos adquiridos en especializaciones y diplomados sobre tecnología 3D, sumando la formación académica que lleve en la universidad católica de Chimbote, también se aplicará la experiencia laboral, lo mencionado servirá como base para solucionar y acelerar el proceso de diseño de prótesis 3D en la organización.



En la justificación operativa, el implementar un algoritmo paramétrico en la organización permitirá desarrollar con mayor rapidez el proceso de diseño y modelado de una prótesis 3d.

En la justificación económica, la organización podrá reducir costos y tiempo de producción al desarrollar una prótesis en 3d.

En la justificación tecnológica, nos permitirá utilizar un sistema mucho más amigable, de fácil uso para el usuario que lo maneje y como beneficio nos permite solucionar la problemática encontrada en el proceso de diseño y modelado obteniendo como resultado un proceso mucho más rápido.

En la justificación institucional, se requiere implementar un algoritmo paramétrico con el fin de poder desarrollar prótesis en 3d de forma mucho más rápida para una entrega oportuna a los pacientes de la organización.

En referencia sobre el alcance de la investigación es local, teniendo en cuenta que en la organización Wayllusqa cuenta con el área de diseño, prototipado, área de control y calidad, área de terapia y beneficiario o paciente.

La presente investigación utilizará la metodología no experimental, de corte transversal, tipo descriptiva y nivel cuantitativo.

La investigación tiene como resultado dos dimensiones en la cual en la primera dimensión donde se mide el nivel de satisfacción con el proceso actual se verifica que la frecuencias y respuestas distribuidas de los voluntarios encuestados, en donde se aprueba o desaprueba la satisfacción con el proceso actual, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3D en la organización Wayllusqa, Lima; 2020. Se observa que, el 100.00% de los

encuestados manifestaron que, No están satisfechos con el proceso actual para desarrollar prótesis 3d en la organización Wayllusqa.

En cuanto a la segunda dimensión en base a la frecuencias y respuestas distribuidas de los voluntarios encuestados, en donde se aprueba o desaprueba la necesidad implementar un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020, basado en 10 preguntas, aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa. se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si es necesario implementar un algoritmo paramétrico para desarrollar prótesis 3D en la organización Wayllusqa.

En conclusión, con los resultados obtenidos, interpretados y analizados se visualiza que existe un alto nivel de insatisfacción por parte de los voluntarios con respecto al proceso de diseño y modelado de prótesis 3D; de esta manera se deduce que es indispensable la necesidad de realizar un algoritmo paramétrico para agilizar el desarrollo de prótesis 3D en la organización Wayllusqa – Lima; 2020. El aporte realizado dentro de la propuesta de implementar un algoritmo paramétrico en la organización Wayllusqa, servirá para agilizar el proceso de diseño y modelado de las prótesis 3D, a la vez contarán con una programación de diseño que se acomodara a las necesidades del paciente.

El valor agregado de la investigación fue deducir el tiempo de entrega de la prótesis.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1 ANTECEDENTES

#### 2.1.1 Antecedentes a nivel internacional

Yuzdzhan T. (3), En el año 2018 desarrollo en Bulgaria la "Rapana" una biblioteca en forma de caracol en un ambiente natural, el objetivo de atraer a jóvenes lectores que puedan disfrutar del ambiente natural y también de un ambiente donde puedan disfrutar de la lectura. El diseño usa la metodología de machine learning aplicado al diseño paramétrico usando como herramientas cad Rhinoceros 3D y Grasshopper, que ofrece a los diseñadores la posibilidad de desarrollar distintas formas y variaciones. Usando el software, el equipo de trabajo probó más de 20 modelos de diseño, de esa forma se aplica una metodología de machine learning. Como resultado o conclusión se determina que el ajuste del presupuesto y el concepto de la biblioteca abierta, a proporcionando un fácil ingreso para los lectores, ambientes para sentarse, además de un pequeño escenario para artistas callejeros y sesiones de salón.

Zheng M. y Miller M. (4), en el año 2017 desarrollaron un proyecto llamado MaoHaus en china, es una fachada desarrollada de forma experimental. Por la cual tiene se menciona que el propósito del proyecto es explorar el contexto histórico de china, los potenciales materiales, la fabricación novedosa y las cualidades performativas dentro los nuevos márgenes de diseño. Tomando la metodología BIM, dando como resultado del proyecto quedo un retrato prototípico del presidente Mao, el mural diseñado queda a lado de un taller que fue una vez uno de los principales productores de la ahora icónica imagen del Presidente.

Hadid Z. (5), en el año 2016 desarrollo una figura echa completamente con una impresora 3d y modelada con un algoritmo paramétrico fue creada con un diseño futurista y robótico asistido para la creación de sus diferentes geometrías, colocando como objetivo del diseño fue creado de forma experimental para una exposición en milan.Tomando como referencia la metodología de tagushi que permite elegir un producto o proceso que funciona con mayor consistencia en el entorno operativo. El resultado es un diseño que muestra las diversas formas en las que una curva se guía a lo extenso de una superficie, cambiando su densidad y crecimiento a través de los límites paramétricos.

### **2.1.2 Antecedentes a nivel nacional**

Gomez J. (6), en el año 2018 desarrollo una investigación que logra como objetivo principal estudiar el diseño paramétrico y sus aplicaciones en el diseño arquitectónico contemporáneo. “La investigación se realizó tomando en cuenta a dos metodologías, la metodología general que llega a ser el método científico y la metodología particular que es el método cualitativo para el estudio de la única variable, tomando en cuenta que es una investigación de nivel descriptivo – explicativo”. El resultado de la investigación nos responde que es el diseño paramétrico en base a los datos de análisis bibliográfico el cual se encuentra sujeta al marco teórico.

Romero E. (7), en el año 2018 diseño una prótesis de mano inspirada en la película la guerra de las galaxias por lo sucedido en una de las sagas a Luke Skywalker, en la cual pierde una mano y le incorporan una prótesis robótica. Su objetivo del proyecto es diseñar una prótesis

de mano que le permita al paciente a realizar diversas funciones, como servirse los alimentos, cepillarse los dientes y cargar objetos de hasta medio kilo. En cuanto a la metodología utilizada es no experimental por la observación del entorno en el cual se trabaja. Como resultado se generó una parametrización para el diseño de prótesis y se promueve la innovación e investigación del desarrollo de prótesis de mano.

Rodriguez R. (8), en el año 2017 ideó un proyecto que lleva el nombre de “Mejora de diseño y materiales de fabricación para prótesis utilitarias de extremidades superiores desarrolladas con impresión 3D”. El objetivo de este proyecto es ampliar las oportunidades de los discapacitados y brindar apoyo a pacientes con limitaciones temporales. Por ello usando una metodología descriptiva que se usa para el desarrollo de la investigación serviría para definir las características de su población. En conclusión, la idea es llegar a través de la fabricación de prótesis de bajo costo, desarrollarlas en un menor tiempo y a la medida de cada paciente.

### **2.1.3 Antecedentes a nivel regional**

Prado W. y Gomez D. (9), en el año 2019 imprimieron el robot inmov es un exoesqueleto armado electrónica y mecánicamente desde cero, el diseño se encuentra de forma libre en internet, en el cual los estudiantes realizaron algunas modificaciones utilizando el método de diseño paramétrico para replicar las piezas y modificarlas según el uso que se requiera. El objetivo de la fabricación del robot es poder replicar la estructura y los movimientos del cuerpo humano de tamaño real para ayudar en el área de la salud. Actualmente el robot continuo en mejoras gracias a las diferentes aplicaciones que se le

han incorporado. En conclusión, el robot servirá como herramienta educativa para los estudiantes y profesionales de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Barnet Y. (10), en el año 2017 elaboró diseños de proyecto con bambú en Lima como estrategia de difusión de un método constructivo alternativo y sostenible. Por lo cual tiene un objetivo promover el uso del bambú a través del desarrollo de modelos de vivienda social. En la investigación usó la metodología descriptiva para evaluar a la población e incluirlas con el medio ambiente. En resumen, los procesos de capacitación sobre técnicas constructivas con bambú, el método pedagógico basado en la práctica concreta de la construcción resulta el más eficiente y teniendo como resultado el uso de materiales ecológicos y diseños amigables con la naturaleza.

Rodríguez P., Bernaola V., Higa D. y Jara H. (11) en el año 2017 participaron en un proyecto de diseñar una pieza para la estación espacial internacional (EEI). El objetivo era crear un conector universal que serviría de reemplazo del velcro, que se pudiera imprimir en 3D desde la EEI, a partir de dos pequeños cubos que se debían manipular para armarse, desarmarse y conectarse, tomando como metodología experimental para el desarrollo del proyecto. En conclusión “El conector impreso en 3D desarrollado por los estudiantes peruanos funcionó de manera satisfactoria; se validó su diseño en microgravedad”, indica un comunicado de prensa de la empresa Made in Space.

## 2.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.2.1 El rubro de la empresa

Asociación sin Fines de Lucro tecnológica e innovadora que fabrica y dona prótesis de miembro superior en 3D para niños de bajos recursos (12).

Desempeñado con el sector económico de actividades de atención en instituciones para personas con discapacidad (13).

### 2.2.2 La empresa investigada

#### - Información general

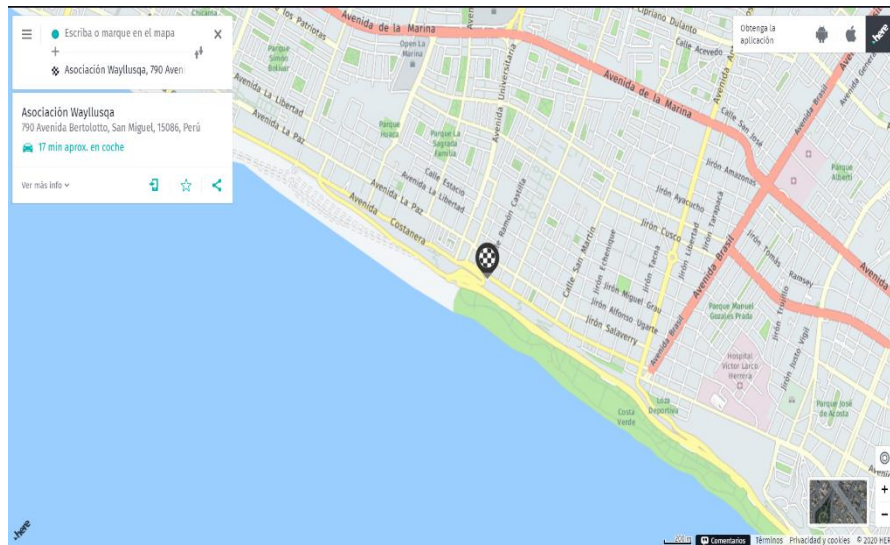
##### Denominación de la organización

Nombre : Wayllusqa

Ubicación : Av. bertoloto 790  
San Miguel, Perú

Categoría : Organización

Gráfico Nro. 1: Ubicación de la Organización Wayllusqa.



Fuente: Here Maps (12).

## - **Historia**

La organización Wayllusqa fue fundada en el año 2018 por katterrine Hidalgo con la finalidad de poder ayudar a los niños pobres con discapacidad. La organización se conforma por voluntarios de distintas disciplinas como ingenieros mecánicos, ingenieros en sistemas, ingenieros electrónicos, especialistas de la salud como terapeutas, médicos pediatras y especialistas en mecatrónica. La organización se establece en la zona de lima – san miguel. Gracias a la municipalidad del distrito a fines del 2018 se dispuso de un espacio como laboratorio para que la organización pueda trabajar con las prótesis para niños.

En enero del 2020 se entregó la primera prótesis mecánica con diseño de Fornite para el niño Joel. Actualmente la organización ha logrado fabricar 3 prótesis mecánicas con disposición para uso robótico en su segunda fase. Por lo cual se está desarrollando un algoritmo



paramétrico desde el año 2019 para reducir el tiempo de proceso de diseño en las mejoras y nuevas a generar (14).

- **Objetivos organizacionales**

Brindar ayuda integral, empática y solidaria, a las personas con discapacidad motora. Utilizando la tecnología 3D para la elaboración de sus prótesis personalizadas (15).

- **Funciones**

1. Entregar prótesis en 3D a cero costos.
2. Brindar apoyo psicológico, asesoría legal, y acompañamiento a los beneficiarios y sus familiares para mejorar su calidad de vida.
3. Brindar capacitación al entorno familiar directo, a fin de que puedan emprender sus propias fuentes de empleo y generación de ingresos económicos.
4. Búsqueda de alianzas y convenios a nivel nacional e internacional, con los sectores privados y estatales, para contar con soporte que permita el desarrollo y éxito de los programas de Wayllusqa.

- **Organigrama**

- Dirección.
- Área de desarrollo y prototipado.
- Área de diseño y modelado.
- Área de impresión y control 3d.
- Área de ensamblado y mecanizado.
- Área de calidad y pruebas.
- Área de entrenamiento y terapia.
- Marketing publicitario.
- Publicador y diseñador digital.
- Editor de medios audiovisuales.
- Colaboradores o patrocinadores.

Gráfico Nro. 2: Organigrama De la Organización Wayllusqa.



Fuente: Hidalgo, K (14).

- **Infraestructura tecnológica existente**

Tabla Nro. 1: Equipos de la organización Wayllusqa

Equipo	Marca
laptop	hp
Impresora 3d	Hardware libre, flash for pro
Lapiceros 3d	Printpencil 3d, magix pro
Escanner 3d	Sende2
Tableta de diseño	Wacom pro

Fuente: Hidalgo, K (14).

Tabla Nro. 2: Software de la organización Wayllusqa

tipo	nombre
SO	Windows 8, Windows 10
Antivirus	Nod 32.
cad	Invertor 3d 2019, rinhoceros 3d
Laminadores 3d	Flash print, cura 3d, meshmixer

Fuente: Hidalgo, K (14).

### 2.2.3 Las tecnologías de la información y comunicaciones

#### - **Definición**

Tecnologías de la Información y la Comunicación es un término extensional para la tecnología de la información que define el papel de las comunicaciones unificadas y la integración de las telecomunicaciones y las computadoras, así como el software necesario, el middleware, almacenamiento y sistemas audiovisuales, que permiten a las personas a poder acceder, almacenar, transmitir y manipular datos (16).

#### - **Historia**

Se pueden considerar las tecnologías de la información y la comunicación como un concepto dinámico. Por ejemplo, a finales del siglo XIX, el teléfono podría ser considerado una tecnología nueva. Esta misma definición podía aplicarse a la televisión cuando apareció y se hizo conocida en la década de 1950. Sin embargo, estas tecnologías hoy no se incluirían en una lista de las TIC y es posible que ahora los ordenadores ya no puedan ser calificados como nuevas tecnologías. A pesar de esto, en un concepto amplio, se puede considerar que el teléfono, la televisión y el ordenador forman parte de lo que se llama TIC en tanto que se tratan de tecnologías que mejoran la comunicación y el intercambio de datos en el mundo actual. Después de la invención de la escritura, los primeros pasos hacia una sociedad de la información estuvieron marcados por el telégrafo eléctrico, seguido del teléfono y la radiotelefonía, la televisión e Internet (16).

## - **Las TIC más utilizadas en la empresa investigada**

La organización Wayllusqa por los servicios que brinda a los niños con discapacidad cuenta con una página web donde los medios de contacto son por correo electrónico, número telefónico y whatsapp. También cuenta con un software de diseño para el modelado de prótesis. Las computadoras cuentan con su respectivo antivirus y un sistema firewall para una mayor protección en la red.

### 2.2.4 Tecnología de la investigación

#### 2.2.4.1 Willian Friese-greene

William Friese-Greene (Reino Unido 1855 – 1921), fue un pionero en el desarrollo de la captura y representación de imágenes en movimiento. A mediados de la década de 1880 trabajó en un proyector de imágenes que podía reproducir hasta 7 imágenes por segundo, basado primero en fotogramas de papel tratado con aceites, y luego experimentando con celuloide y llegando a una velocidad de 10 cuadros por segundo, luego de concluir que las placas de vidrio nunca serían útiles para grandes velocidades de proyección (17).

Desarrolló una cámara cronofotográfica para capturar imágenes y un proyector, el Biofantascopio, que no llamó demasiado la atención del público debido a su falta de confiabilidad. Poco tiempo después intentó adaptar el sistema para proyecciones estereoscópicas.

El espíritu pionero de Friese-Greene generó otras tantas ideas de avanzada para la época, como el sombrero iluminado y la pantalla móvil, ambos artefactos pensados para publicidad en espacios públicos. Tanto éstos, como sus desarrollos de dispositivos para capturar y reproducir imágenes en movimiento ( a color y estereoscópicos ) aunque muy originales e innovadores, sufrían severos problemas técnicos.

#### 2.2.4.2 Modelado basado en imágenes

- Comprensión del modelado basado en imágenes

IBM es el proceso de hacer que el usuario tome fotografías desde diferentes puntos de vista y luego use estas fotografías como un "punto de partida" en el proceso de usar herramientas de medición de punto a punto en una aplicación de modelado basada en imágenes. El uso de una cámara digital de consumidor típica para tomar estas fotografías hace que esta técnica sea accesible para una amplia gama de usuarios. Aunque IBM es relativamente nuevo, investigadores como el renombrado Paul Debevec y el artista Greg Downing han hecho descubrimientos muy impresionantes utilizando técnicas basadas en imágenes. Además, las técnicas basadas en imágenes más avanzadas ya se han introducido en los entornos de producción. Echemos un vistazo a cómo esta técnica puede ayudar a sus proyectos. (18)

- Algunos usos del modelado basado en imágenes

Ya existe una lista bastante creciente de usos para IBM en entornos de producción; algunos de los roles más evidentes que puede desempeñar son la recreación exacta. Por ejemplo, sitios

de arquitectura o arqueología donde evidentemente puede sumergir a sus espectadores en un mundo virtual en 3D con una precisión milimétrica, o la combinación de perspectivas de cámara para superponer elementos 3D sobre 2D para sus necesidades de composición. Además, algunos desarrolladores de videojuegos han adoptado soluciones basadas en imágenes que utilizan estas técnicas para la creación rápida de fondos fotorrealistas o modelos humanoides (18).

- El software que hace que esto suceda

Aunque el software de IBM existe desde hace bastantes años, la tecnología ha madurado lo suficiente recientemente como para considerarse lista para la producción. Esto dio como resultado una serie de aplicaciones destacadas, que eliminan muchas conjeturas al crear modelos detallados. Básicamente, el usuario carga una fotografía que desea modelar, asigna puntos de referencia comunes en el software dado y el software analiza las fotos y crea el modelo basado en esa imagen.

Hay varias aplicaciones capaces disponibles hasta la fecha que se enfocan en IBM; echemos un vistazo (18).

- REALVIZ ImageModeler 3.5

Realviz ha creado una poderosa aplicación de IBM que ahora es ampliamente conocida entre artistas, fotógrafos y arquitectos. REALVIZ ImageModeler 3.5 ha creado una solución que mide sus fotografías desde unos pocos puntos de vista y crea las escenas 3D basadas en aquellas que utilizan métodos poligonales. Utiliza algoritmos avanzados especiales que extraen

la información 3D mediante mediciones punto a punto y, al mismo tiempo, toma automáticamente la información de textura de las fotografías, lo que reduce drásticamente el tiempo. [www.realviz.com](http://www.realviz.com) (18).

- PhotoModeler

PhotoModeler es otra aplicación versátil que básicamente utiliza el mismo enfoque que ImageModeler; el software utiliza NURBS, entre otras herramientas de modelado, para la creación de objetos y, de hecho, admite una variedad de formatos de archivo de salida para su uso en otro software 3D convencional u otro. Al usar las herramientas Point, Line y Edge de PhotoModeler, puede marcar características en fotografías importadas, que luego se utilizarán para generar los modelos físicos en 3D. [www.photomodeler.com](http://www.photomodeler.com) (18).

- Fachada

Paul Debevec ha realizado una extensa investigación en técnicas basadas en imágenes y ha utilizado este conocimiento para crear un prototipo de investigación inédito denominado Façade de IBM . Aunque todavía está en las etapas de prototipo, su tecnología y funcionalidad se han utilizado como fuente de inspiración para muchos productos, incluido el producto Canoma de MetaCreation y el ImageModeler 2.0 de RealViz . Como nota adicional, Façade se utilizó para modelar el interior de la Basílica de San Pedro para la película Fiat Lux de Debevec en el Teatro Electrónico SIGGRAPH 99.



El artista Greg Downing utilizó ImageModeler 3.5 y Stitcher para recrear un modelo 3D del Tribunal Plaza en Niza, Francia, en el que un espectador puede "caminar" . © Greg Downing

Además del software mencionado anteriormente, un artista con el nombre de Greg Downing ha desarrollado una técnica mediante la creación de modelos 3D basados en imágenes a partir de imágenes panorámicas. Utilizando REALVIZ ImageModeler 3.5 y Stitcher (un software de creación panorámica) para unir una serie de imágenes panorámicas desde el interior del Tribunal Plaza en Niza, Francia, Downing recreó un modelo 3D muy preciso del Plaza. Luego se dio un paso más para usarlo para "caminar", como en un juego.

Es posible que haya más software que no se enumeran aquí capaces de producir resultados similares, pero esencialmente todos utilizan un proceso similar para lograr los resultados finales. Entonces, como puede ver, estas aplicaciones tienen la capacidad de reducir significativamente el tiempo que lleva en producción crear modelos, desenvolverlos y texturizarlos, pero ¿es todo tan bueno como parece?

Entonces, ¿cuáles son los pros y los contras?

Si bien a algunos de ustedes les puede parecer que estas técnicas y aplicaciones son justo lo que están buscando para agregar a su línea de producción, antes de realizar su compra, profundicemos un poco más en la superficie. Si bien esta tecnología puede funcionar básicamente con cualquier fotografía que pueda arrojarle, no todos los productos mencionados anteriormente hacen exactamente lo que usted espera que hagan. Como

ejemplo, el software PhotoModeler puede funcionar divinamente para sus proyectos arquitectónicos, pero no es tan eficiente para modelar objetos orgánicos como personas. La razón de esto es que PhotoModeler y la mayoría de las otras aplicaciones mencionadas requieren que los usuarios asignen puntos de referencia manualmente para áreas que solo pueden verse en sus imágenes. Cada uno de estos puntos de referencia forma esencialmente un vértice en el modelo final, creando así el objeto, pero debido a la complejidad de los sujetos orgánicos que requieren bastantes vértices o caras más, etc., la cantidad de puntos de referencia que tendría que colocar crear manualmente un modelo de calidad sería astronómico, y mucho menos un trabajo muy tedioso y lento. Además, puede ser bastante difícil colocar con precisión puntos de referencia precisos en fotografías que carecen de bordes afilados para usar como referencia.

Este radio reloj es un ejemplo del trabajo que PhotoModeler Pro 5 puede modelar con objetos fotorrealistas no orgánicos. © Eos Systems Inc.

Este radio reloj es un ejemplo del trabajo que PhotoModeler Pro 5 puede modelar con objetos fotorrealistas no orgánicos. © Eos Systems Inc.

En otra nota, el uso de las soluciones de IBM ha tenido un gran éxito porque ahora podemos crear imágenes en 3D basadas en algunas fotografías tomadas con su cámara digital o videocámara de consumo común. Pero aunque ha habido muchos avances en esta área, todavía existe la falta de usabilidad al modificar o manipular estos objetos una vez renderizados.

Una de las principales ventajas de IBM es la capacidad de crear geometría arbitraria, pero como con cualquier otra cosa, tendrá que practicar tomando los ángulos correctos de su sujeto / s para lograr la calibración adecuada dentro de su respectivo software de IBM. La razón de esto es disminuir la distorsión que puede ocurrir por fotografías tomadas incorrectamente.

#### El futuro de IBM

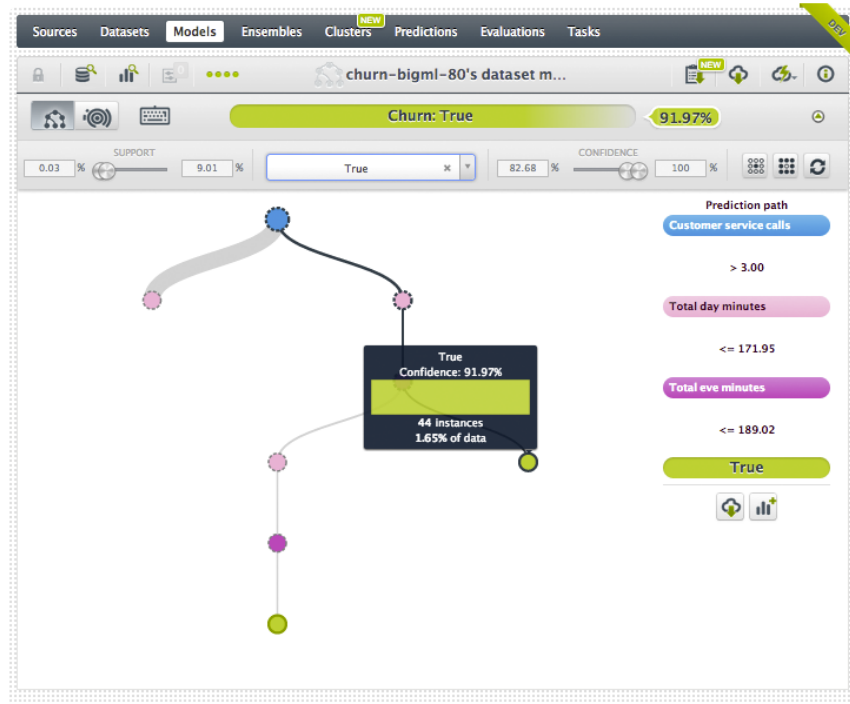
Se han utilizado técnicas basadas en imágenes para la animación facial y el modelado en *The Matrix Reloaded* , así como numerosos elementos en *Fight Club* , como "Mid-air Collision" y "Gun Shot", que también mezclaron fotografía principal. Entonces, como puede ver, los expertos de la industria están encontrando usos esenciales para estas técnicas.

De hecho, a medida que avancemos, creo que IBM se convertirá en una práctica normal en más trabajos de cine y televisión, y eventualmente encontrará su nicho a medida que la tecnología continúe avanzando, lo que puede depender de sus habilidades artísticas o requisitos de producción. Pero no importa cuánto avance, siempre habrá necesidad de artistas experimentados, que seguirán desempeñando un papel fundamental.

#### 2.2.4.3 Machine Learning

Machine Learning es una disciplina científica del ámbito de la Inteligencia Artificial que ha creado sistemas que aprenden automáticamente. Aprender en este contexto quiere decir identificar patrones simples y complejos en millones de datos. La máquina que realmente aprende es un algoritmo que analiza la información y es capaz de identificar comportamientos futuros. Automáticamente, también en ese entorno, implica que los sistemas se van mejorando de forma autónoma con el tiempo, sin intervención humana (19).

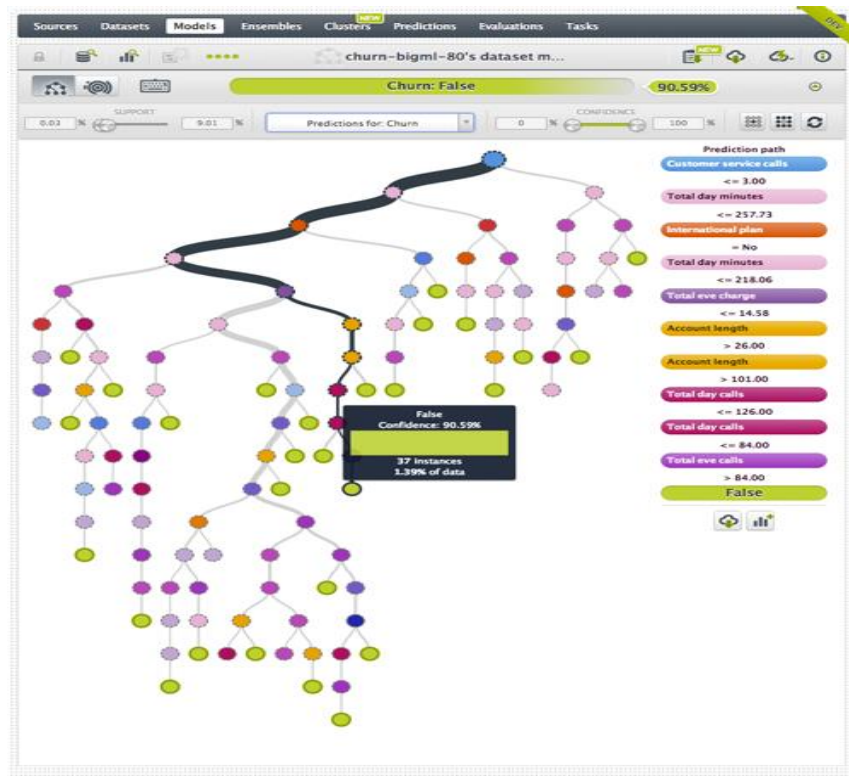
Gráfico Nro. 3: Modelado de Machine Learning.



Fuente: Hinton, (19).

La visualización en árbol permite ver los patrones que se han obtenido de clientes llamando a un call center para reportar algún problema o consultar algo sobre el servicio. Dicho patrón nos permitirá saber a un largo plazo si un cliente se dará de baja o no. Este es un análisis de los datos históricos, pero... ¿dónde está la predicción? si los clientes que presentan alguna característica ya se han dado de baja de la compañía, es previsible que los que todavía son clientes y tienen este mismo comportamiento estén en riesgo de irse. El modelo de predicción completo sería el siguiente: En este caso se resalta una predicción falsa (es decir, no se daría de baja) con una confianza del 90,59%. A la derecha de la imagen se puede ver el patrón de comportamiento de este grupo de clientes:

Gráfico Nro. 4: Modelo de árbol completo.



Fuente: Hinton, G (19).

La cantidad de datos que se detectan actualmente en las empresas se está incrementado de forma exponencial. Extraer información valiosa de ellos generando una ventaja competitiva que no se puede menospreciar. El reto de aprovechar los datos se ha simplificado enormemente. El Machine Learning de hoy no es como antes. Es así que con las tecnologías adecuadas y análisis propicios es posible actualmente diseñar modelos de comportamiento para analizar datos de gran volumen y complejidad. Además, los sistemas proporcionan resultados rápidos y precisos sin intervención humana, incluso a gran escala. El resultado: predicciones de alto valor para tomar mejores decisiones y desarrollar mejores acciones en los procesos de trabajo.

- Ámbitos de aplicación del Machine Learning

Actualmente los sectores como el de las compras online, usa el modelo de predicción para recomendar productos según los gustos del cliente basado en sus vistas de los productos de esa forma saben dónde poner un anuncio para que tenga más visibilidad en función del usuario que visita la web. Dicha tecnología puede ser usada en otros ámbitos como en el diseño para acelerar el proceso (19).

#### 2.2.4.4 DBMS

Es un sistema manejador de bases de datos conocido como DataBase Management System (DBMS) es un conjunto de software muy específico, enfocado al manejo de base de datos, cuya función es servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las distintas aplicaciones utilizadas (20).

El objetivo de los sistemas manejadores de base de datos es manejar un conjunto de datos para convertirlos en información relevante para la organización, ya sea a nivel operativo o estratégico.

Lo hace mediante una rutina de software que permiten su uso de forma segura, sencilla y ordenada. Se trata, en suma, de un grupo de programas que realizan operaciones de forma interrelacionada para facilitar la construcción y manipulación de bases de datos, adoptando la forma de interfaz entre ambas, las aplicaciones y los mismos usuarios. Su uso realiza un mejor control a los administradores de sistemas y, por otro lado, también obtener resultados a la hora de realizar consultas que ayuden a la gestión empresarial mediante la generación de la tan perseguida ventaja competitiva.

- Características y funcionalidad

Un sistema SGBD es sinónimo de independencia, una redundancia mínima, consistencia de la información, abstracción de la información sobre su almacenamiento físico, así como un ingreso seguro y la adopción de las reglas necesarias para asegurar la integridad de los datos. Estas son algunos de los rasgos definitorios de un SGBD, cuyos procesos son la manipulación y construcción de las bases de datos, así como la definición de los mismos. Son características que, a su vez, facilitan el cumplimiento de funciones relacionadas con aspectos apuntados, entre otros la definición de los datos, su fácil manipulación, una ágil gestión, poder representar relaciones complejas entre datos y otros aspectos relacionados con la seguridad y validez de los datos , frente a su gran funcionalidad, algunas desventajas son, por otra parte: la inversión necesaria para implementar un DBMS en hardware, el software y conocimientos que se requieren para ello, la vulnerabilidad a los fallos por su misma centralización y sus deficiencias con algunos tipos de datos (como es el caso de los datos gráficos o multimedia, entre otros.) (20).

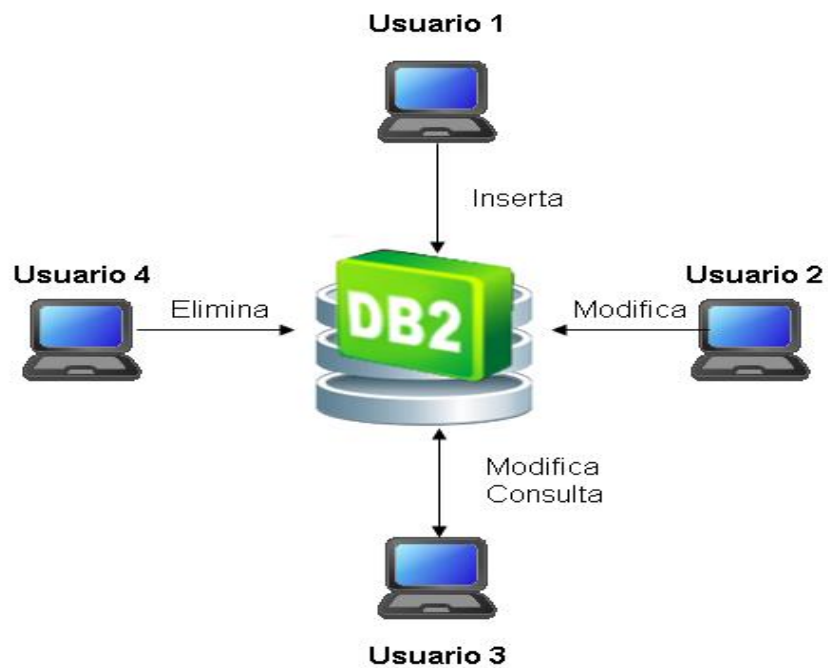
#### 2.2.4.5 OLTP

OLTP es la sigla en inglés de Procesamiento de Transacciones En Línea. Es un tipo de procesamiento que facilita y administra las aplicaciones transaccionales, usualmente para entrada de datos y recuperación y procesamiento de transacciones. Los paquetes de software para OLTP se basan en la arquitectura cliente-servidor ya



que suelen ser utilizados por empresas con una red informática distribuida (21).

Gráfico Nro. 5: Funcionamiento del modelo OLTP



Fuente: Proyecto Bases de Datos II (22).

- Beneficios:

El procesamiento de transacciones en línea tiene dos claros beneficios: la simplicidad y la eficiencia (21).

- Simplicidad:

La reducción de la documentación y la obtención de previsiones de ingresos y gastos de forma más rápida y precisa son ejemplos de cómo OLTP hace las mucho más sencillas (21).

- Eficiencia:

OLTP amplía la base de clientes para una organización.

Los procesos individuales se ejecutan mucho más rápido (21).

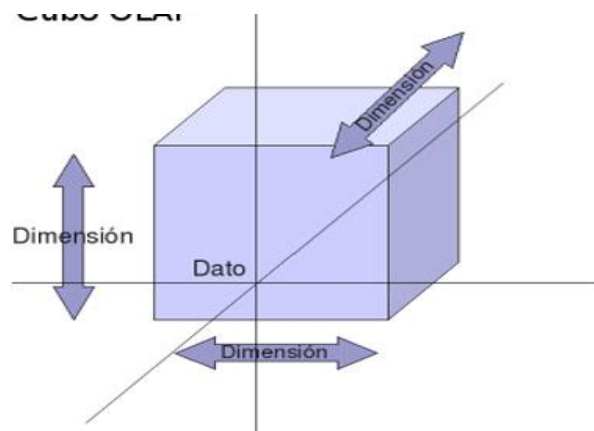
- Inconvenientes

OLTP es una gran herramienta para cualquier organización, aunque en su utilización hay algunas cuestiones en las que se debe pensar ya que pueden ser un problema: la seguridad y los costes económicos o de tiempo (21).

#### 2.2.4.6 OLAP

son bases de datos enfocados al procesamiento analítico. Este análisis a veces implica, generalmente, la lectura de información para llegar a extraer algún tipo de dato útil: tendencias de ventas, patrones de comportamiento de los consumidores, elaboración de informes complejo etc. (23).

Gráfico Nro. 6: Cubo OLAP



Fuente: Tecnología Informática (24)

- El acceso a los datos es sólo de lectura. La acción más común es la consulta, con muy pocas inserciones, actualizaciones o eliminaciones (23).
- Los datos se estructuran según las áreas, y los formatos de los datos están agrupados de manera uniforme en toda la organización (23).
- El historial de datos es a largo plazo, normalmente de dos años a más (23).
- Las bases de datos OLAP se suelen alimentar de información procedente de los sistemas operacionales, mediante una gestión de extracción, transformación y carga (23).

#### 2.2.4.7 Procesos ETL

Los procesos Extracción, transformación y carga de datos (ETL) son una parte de la integración de datos, pero es un elemento muy importante cuya función completa el resultado de todo el desarrollo de la cohesión de aplicaciones y sistemas (25).

La palabra ETL corresponde a las siglas en inglés de:

- Extraer: extract.
- Transformar: transform.
- Cargar: load.

Con ello, se podrá decir que todo proceso ETL consta precisamente de estas tres fases: extracción, transformación y carga. A continuación, se define en qué consiste cada una de ellas.

- Fase extracción

Para realizar de manera correcta el proceso de extracción se deben seguir los siguientes pasos:

- Extraer los datos desde los sistemas de origen.
- Analizar los datos extraídos obteniendo un chequeo.
- Interpretar este chequeo para verificar que los datos extraídos cumplen la pauta o estructura que se esperaba. Si no fuese así, los datos deberían ser rechazados.
- Convertir los datos a un formato preparado para iniciar el proceso de transformación.

Además, una de las prevenciones más importantes a tomar en cuenta durante el proceso de extracción sería el exigir siempre que esta tarea cause un impacto mínimo en el sistema de origen. Este requisito se basa en la práctica, ya que si los datos a extraer son muchos, el sistema de origen se podría ralentizar e incluso colapsar, provocando que no pudiera volver a ser utilizado con normalidad para su uso cotidiano (25).

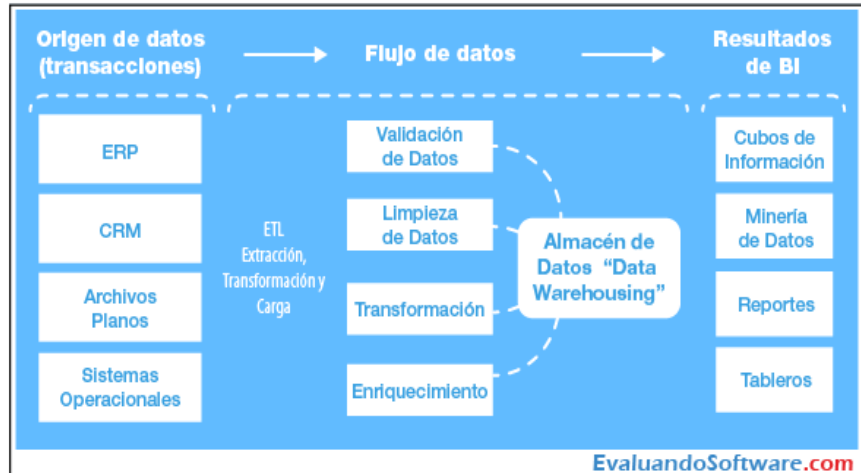
- Fase de transformación

La fase de transformación de un proceso de ETL aplica una serie de reglas de negocio o funciones sobre los datos extraídos para convertirlos en datos que serán cargados. Estas directrices pueden ser declarativas, basarse en excepciones o restricciones, pero para potenciar su pragmatismo y eficacia es preciso asegurarse de que sean (25):

- Declarativas.
- Independientes.

- Claras.
- Inteligibles.
- Con una finalidad útil para el negocio.

Gráfico Nro. 7: Proceso ETL



Fuente: Evaluando Software (25).

- Proceso de carga:

En esta etapa, los datos procedentes de la fase anterior (fase de transformación) son cargados en el sistema de destino. Dependiendo de los requerimientos de la organización, este proceso puede abarcar una amplia variedad de acciones diferentes. Existen dos formas básicas de desarrollar el proceso de carga (25):

#### 1. Acumulación simple

Esta manera de cargar los datos consiste en realizar un resumen de todas las transacciones comprendidas en el periodo seleccionado y transportar el resultado como una única transacción hacia el data warehouse, almacenando un valor

calculado que consistirá típicamente en un sumatorio o un promedio de la magnitud considerada. Es la forma más sencilla y común de llevar a cabo el proceso de carga.

## 2. Rolling

Este proceso sería el recomendable en los casos donde se busque mantener varios niveles de granularidad. Para ello se almacena información resumida a distintos niveles, correspondiendo a distintas agrupaciones de la unidad de tiempo o diferentes niveles jerárquicos en alguna o varias de las dimensiones de la magnitud almacenada (por ejemplo, totales diarios, totales semanales, totales mensuales, etcétera).

Cualquiera que sea la manera de desarrollar este proceso, hay que tener en cuenta que esta fase interactúa directamente con la base de datos de destino, y por eso al realizar esta operación se aplicarán todas las restricciones que se hayan definido en esta. Si están bien definidas, la calidad de los datos en el proceso ETL estará garantizada.

### 2.2.4.8 Metodologías.

En esta sección se explicará las metodologías utilizadas en este proyecto, para la implementación de un algoritmo paramétrico.

#### 2.2.4.8.1 Metodología de Diseño Arquitectónico Edwin Haramoto.

Haramoto propone ir hacia métodos de diseño que integren de mejor manera lo cuantitativo y lo cualitativo, lo racional y lo intuitivo, lo teórico y lo práctico (26).

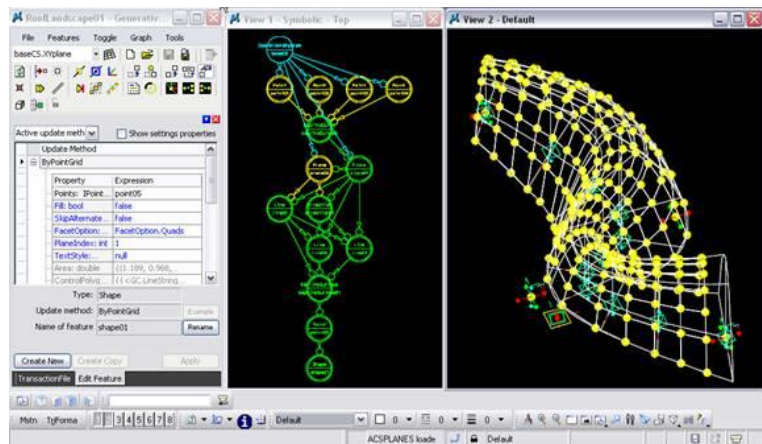
Haramoto plantea que el diseño se puede visualizar como un conjunto de fases sucesivas, como un fenómeno dinámico y fluyente, definido como un proceso. También, el diseño se puede entender como el ejercicio de la capacidad del ser humano para moldear una determinada situación de acuerdo a un fin, o sea como una acción. Finalmente plantea que el diseño se puede definir como la producción de objetos reales útiles, estéticos y significativos, o sea como un producto. La comprensión del diseño como proceso, acción y producto trajo como consecuencia un auge y avance después de la post-guerra de 1939, de la línea de metodología y sistematización del proceso de diseño como una forma de mejorar el control de dicho proceso y sus resultados.

Las etapas clásicas del proceso de diseño se definieron entonces, como análisis, síntesis y evaluación, cuya aplicación práctica trae como consecuencia, primero, una brecha insalvable entre análisis y síntesis; y segundo, un enfrentamiento entre dos posiciones, una con énfasis en lo analítico y otra con énfasis en lo formal.

#### 2.2.4.8.2 Metodología de Robert Aish

De acuerdo a Robert Aish, hemos utilizado las computadoras por muchos años en el diseño de proyectos, pero no en un sentido computacional, es decir utilizando algoritmos (27).

Gráfico Nro. 8: Primer software de diseño paramétrico y generativo Generative Components.

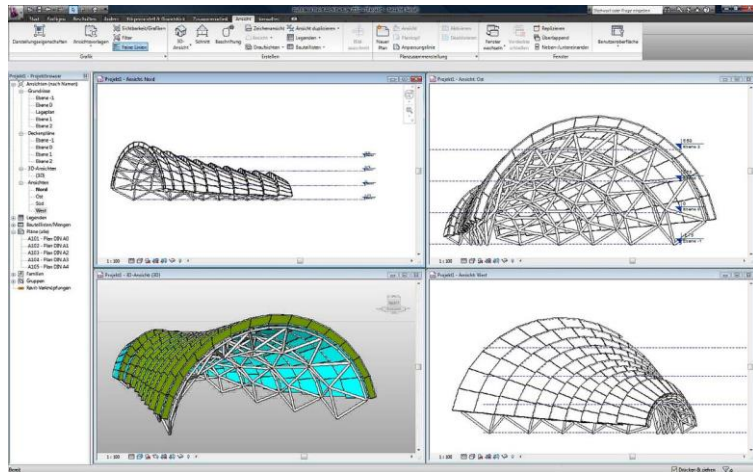


Fuente: Aish, R (27).

Ahora es posible diseñar y codificar esas reglas para crear nuestro diseño del edificio ejecutando un algoritmo. La ventaja del proceso de diseño es que, si queremos moldear algo, solo debes modificar un parámetro dentro del algoritmo y el edificio se reconstruirá de forma automática y en tiempo real. Al diseñar tu propio algoritmo, luego tendrás la posibilidad de interactuar con miles de posibilidades para el mismo proyecto y elegir la opción que creas más apropiada.



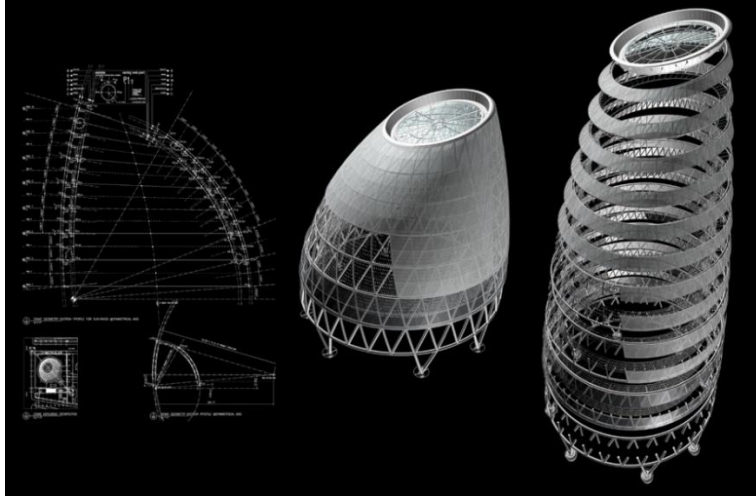
Gráfico Nro. 9: Primer software de diseño paramétrico y generativo Generative Components.



Fuente: Aish, R (27).

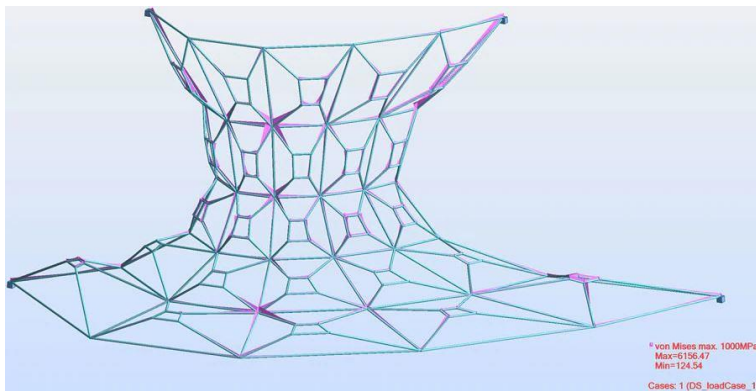
El problema se genera cuando los diseñadores son profesionales para dibujar y modelar edificios en 3d tienen que desarrollar scripting para generar esos algoritmos con los parámetros que necesitan sin conocimientos de programación.

Gráfico Nro. 10: Primer software de diseño paramétrico y generativo Generative Components.



Fuente: Aish, R (27).

Gráfico Nro. 11: Algoritmo diseñado por Robert Aish.



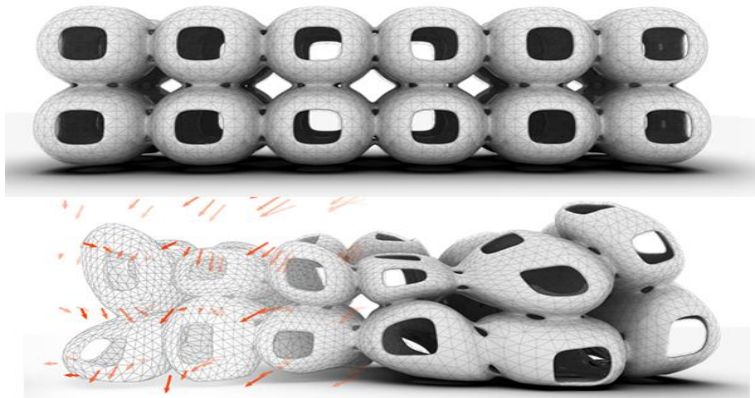
Fuente: Aish, R (27).

En este sentido es en el que los softwares de programación visual se han centrado en las últimas décadas y han permitido que personas que nunca habían programado

puedan desarrollar y ver el resultado en un espacio tridimensional.

Robert Aish es el creador de Generative Components, uno de los primeros software CAD de diseño paramétrico lanzado por Bentley en 2003 y que es utilizado por numerosos estudios y estudiantes en diferentes ámbitos laborales.

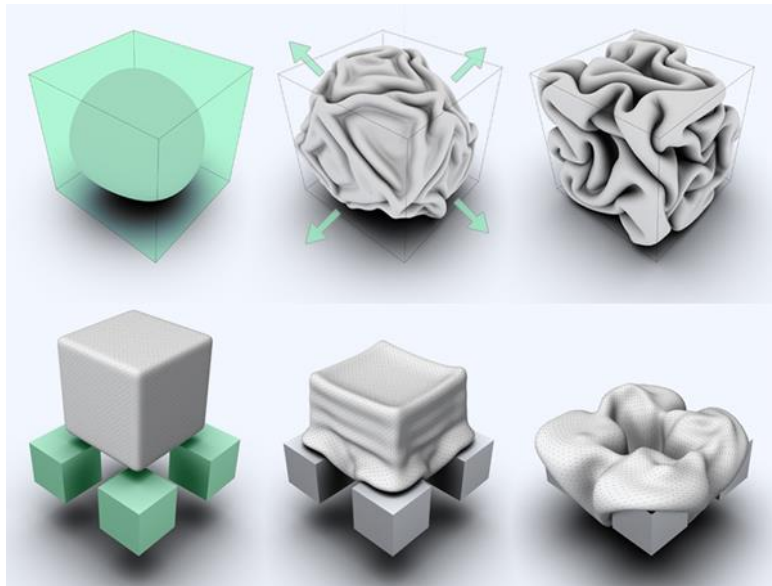
Gráfico Nro. 12: Algoritmo diseñado por Robert Aish.



Fuente: Aish, R (27).

El Dr. Aish se sumó al grupo y luego de 4 años desarrolló un nuevo software para sumarse a la competencia. Design Script nace con la idea de llevar el diseño computacional a una audiencia mucho más grande que la de Bentley y McNeel ya que lo último se enfoca sólo en la imaginación de jóvenes diseñadores.

Gráfico Nro. 13: Algoritmo diseñado por Robert Aish.



Fuente: Aish, R (27).

En el año 2011 la empresa Autodesk lanza Design Script con la idea de que pueda ser utilizado por novatos y profesionales que no tengan muchos conocimientos en diseño y programación usando las herramientas de modelado para evaluar geometrías complejas.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **3.1.1 Hipótesis general**

La propuesta de implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis en 3d en la organización wayllusqa, distrito de San Miguel, Departamento de Lima, 2020 permitirá agilizar y mejorar el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d.

#### **3.1.2 Hipótesis específicas**

1. Recolección y verificación de la información proporcionada por el personal encargados del área de diseño y modelado de prótesis 3d para acelerar el proceso en el área.
2. Utilizaremos la metodología adecuada, para el desarrollo de un algoritmo paramétrico permitiendo acelerar el proceso de diseño y modelado de prótesis para la impresión 3D.
3. Desarrollaremos un algoritmo paramétrico utilizando una programación en bloques de esa manera aceleraremos el proceso de diseño y modelado de prótesis 3D en la organización.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación es descriptiva

Descriptiva: el énfasis se aplica al análisis de los datos con los cuales se presentan los fenómenos o hechos de la realidad que, dada su similitud, es necesario describir sistemáticamente a fin de evitar un posible error en su manejo (28).

Es por ello que en la presente investigación se describirá todas las variables para identificar la problemática y proporcionar su solución, de esa forma se utiliza para trazar el plan de trabajo y seguir en la investigación que se encarga de describir la población, situación o fenómeno alrededor del cual se centra la investigación.

### **4.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN DE LA TESIS**

Por las características de la investigación será de un enfoque Cuantitativo.

Cuantitativo: Usa la recolección de información para generar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías (29).

Por ello se ordenará toda la información para generar tablas estadísticas según la satisfacción y la necesidad actual, para otorgar múltiples propuestas de solución.

### **4.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño será no experimental y de corte transversal, Estudios que se crearon sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se verifica los fenómenos en su ambiente natural (29).

Por ello se tomará como referencia teorías y metodologías ya realizadas en investigaciones similares o coincidentes a la que se está realizando, para ser usadas en el tiempo de desarrollo de la investigación, datos que serán usados en un solo momento.

### **4.4 UNIVERSO Y MUESTRA**

Universo: Es un cconjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (29)

Muestra: (es un subgrupo de la población o universo)

- Se utiliza por economía de tiempo y recursos
- Implica definir la unidad de muestreo y de análisis
- Requiere delimitar la población para generalizar resultados y establecer parámetros. (29)

A efectos de seleccionar la muestra sujeta a estudio, la directora de la organización seleccionó por conveniencia a 9 voluntarios, por ser integrantes de las áreas de producción involucradas en el desarrollo del algoritmo paramétrico en el proceso de diseño y modelado de la organización Wayllusqa y que están inmersos en el proceso en estudio.

Tabla Nro. 3: Muestra de trabajadores.

Unidad Operativas/funcionales	Población/Muestra
Directorio	1
Área de desarrollo y procesos	6
Área de marketing	1
Colaboradores	1
Total	9

Fuente: Hidalgo, K (14)



#### 4.5 DEFINICIÓN DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla Nro. 4: Definición de operacionalización de variables.

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala medición</b>	<b>Definición Operacional</b>
Algoritmo paramétrico para agilizar el proceso de diseño.	Machine Learning: es una disciplina científica del ámbito de la IA que permite crear algoritmos que aprenden de forma automática. Es decir, identificar patrones complejos en miles de datos. Con ello seremos capaces de predecir comportamientos futuros. Esto también implica que	- Satisfacción con respecto al proceso de diseño y modelado de prótesis 3d en la organización.	- Los diseños de prótesis 3d descargados de internet. - Las computadoras cumplen con los requisitos para diseñar y modelar prótesis 3D. - Un diseño de prótesis	Ordinal	- SI - NO

	<p>estos sistemas se mejoren de forma autónoma con el tiempo, sin intervención humana. (19)</p> <p>Haramoto propone ir hacia procesos de diseño que integren de mejor manera lo cuantitativo y lo cualitativo, lo racional y lo intuitivo, lo teórico y lo práctico.</p> <p>Dicha idea se expone como una proyección paralela como forma de trabajo. (26)</p>		<p>realizado en el área es de fácil modificación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los periféricos como mouse y tableta gráfica cumplen con los requisitos del área.</li> <li>- Las computadoras cuentan con alguna seguridad de software</li> <li>- Las computadoras reciben algún mantenimiento</li> </ul>		
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Personal calificado en el área</li> <li>- Capacitación de nuevas tecnologías</li> <li>- Los diseños de prótesis se entregan a tiempo.</li> <li>- Control de calidad del proceso de diseño y modelado</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesidad de desarrollar un algoritmo paramétrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adquirir nuevas herramientas tecnológicas</li> <li>- Disponer de nuevos diseños de prótesis 3d propios.</li> </ul>		

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor conocimientos sobre los diseños de prótesis</li> <li>- Usar una metodología ágil.</li> <li>- Generar diseños de forma rápida.</li> <li>- Aumentar los indicadores de entrega de prótesis 3d.</li> <li>- Certificación de calidad del proceso realizado en las prótesis 3d.</li> </ul>		
--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oportunidad para mejorar otras áreas.</li> <li>- Disponer de diferentes diseños de prótesis 3d</li> <li>- Automatizar todas las áreas de producción de desarrollo de prótesis 3d.</li> </ul>		
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

En el presente proyecto de investigación para obtener toda la información necesaria se utilizarán técnicas de la encuesta y como instrumento el cuestionario.

Encuesta: Las encuestas son un método de investigación y recopilación de datos utilizadas para obtener información de personas sobre diversos temas. Las encuestas tienen una variedad de propósitos y se pueden llevar a cabo de muchas maneras dependiendo de la metodología elegida y los objetivos que se deseen alcanzar (30).

Cuestionario: Conjunto de cuestiones o preguntas que deben ser contestadas en un examen, prueba, test, encuesta, etc.

Se escogerán a las personas adecuadas, para poder aplicar los cuestionarios De esa forma se obtendrá la información apropiada, usando medios digitales a las personas que colaboran con la organización (30).

Se generará un formulario en la aplicación de Google formulario donde podremos enviar un enlace a los encuestados y de esa forma al completarlo obtendremos de forma rápida la información requerida

#### **4.7 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS**

Al obtener la información de la encuesta en línea, se creará una base de datos temporal en el software Microsoft Excel 2019, y se procederá a realizar una tabla dinámica para obtener filtrada las respuestas con mayor importancia. De igual forma se generará un gráfico porcentual con los indicadores de las respuestas.

Por otro lado, se entregará a los encuestados el resultado de la estadística para obtener una mayor información sobre las respuestas acertadas por los mismos.

#### 4.8 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla Nro. 5: Matriz de consistencia.

Problema	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Metodología
¿De qué manera la propuesta de implementar un algoritmo paramétrico en el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa – Lima, 2020 puede agilizar el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d?	Realizar la propuesta de proponer la implementación de un algoritmo paramétrico en el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, distrito de San Miguel, Departamento de Lima, 2020 con la finalidad de acelerar el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d.	La propuesta de implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis en 3d en la organización Wayllusqa, distrito de San Miguel, Departamento de Lima, 2020 permitirá acelerar y mejorar el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d.	Implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa	Tipo: Descriptiva Nivel: Cuantitativa Diseño: No experimental y de corte transversal



	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		
	<p>1. Obtener y analizar la información proporcionada por el personal encargado del diseño de prótesis 3D para acelerar el trabajo en el área.</p> <p>2. Utilizar la metodología de Robert Aish, para desarrollar el algoritmo paramétrico que permitirá acelerar el proceso de diseños para la impresión 3d.</p> <p>3. Acelerar la entrega de los diseños para su entrega</p>	<p>1. Recolección y verificación de la información proporcionada por el personal encargados del área de diseño y modelado de prótesis 3d para acelerar el proceso en el área.</p> <p>2. Utilizaremos la metodología adecuada, para el desarrollo de un algoritmo paramétrico permitiendo acelerar el proceso de diseño y modelado de prótesis para la impresión 3D.</p>		

	temprana a los pacientes de la organización.	3. Desarrollaremos un algoritmo paramétrico utilizando una programación en bloques de esa manera aceleraremos el proceso de diseño y modelado de prótesis 3D en la organización.		
--	----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia

## 4.9 PRINCIOS ÉTICOS

En el desarrollo de la actual investigación denominado para implementar un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, distrito de San Miguel, Lima 2020. Se ha considerado cumplir con los principios éticos del código de ética de la ULADECH de esa manera permita validar la investigación (31):

- Protección a las personas. la persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesita cierto grado de seguridad, el cual se defina de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que sea beneficiado. En las investigaciones en las que labore con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Esto no sólo implica que las demás personas que son sujetos de la investigación participen de forma voluntaria y dispongan de información adecuada, sino también involucra el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular, si se encuentran en una situación de vulnerabilidad.
- Cuidado del medio ambiente y la biodiversidad. - Las investigaciones que abarcan el medio el tema de medio ambiente, plantas y animales, deben de tener como regla para evitar inconvenientes, respetar la dignidad de los animales y el cuidado del medio ambiente incluyendo las plantas, por encima de los propósitos científicos; para ello, deben de seguir las medidas correspondientes para evitar daños y planificar acciones para minimizar los efectos y maximizar los beneficios.
- Libre participación y derecho a estar informado. - Las personas que desarrollan actividades en la investigación tienen el derecho a estar informados sobre los propósitos y finalidades de la investigación que

desarrollan, o en la que participan; así como tienen la libertad de poder participar en ella, por su propia voluntad.

- Beneficencia no maleficencia. - Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en la investigación. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes ordenes:

Generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

- Justicia. - El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurar que sus sesgos, y las limitaciones en sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren alguna injusticia. Se reconoce que la equidad y la justicia proporcionan a las personas que participan en la investigación derecho a acceder a sus resultados. El investigador está obligado a tratar de igual con quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación.
- Integridad científica. - La integridad u orden deben regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su profesionalismo.

## V. Resultados.

### 5.1 Resultados de la dimensión 1: Satisfacción con el proceso de diseño y modelado actual.

Tabla Nro. 6 : Diseño de prótesis descargados de internet.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de los diseños de prótesis descargados de internet son de fácil modificación para poder usarlos en los pacientes, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	-	-
No	9	100.00
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿los diseños de prótesis 3d descargados de internet son de fácil modificación para usarlos en otro paciente?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 6, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, No es fácil modificar un diseño de prótesis descargado de internet para usarlo en los pacientes de la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 7: Las computadoras cumplen con los requisitos para diseñar y modelar prótesis 3D.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de las características de las computadoras usadas en el área para diseñar y modelar prótesis 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	-	-
No	9	100.00
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Las computadoras usadas en el proceso de diseño y modelado de prótesis cumplen con los requisitos requeridos por el área?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 7, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, No se encuentran satisfechos con los equipos usados para el proceso de diseño y modelado porque no cumplen los requisitos requeridos para diseñar prótesis 3d en la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 8: Un diseño de prótesis realizado en el área es de fácil modificación.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de un diseño realizado para un paciente es de fácil modificación para otro, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	-	-
No	9	100 00
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Un diseño realizado para un paciente puede ser modificado fácilmente para otros?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 8, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, No encuentran de fácil modificación los diseños y modelados de prótesis generados la organización para usarlo en otros pacientes.

Tabla Nro. 9: Los periféricos como mouse y tableta gráfica cumplen con los requisitos del área

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de las características de las computadoras usadas en el área de diseño y modelado, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	-	-
No	9	100 00
Total	9	100 00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Las características de las computadoras en el área de diseño y modelado son adecuadas para el proceso a realizar?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 9, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, No efectivamente los periféricos usados para el desarrollo de prótesis 3d no cumplen con los requisitos requeridos.



Tabla Nro. 10: Las computadoras cuentan con alguna seguridad de software.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de la protección a las computadoras como programas que protejan de los virus que puedan dañar los archivos de diseño de las prótesis 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Las computadoras tienen algún programa para protegerla de los virus que podrían dañar los archivos de diseño y modelado de la organización?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 10, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si se encuentran las computadoras protegidas para evitar que virus puedan dañar los archivos de prótesis 3d de la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 11: Las computadoras reciben algún mantenimiento.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de los diseños y modelos de prótesis 3d realizados en el área de diseño y modelado, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Las computadoras reciben algún mantenimiento para mantenerlas buen estado y mejorar su rendimiento?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 11, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si se encuentran en buen estado las computadoras por que reciben mantenimiento constante para mantenerlas operativas en la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 12: Personal calificado en el área.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca del personal calificado para diseñar prótesis 3d en el área de diseño y modelado, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿El personal se encuentra calificado para desempeñarse en el área de diseño y modelado de la organización?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 12, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si el personal que se encuentra en el área de diseño y modelado se encuentran calificados para diseñar las prótesis 3d en la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 13: Capacitación de nuevas tecnologías.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de las capacitaciones que se le brindan a los voluntarios para usar las nuevas tecnologías, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿La organización capacita a los voluntarios para el uso de las nuevas tecnologías que se usan en la organización?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 13, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si efectivamente la organización wayllusqa brinda capacitaciones a los voluntarios para poder usar las nuevas tecnologías que se encuentran dentro del área de diseño y modelado para desarrollar prótesis en 3d.

Tabla Nro. 14: Los diseños de prótesis se entregan a tiempo.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de algún diseño propio que haya realizado la organización, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	-	-
No	9	100.00
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Los diseños realizados en la organización se entregan a tiempo al paciente?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 14, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, No que el área no entrega a tiempo la prótesis 3d .

Tabla Nro. 15: Control de calidad del proceso de diseño y modelado.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de algún control de calidad que supervise los procesos de diseño y modelado, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	-	-
No	9	100.00
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Existe algún control que califique el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d en la organización?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 15, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, No dentro de la organización Wayllusqa no se cuenta con un control de calidad del proceso de diseñar prótesis 3d.

## 5.2 Resultados de la dimensión 2: Necesidad de implementar un algoritmo paramétrico para agilizar el proceso de diseño de la organización.

Tabla Nro. 16: Adquirir nuevas herramientas tecnológicas.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de que actualmente se requiere nuevas herramientas tecnológicas, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿La organización requiere de nuevas herramientas tecnológicas?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 16, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si Actualmente la organización Wayllusqa requiere de nuevas herramientas tecnológicas para poder desarrollar nuevas prótesis en 3d

Tabla Nro. 17: Disponer de nuevos diseños de prótesis 3d propios.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de la necesidad de tener diseños propios de prótesis 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Requieren de diseños de prótesis 3d propios?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 17, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si Actualmente la organización Wayllusqa necesita contar con diseños propios de prótesis 3d.



Tabla Nro. 18: Mayor conocimientos sobre los diseños de prótesis

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de la necesidad de tener mayores conocimientos para desarrollar prótesis en 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Se requiere mayor conocimiento sobre el desarrollo de prótesis?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro.18, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si se requiere tener un mayor conocimiento sobre el desarrollo de las prótesis 3d en la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 19: Usar una metodología ágil.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de la necesidad de usar una tecnología ágil para el desarrollo de prótesis 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Se necesita usar alguna metodología ágil para la elaboración del algoritmo paramétrico?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 19, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si se requiere tener una metodología ágil para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 20: Generar diseños de forma rápida.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de la necesidad de mejorar y agilizar el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Es necesario mejorar el proceso de diseño y modelado para realizarlo de forma rápida?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro.20, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si se requiere mejorar y agilizar el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d en la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 21: Aumentar los indicadores de entrega de prótesis 3d.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de la necesidad de aumentar los indicadores de entrega de prótesis 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Es necesario aumentar los indicadores de entrega de las prótesis 3d?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro.21, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si se requiere aumentar los indicadores de entrega de las prótesis en la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 22: Certificación de alguna entidad.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de la existencia de alguna entidad que certifique la calidad del proceso realizado para la elaboración de prótesis 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	-	-
No	9	100.00
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Existe alguna entidad que certifique la calidad del proceso realizado para la elaboración de prótesis 3d?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 22, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, No existe una entidad que certifique la calidad del proceso para desarrollar prótesis en 3d en la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 23: Oportunidad de mejorar en otras áreas.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de que las otras áreas tendrían oportunidad para mejorar y agilizar el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Las otras áreas tendrían oportunidad para mejorar si se agiliza el proceso de diseño y modelado?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 23, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si se necesita tener oportunidades de mejora en las otras áreas de desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 24: Catalogo de diseño de prótesis 3d.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de la necesidad de contar con un catálogo de modelos de prótesis 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Se necesita disponer de un catálogo donde existan diferentes diseños de prótesis 3d?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 24, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si se requiere contar con un catálogo de diseños de prótesis 3d para poder mostrarlos a los pacientes de la organización Wayllusqa.

Tabla Nro. 25:Automatizar las áreas de desarrollo.

Frecuencias y respuestas distribuidas a los voluntarios encuestados, acerca de la necesidad de automatizar todas las áreas de desarrollo de prótesis 3d, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

Alternativas	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa - Lima, para responder a la siguiente pregunta: ¿Se necesita Automatizar todas las áreas de desarrollo de prótesis 3d?

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro. 25, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si se requiere automatizar las áreas de desarrollo de prótesis 3d de la organización Wayllusqa.



### 5.3 Resultados generales de la dimensión 1.

Tabla Nro. 26: Nivel de satisfacción con el proceso actual.

Frecuencias y respuestas distribuidas de los voluntarios encuestados, acerca de la dimensión 1, en donde se aprueba o desaprueba la satisfacción con el proceso actual, respecto a la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

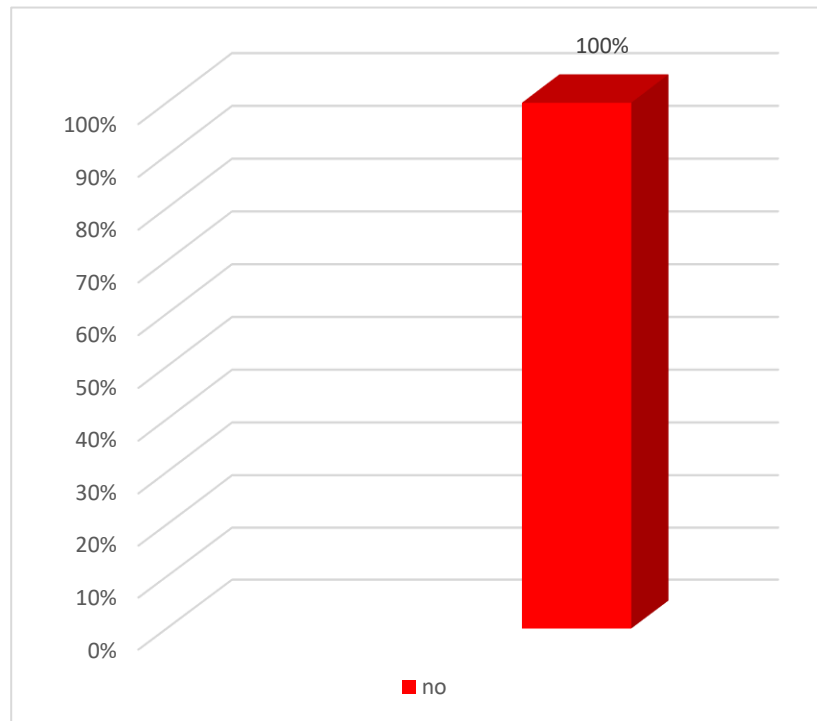
Dimensión 1	n	%
Si	-	-
No	9	100.00
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos para medir la dimensión 1: Nivel de satisfacción con el sistema actual, basado en 10 preguntas, aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa.

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro.26, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, No están satisfechos con el proceso actual para desarrollar prótesis 3d en la organización wayllusqa.

Gráfico Nro. 14: Resultado general de la dimensión 1



Fuente: Tabla Nro.26.

#### 5.4 Resultados generales de la dimensión 2.

Tabla Nro. 27: Necesidad de implementar un algoritmo paramétrico.

Frecuencias y respuestas distribuidas de los voluntarios encuestados, acerca de la dimensión 2, en donde se aprueba o desaprueba la necesidad implementar un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis 3d en la organización Wayllusqa, Lima; 2020.

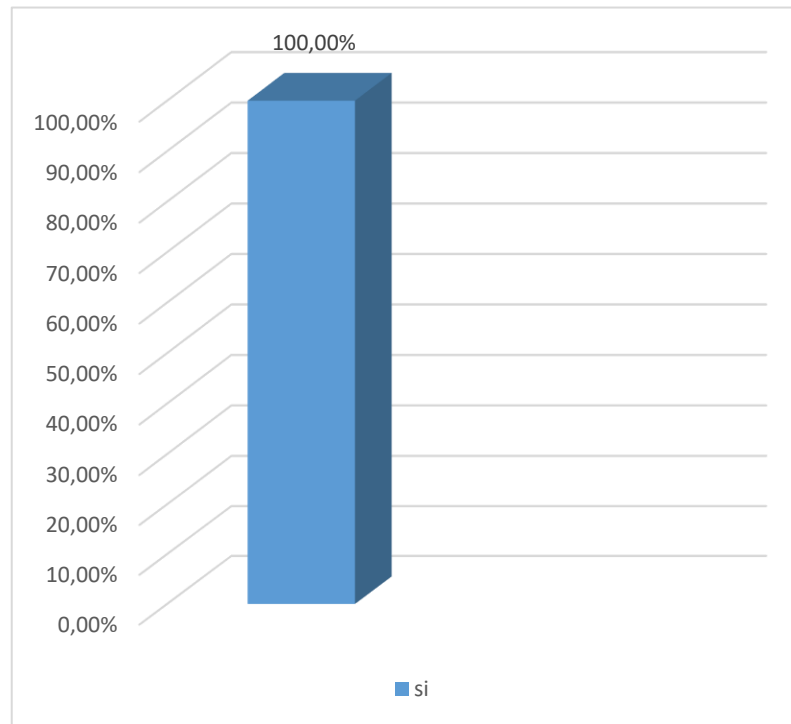
Dimensión 2	n	%
Si	9	100.00
No	-	-
Total	9	100.00

Fuente: Instrumento de recolección de datos para medir la dimensión 2: Nivel de necesidad de implementar un algoritmo paramétrico, basado en 10 preguntas, aplicado a los voluntarios de la organización Wayllusqa.

Aplicado por: Atuncar, M.; 2020.

En la Tabla Nro.27, se observa que, el 100.00% de los encuestados manifestaron que, Si es necesario implementar un algoritmo paramétrico para desarrollar prótesis 3d en la organización wayllusqa.

Gráfico Nro. 15: Resultados de la dimensión 2 sobre la necesidad de implementar un algoritmo paramétrico.



Fuente: Tabla Nro. 27.

## 5.5 Análisis de resultados.

La presente investigación tuvo como objetivo general realizar la implementación

de un algoritmo paramétrico en el desarrollo de prótesis 3d en la organización wayllusqa, distrito de San Miguel, Departamento de Lima, 2020, se ha realizado dos dimensiones que son satisfacción del proceso de diseño actual y la necesidad de implementación de un algoritmo paramétrico en la organización. Por lo consiguiente una vez interpretado los resultados se proceden a analizarlos detenidamente en los siguientes párrafos.

Respecto a la dimensión 01: Satisfacción del proceso de diseño actual, en el se puede observar que el 100.00% de los voluntarios que colaboran con la organización no se encuentran satisfechos con el proceso de diseño actual en la organización; este resultado tiene similitud con los objetivos y conclusiones de Rodriguez R. (8), que en el año 2017 propuso un proyecto que le puso el nombre de “Mejora de diseño y materiales de fabricación para prótesis utilitarias de extremidades superiores desarrolladas con impresión 3D”. El objetivo de este proyecto es extender las oportunidades de las personas discapacitadas del miembro superior y brindar ayuda a pacientes con limitaciones temporales. Por ello usando una metodología descriptiva que se usa para el desarrollo de la investigación serviría para definir las características de su población. En conclusión, la idea es agilizar y mejorar el proceso de fabricación de prótesis de bajo costo, desarrollarlas en un menor tiempo y a la medida de cada paciente, esto coincide con el autor Aish R. (27), quien menciona que los objetos 3d generados por computadora pueden reducir sus procesos de diseño usando un script como algoritmo para reproducir los objetos 3d de forma rápida y eficiente, Estos resultados se obtuvieron porque actualmente las computadoras proporcionan mucha ayuda con respecto al desarrollo de objetos 3d y básicamente todo lo que

puede ser ideado puede ser plasmado y calculado en una computadora generando una satisfacción en el proceso, teniendo en cuenta que tan solo no se puede diseñar un objeto también se puede programar a través de algoritmos su proceso y desarrollo.

Respecto a la dimensión 02: Necesidad de implementar un algoritmo paramétrico, en el se puede observar que el 100.00% de los voluntarios que colaboran con la organización indican necesitar un algoritmo paramétrico que los ayude agilizar el proceso de diseño y modelado; este resultado no tiene similitud con Hadid Z. (5), que desarrollo una figura echa completamente con una impresora 3d y modelada con un algoritmo paramétrico su objetivo del diseño fue experimental para una exposición en Milán. El resultado es un diseño que muestra las diversas formas en las que una curva se guía a lo extenso de una superficie, cambiando su densidad y crecimiento a través de los límites paramétricos. esto coincide con el autor Haramoto E. (26), quien propone realizar cálculos con algoritmos paramétricos para desarrollar estructuras sofisticadas y de formas inusuales, estos resultados se obtuvieron porque la necesidad de agilizar los procesos de diseños llevan a realizar la investigación y el desarrollo de un algoritmo paramétrico que pueda diseñar y modelar superficies que permitan cambiar su densidad y crecimiento a través de parámetros almacenados por medio de un algoritmo, teniendo en cuenta que los softwares de diseño no solo proporcionan herramientas de dibujo si no que también permiten colocar valores matemáticos que en conjunto forman una línea de parámetros que terminarían diseñando objetos de forma instantánea al usarlos.

## **5.6 Propuesta de mejora**

### **5.6.1 Descripción del Proceso actual**

Actualmente la organización desarrolla prótesis 3d para niños de bajos recursos con la finalidad de proporcionarle una mejor calidad de vida para los niños que la reciban, con ese propósito la organización se compone de personas voluntarias con distintas disciplinas cada una de ellas desarrolla un proceso en específico para generar la prótesis 3d a medida de cada niño.

En mi caso soy encargado del área de diseño 3d, antes de poder generar un diseño personalizado, el niño pasa por el proceso de escaneo 3d donde un se realiza una fotografía en 3 dimensiones de su amputación sea de brazos o piernas, para ello usan las siguientes herramientas.

En esta parte se detallará el proceso anterior para entender el punto de inicio del proceso de diseño y modelado.

Herramientas que se usan actualmente antes de realizar el proceso de diseño y modelado 3D

Gráfico Nro. 16: Ipad mini herramienta para escanear.



Fuente: Propia.

Marca :Apple

Modelo: Séptima generación (7th Generation)

Procesador: A10 Fusion

Tamaño de la pantalla: 10.2 "

Pantalla Multi-Touch Retina de 10.2" retroiluminada

Memoria interna: 32GB

Cámara posterior: 8 MP

Conectividad: Wi - Fi

Conexión Bluetooth: SI

Sistema operativo: iPad OS



Gráfico Nro. 17: Escáner 3d portátil.



Fuente: Propia.

Dimensions L X W X H: 119 x 28 x 29mm  
Scan Accuracy : 3mm  
Weight : 0.1kg  
Output File Type : OBJ, PLY, STL  
Maximum Object Size Dia X H : 3 x 3m  
Hand Held : Yes  
Connectivity : USB  
Detail Resolution : 1mm  
Model : I-Sense  
Minimum Object Size Dia X H : 0.2 x 0.2mm  
Rohs : RoHS Certificate of Compliance

Gráfico Nro. 18: Proceso de escaneo.

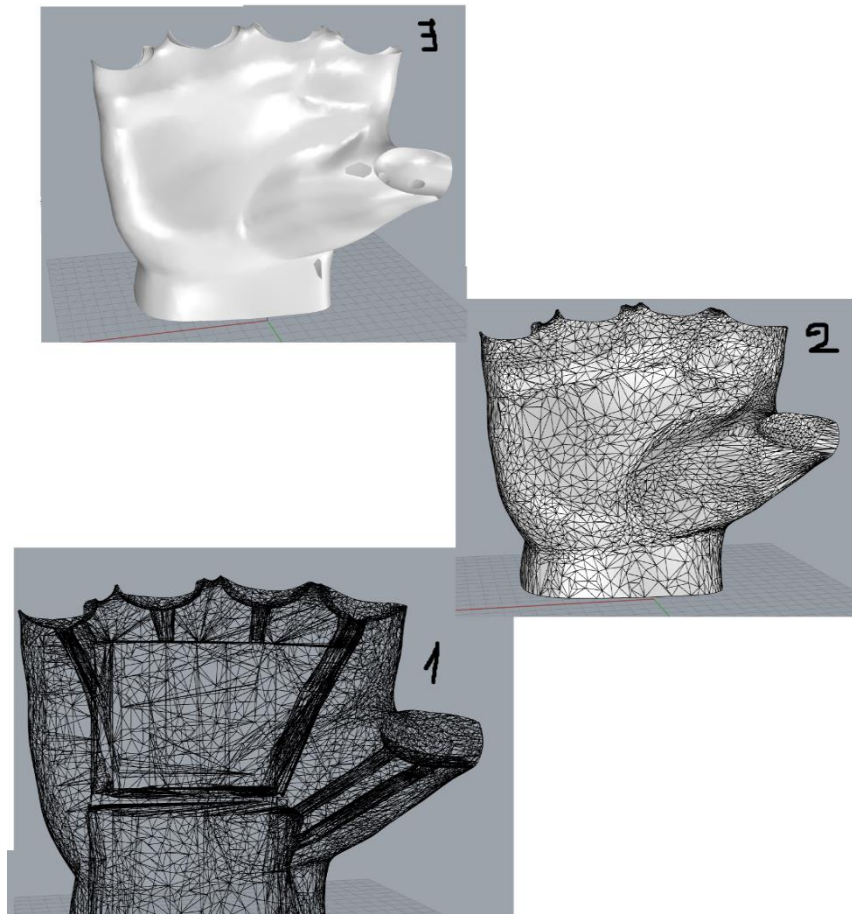


Fuente: Propia.

Una vez realizado el proceso de escaneo 3d, el software del iPad genera un archivo de tipo STL para poder abrirlo en un programa de diseño y modelado 3d. Es aquí donde usando el programa Rhinoceros 3d realizo el diseño usando como modelo el escaneo 3d de esa forma voy calzando el diseño adecuando la prótesis para que pueda ser usada de forma mecánica y electrónica usando cables y motores para su movimiento, todos los encajes y divisiones se realizan a nivel digital, el diseño se basa en uniones de polígonos que conforman una capa para generar una superficie plana en base a esos polígonos genero sólidos uniendo miles de polígonos para que formen una capa gruesa o delgada según lo que se tenga que realizar para la prótesis.

El proceso mencionado de unir polígonos usando las herramientas digitales de rhinoceros puede tomar muchas horas de trabajo.

Gráfico Nro. 19: Proceso de dibujo con polígonos.

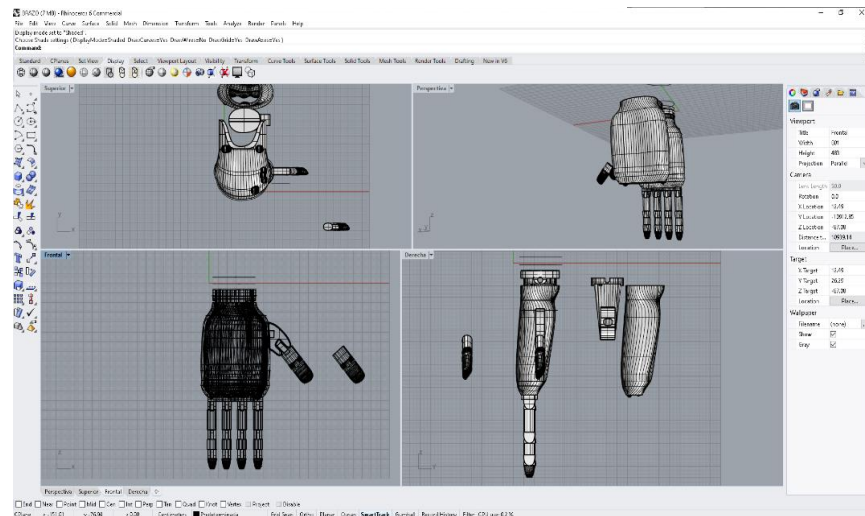


Fuente: Propia.

Este proceso es el que toma mayor tiempo para acomodar todos los polígonos y que se muestren como una prótesis de mano 3d, a través de todas las capas unidas generan superficies sólidas para poder ser imprimido en un material de plástico en una impresora 3d.

El diseño mostrado cuenta con 58 días de desarrollo y aun en la fase mostrada falta diseñar los sockets para sujetarlo al brazo del niño.

Gráfico Nro. 20: Proceso de ensamblado digital.



Fuente: Propia.

En la imagen se muestra el proceso de la unión de polígonos para luego formar múltiples capas que generan una superficie, internamente se genera un sólido y poder renderizar el diseño para obtener un acabado uniforme y limpio.

El proceso actual a pesar de que toma mucho tiempo se logra el objetivo de desarrollar la prótesis para el paciente.

### **5.6.2 Proceso de implementación.**

Para poder implementar una mejora en el desarrollo de los diseños y modelados de prótesis en 3d, se decidió sacar todo el provecho que ofrece el programa rhinoceros que actualmente se viene usando para diseñar de forma manual, el programa cuenta con un plugin llamado grasshopper

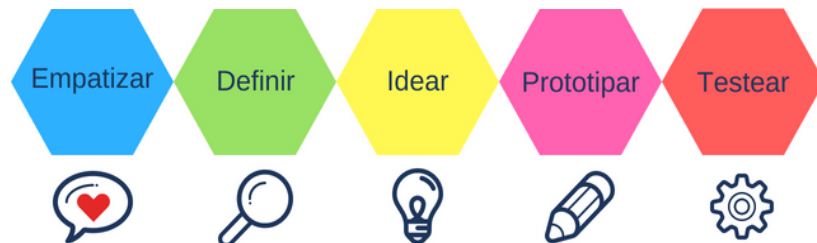
### **5.6.3 ¿Qué es grasshopper?**

es un lenguaje de programación visual desarrollado es un plugin que corre dentro de la aplicación CAD Rhinoceros 3D. Los programas son creados arrastrando componentes en el área de trabajo. Los componentes tienen entradas y salidas, las salidas se conectan a las entradas de los componentes subsecuentes. Es utilizado principalmente para programar algoritmos generativos. Muchos de los componentes de Grasshopper crean geometría 3D. Los programas pueden también contener otro tipo de algoritmos, tales como los numéricos y textuales audiovisual y aplicaciones hápticas, gracias al plugin que viene integrado en rhinoceros podremos se implementara el algoritmo paramétrico para automatizar el diseño y modelado de las prótesis.

Para desarrollar de forma eficiente la implementación del algoritmo paramétrico se usará la metodología de thinkig desing, dicha metodología nos guiará de forma ordenada a realizar nuestro objetivo.

Dicha metodología nos menciona seguir el siguiente proceso:

Gráfico Nro. 21: Metodología de thinking desing



Fuente: Propia.

Empatizar. Lo primero que se debe de hacer es conocer al paciente en profundidad y ponerse en su lugar. Se trata de saber qué necesitan, qué quieren, qué les gusta, para poder ofrecerle luego una solución totalmente adaptada a ellos.

Es aquí donde una encargada del grupo se dedica enteramente a evaluar la situación del paciente realizando entrevistas a los padres o la persona responsable, solicitando información sobre sus hijos o apoderados, dicha información es anotada y analizada para proponer las soluciones ideales para el paciente.

En esta oportunidad se realizó el proceso para el niño Joel donde recopilamos información de sus pasatiempos

Gráfico Nro. 22: Empatizar.



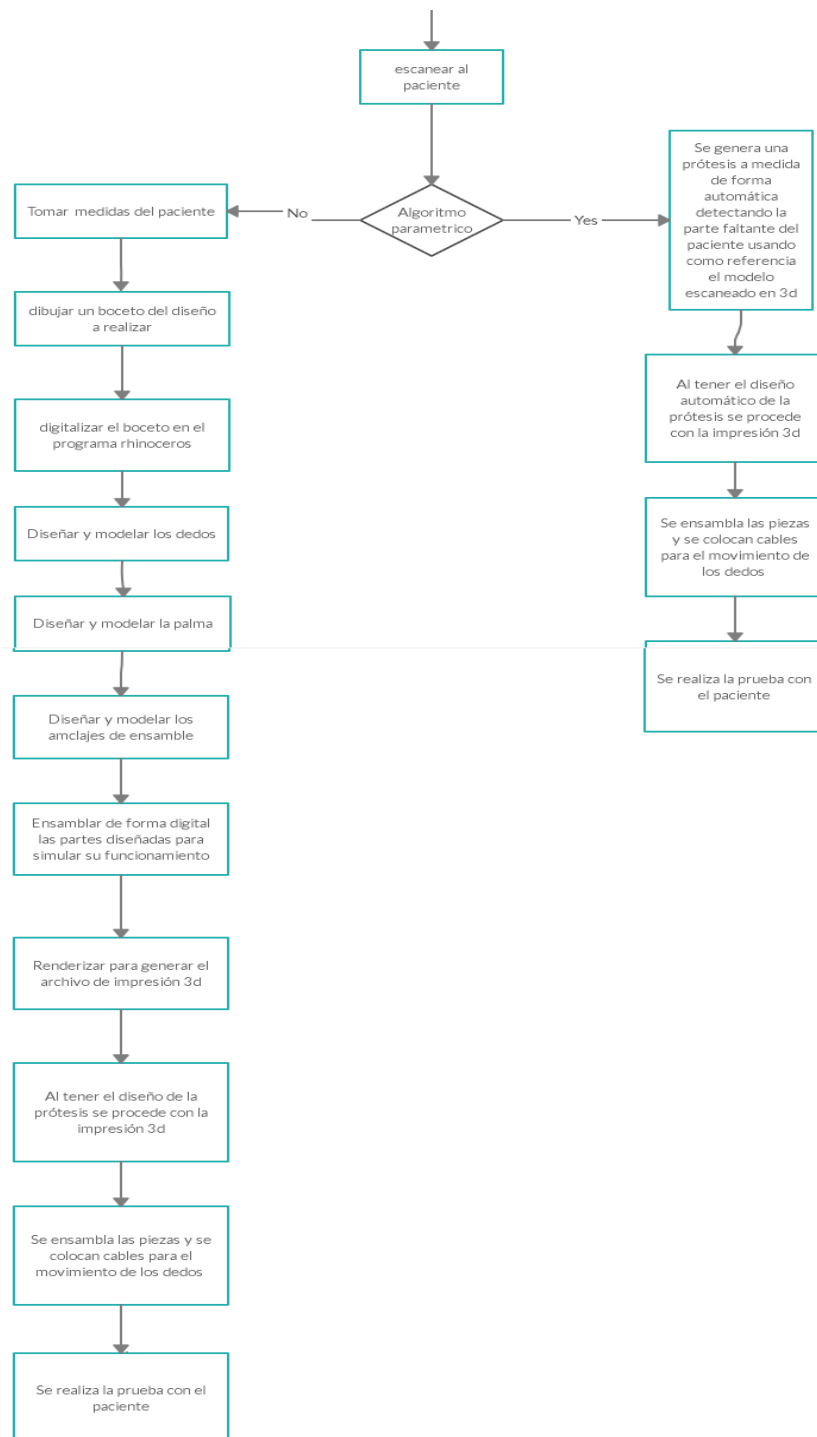
Fuente: propia.

Definir. El segundo paso será definir el problema y quedarnos solo con aquello que realmente nos va a ayudar a solucionarlo. Hay que filtrar toda la información que hemos ido recopilando en la investigación del proyecto para centrarnos en aquellos aspectos de interés para nuestro propósito.

Es aquí es donde se define el problema que deberíamos realizar procesos más rápidos para los pacientes en desarrollar sus prótesis 3dp, en el caso de Joel proviene de provincia y no puede mantenerse mucho tiempo en la ciudad de lima como para esperar mucho tiempo a la entrega de su pretesis de igual forma no cuenta con los recursos necesarios para poder viajar de forma periódica para realizar las pruebas requeridas.

Idear. Es el momento clave, la hora de ponerse realmente a pensar. En este método no vale pensar soluciones prácticas o clásicas. Toda idea es bien recibida, por muy extravagante que parezca. De una idea puede surgir otra más interesante y encontrar una solución innovadora, en esta etapa es donde se propone usar el algoritmo paramétrico.

Gráfico Nro. 23: Diagrama de flujo.



Fuente: Propia.



Desarrollo del algoritmo paramétrico

Se usará el programa rhinoceros para desarrollar el algoritmo en el plugin grasshopper

Gráfico Nro. 24: Icono de los programas a usar.



Fuente: Propia.

Se realiza la compra en la página de internet para poder descargar el programa

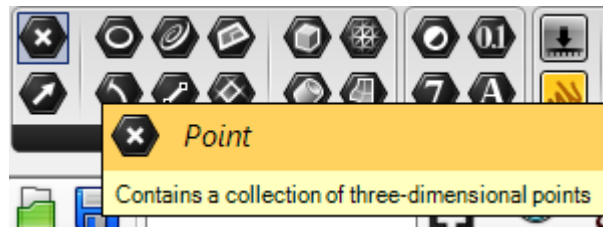
Usaremos la versión Rhino 6 para Windows y Mac que tiene el precio de 195US\$

luego de obtener e instalar el programa en la computadora se ubicará las siguientes herramientas dentro del plugin grasshopper.

Variables y componentes:

Las variables son aquellas que ingresaran datos al algoritmo como las medidas de ancho y alto y grosor de las superficies, por ello se usaran las siguientes variables.

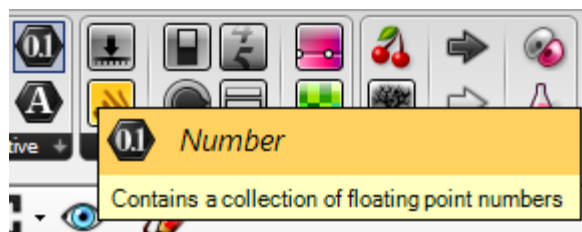
Gráfico Nro. 25: Variable punto.



Fuente: Propia.

Puntos: sirve para definir el inicio de la prótesis.

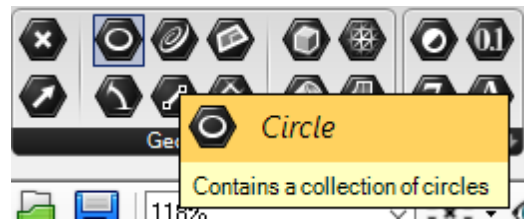
Gráfico Nro. 26: Variable número.



Fuente: Propia

Números, servirá para ingresar el tamaño y contorno de la prótesis.

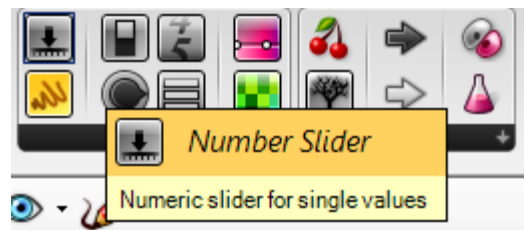
Gráfico Nro. 27: Variable círculo.



Fuente: Propia.

Círculo, genera una dimensión o un plano de trabajo.

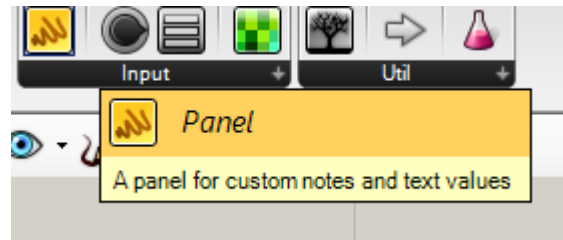
Gráfico Nro. 28: Variable número deslizador.



Fuente: Propia.

El deslizador de números nos servirá para graduar y controlar los valores ingresados.

Gráfico Nro. 29: Variable panel.



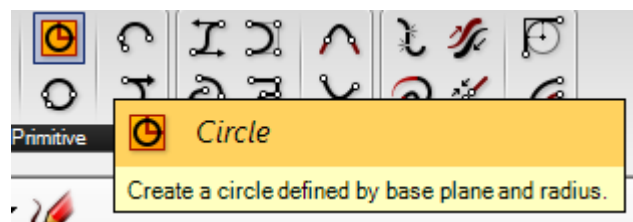
Fuente: Propia.

el panel sirve para agregar múltiples datos de forma manual para uso de coordenadas en el plano de 3 dimensiones.

**Componentes:** son aquellos que realizaran ordenes con las variables que ingresaremos

Los componentes que usaremos son los siguientes:

Gráfico Nro. 30: Componentes circulo.



Fuente: propia.

el componente circulo se encargará de duplicar el circulo generado por los puntos iniciales y creará múltiples círculos para delimitar un tamaño gracias a los datos ingresados en las variables.

Gráfico Nro. 31: Componente de movimiento.



Fuente: Propia.

el componente de movimiento es aquel que se encargara de ordenar la cantidad de círculos agregados en el componente anterior y los distribuirá en los x,y,z dando forma a las dimensiones ingresadas en las variables

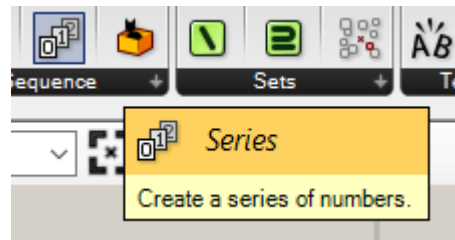
Gráfico Nro. 32:Componente de orientación z.



Fuente: Propia.

el unit z se encargará de ordenar los círculos en el eje z.

Gráfico Nro. 33: Componente series.



Fuente: Propia.

el componente series se encarga de acumular múltiples variables para enviarlas al unit z que ambas se encargaran de generar la multiplicación de los círculos en los distintos espacios requeridos por las variables ingresadas.

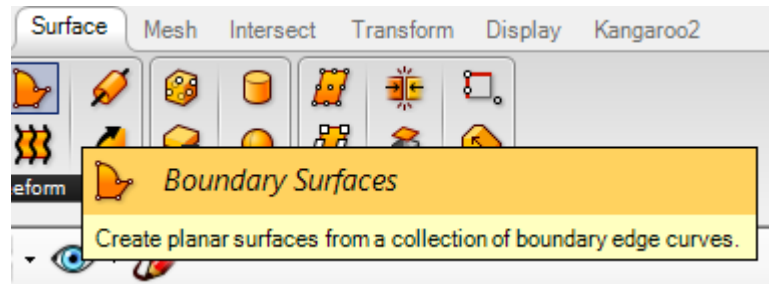
Gráfico Nro. 34: Lista de elementos.



Fuente: propia.

list item se encarga de guardar los datos distribuidos por los anteriores componentes, generando que si se modifica una variable por error o el diseño obtenido del paciente es similar a otro, nos devolverá un patrón de coincidencias con las variables que se ingresaron anteriormente, determinando el tamaño adecuado para cada paciente, sin necesidad de volver a rediseñar toda la prótesis

Gráfico Nro. 35: Perímetro de superficie.

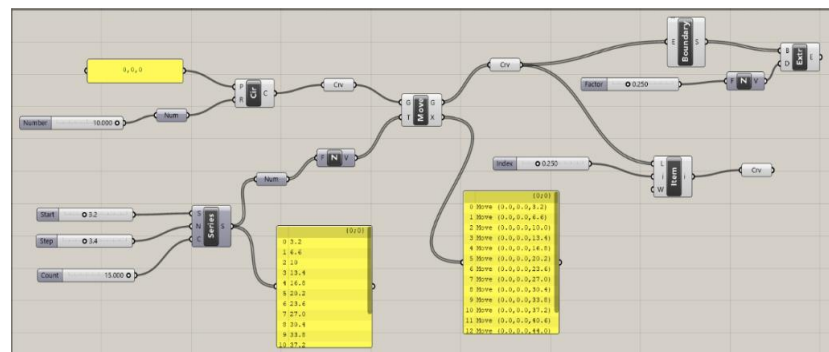


Fuente: Propia.

Boundary surfaces es un componente que modifica los círculos, transformando y modelando el patrón de círculos.

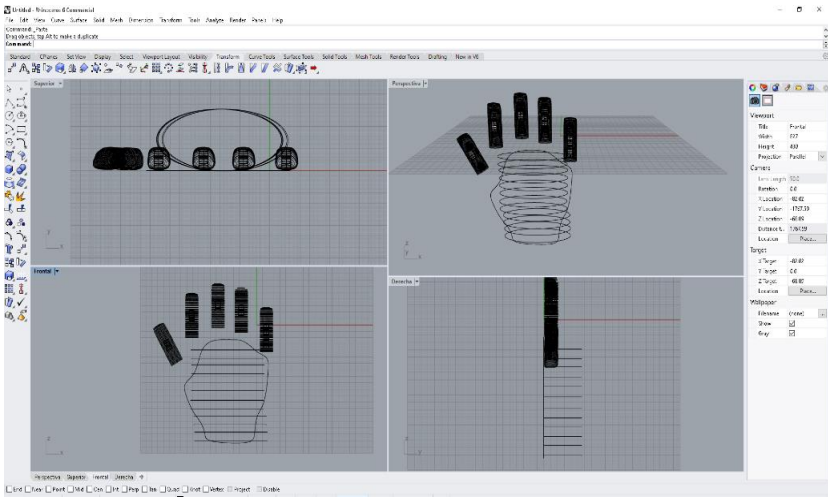
Generando la forma de un dedo, palma, mano, brazo, codo, antebrazo, hombro. Gracias a que el patrón circular al ser modificado puede generar modelos orgánicos.

Gráfico Nro. 36: La conexión de las variables más los componentes en su primera etapa.



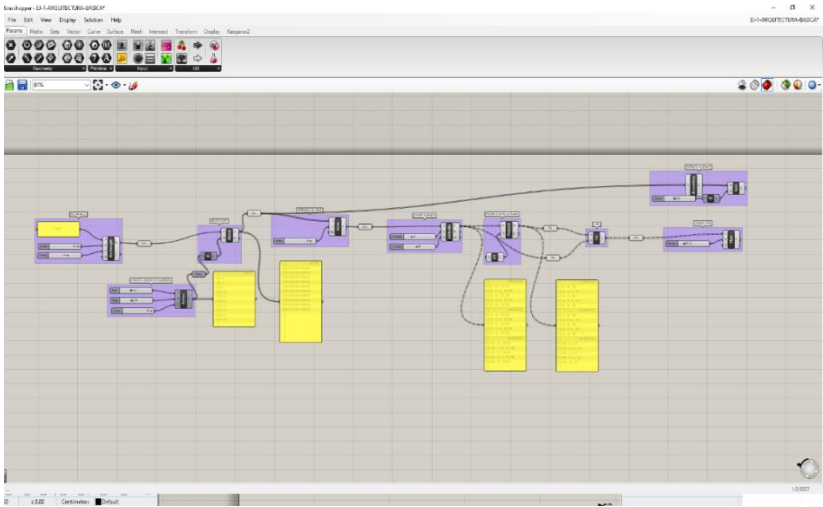
Fuente: Propia.

Gráfico Nro. 37: La conexión de las variables más los componentes en su primera etapa.



Fuente: Propia.

Gráfico Nro. 38: Multiplicando el mismo algoritmo 3 veces.

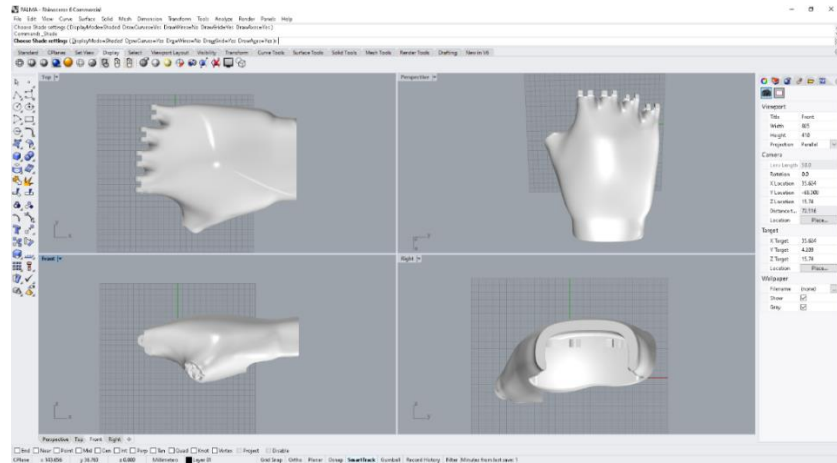


Fuente: Propia.

Generamos más cantidad de círculos y puntos llenando todos los espacios vacíos



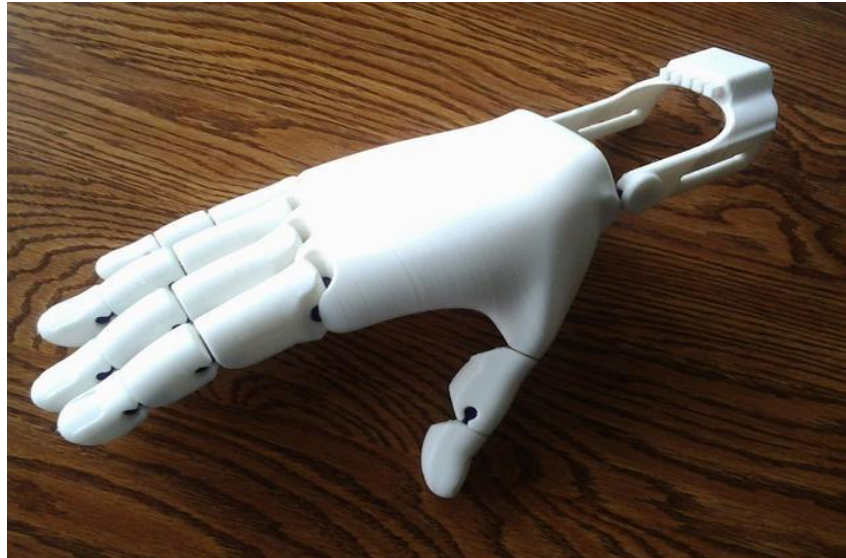
Gráfico Nro. 39:Imagen con renderizado y multiplicando el algoritmo.



Fuente: Propia.

Prototipar. Ya tenemos la idea, la solución y el problema. Es el momento de ponerlo en práctica. Una de las características de este paso es que se realiza un prototipo para ver qué tal funciona, si es útil, si cumple con los objetivos propuestos o no. En esta fase no se invierte mucho dinero ni tiempo. Hay que hacerlo rápido, es por ello que se realiza una impresión de prueba para evaluar si el algoritmo realizado genero de forma correcta la prótesis o cumple con el 90 % del propósito.

Gráfico Nro. 40:Prototipo impreso 3d



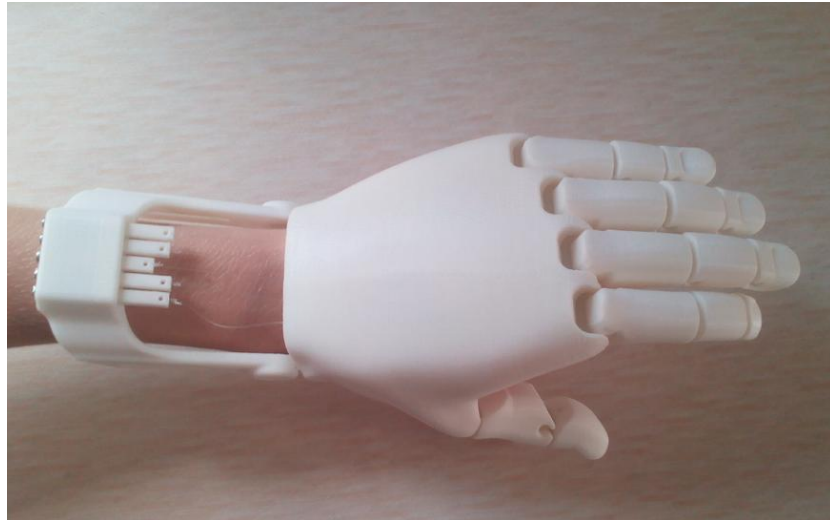
Fuente: Propia.

Gráfico Nro. 41:Prototipo impreso 3d



Fuente: Propia.

Gráfico Nro. 42:Prototipo impreso 3d



Fuente: propia.

Testear. Llega el momento de que el paciente lo pruebe, Las opiniones e ideas del paciente deben servir para mejorar el prototipo que se ha realizado. De esta forma tendremos una solución totalmente hecha a la medida de los clientes.

Gráfico Nro. 43:Prueba con el paciente final.



Fuente: propia.

## 5.7 Diagrama de Gantt.

Gráfico Nro. 44:Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración con canvas

## 5.8 Propuesta económica.

<b>Wayllusqa</b>			
<b>PLANIFICACION ECONOMICA</b>			
<b>NOMBRE</b>			
: Manuel Anibal Atuncar Carrillo			
<b>AREA:</b> Diseño y modelado 3d		<b>FECHA:</b> 01/07/2020	
<b>PRESUPUESTO</b>		<b>S/4.800,00</b>	
<b>SUMA DE LAS COMPRAS</b>		<b>S/4.723,50</b>	
<b>DINERO SOBRANTE</b>		<b>S/76,50</b>	
<b>CANT</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>P. UNIT</b>	<b>MONTO</b>
1	programa rhinoceros cad	S/ 643,50	S/643,50
1	mouse (logitech) alambrico	S/60,00	S/60,00
1	pad mouse	S/20,00	S/20,00
1	laptop hp core i7	S/1.500,0 0	S/1.500,00
1	antivirus nod 32	S/80,00	S/80,00
<b>Costos de servicios</b>			
3	Servicios de internet 20 mb	S/60,00	S/180,00
3	Servicio de luz	S/30,00	S/90,00
<b>Costos de mano de obra</b>			
1	Diseñar los polígonos para generar las dimensiones	S/500,00	S/500,00
1	Diseñar el algoritmo paramétrico	S/1.500,0 0	S/1.500,00
1	capacitación del uso del algoritmo	S/100,00	S/100,00
1	modificaciones adicionales post proceso	S/50,00	S/50,00
<b>TOTAL</b>			<b>S/4.723,50</b>

Fuente: Propia.

## VI. CONCLUSIONES.

Según los resultados obtenidos, se visualiza que existe un alto nivel de insatisfacción por parte de los voluntarios con respecto al proceso de diseño y modelado de prótesis 3D actual;

de esta manera se deduce que es indispensable la necesidad de realizar un algoritmo paramétrico para acelerar el proceso de diseñar y modelar prótesis 3D en la organización Wayllusqa – Lima; 2020.

Respecto a las conclusiones específicas se puede concluir lo siguiente:

1. La evaluación de la información obtenida en el área de diseño y modelado de la organización Wayllusqa, permitió identificar los problemas que aquejan a los voluntarios y de esa forma tomar las medidas necesarias para contrarrestar el problema.
2. La demora en entregar las prótesis 3D a los pacientes de la organización Wayllusqa, permitió realizar la propuesta de utilizar la metodología de Robert Aish, de esa forma poder buscar acelerar el proceso de diseño y modelado de prótesis 3D y poder entregarlas al paciente de forma rápida y oportuna.
3. La propuesta de implementar un algoritmo paramétrico en la organización Wayllusqa, usando la metodología de Robert Aish, permitirá realizar prótesis de forma automática a la medida del paciente.

El aporte implementar un algoritmo paramétrico en la organización wayllusqa, servirá para acelerar el proceso de diseño y modelado de las prótesis 3D, a la vez contarán con un sistema que automatizara el proceso de diseño que se acomodara a las necesidades del paciente.

El valor agregado de la investigación fue reducir el tiempo de entrega de la prótesis a los pacientes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Considerar la implementación de un algoritmo paramétrico para desarrollar las prótesis en 3d de forma automática.
2. Considerar en cuanto al desarrollo del algoritmo paramétrico, la metodología de Robert Aish
3. Es necesario mantener en constante capacitación al personal del área de diseño y modelado en 3D con la finalidad de desarrollar mejoras en el área.
4. Implementar con equipos modernos que cumplan los requerimientos para poder desarrollar las prótesis 3d y no presentar demoras en el proceso.
5. Tomar en cuenta la propuesta de implementar el algoritmo paramétrico a la brevedad posible, porque de ello depende la entrega rápida de las prótesis a los pacientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chambi J. Perú analítica. [Online].; 2016 [cited 2020 08 01. Available from: <http://www.peruanalitica.com/2016/11/machine-learning-y-data-mining/>.
2. INFOBAE. INFOBAE. [Online].; 2019 [cited 2020 08 01. Available from: <https://www.infobae.com/america/mexico/2019/06/27/la-primera-institucion-de-america-latina-en-dar-protesis-gratuitas-elaboradas-con-impresoras-3d-esta-en-mexico/>.
3. Turgaev Y. archdaily. [Online].; 2018 [cited 2020 08 15. Available from: <https://www.archdaily.pe/pe/883148/como-construir-una-biblioteca-urbana-parametrica-con-240-piezas-de-madera>.
4. Martin ZyMM. archdaily. [Online].; 2017 [cited 2020 08 15. Available from: <https://www.archdaily.mx/mx/891129/maohaus-antistatics-architecture>.
5. Hadid Z. issuu. [Online].; 2016 [cited 2020 08 15. Available from: [https://issuu.com/cartillasinvestigacion/docs/arquitectura\\_parametrica\\_en\\_medell\\_](https://issuu.com/cartillasinvestigacion/docs/arquitectura_parametrica_en_medell_).
6. GOMEZ J. repositorio.uncp. [Online].; 2018 [cited 2020 08 15. Available from: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5641?show=full>.
7. Romero E. rpp. [Online].; 2018 [cited 2020 08 15. Available from: <https://rpp.pe/campanas/contenido-patrocinado/inspirado-en-luke-skywalker-ingeniero-peruano-crea-protesis-de-bajo-costos-noticia-1237553?ref=rpp>.
8. Rodríguez R. andina. [Online].; 2017 [cited 2020 08 15. Available from: <https://andina.pe/agencia/noticia-investigador-peruano-desarrolla-protesis-biomedicas-a-traves-impresiones-3d-665567.aspx>.
9. Gómez DyWP. puntoedu. [Online].; 2019 [cited 2020 08 15. Available from: <https://puntoedu.pucp.edu.pe/noticias/ideas-roboticas-en-3d/>.
10. Barnett Y. usmp. [Online].; 2017 [cited 2020 08 15. Available from: [https://www.usmp.edu.pe/ivuc/pdf/Bambu\\_en\\_Lima.pdf](https://www.usmp.edu.pe/ivuc/pdf/Bambu_en_Lima.pdf).
11. Rodríguez Piero BVHDyJH. el comercio. [Online].; 2017 [cited 2020 08 15. Available from: <https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/impresion-3d-diseno-peruano-estacion-espacial-internacional-video-noticia-noticia-452406-noticia/>.
12. Hidalgo K. wayllusqa. [Online].; 2018 [cited 2020 08 15. Available from: [https://www.facebook.com/pg/AsociacionWayllusqa/about/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/AsociacionWayllusqa/about/?ref=page_internal).



- 13 Peru D. Datos Peru. [Online].; 2018 [cited 2020 08 15. Available from: . <https://www.datosperu.org/empresa-wayllusqa-20602883966.php>.
- 14 Hidalgo K. Historia de la organizacion. 2020 Aug 15. Entrevista para obtencion de la informacion de la . tabla de software.
- 15 sociedadiberoamericanadeanaplastologia. sociedadiberoamericanadeanaplastologia. [Online].; 2019 . [cited 2020 08 15. Available from: <http://www.sociedadiberoamericanadeanaplastologia.com/2019/03/asociacion-wayllusqa/>.
- 16 Alamo ON. revistacts. [Online].; 2020 [cited 2020 08 15. Available from: . [http://www.revistacts.net/files/Portafolio/alamo\\_editado.pdf](http://www.revistacts.net/files/Portafolio/alamo_editado.pdf).
- 17 Mariano R. IDIS proyecto. [Online].; 1886 [cited 2020 09 18. Available from: . <https://proyectoidis.org/william-friese-greene/>.
- 18 A B. animation world network. [Online].; 2004 [cited 2020 09 16. Available from: . <https://www.awn.com/vfxworld/photogrammetry-study-image-based-modeling>.
- 19 Hinton G. clever data. [Online].; 2020 [cited 2020 08 15. Available from: <https://cleverdata.io/que-es-machine-learning-big-data/>.
- 20 Bachman C. PowerData. [Online].; 2015 [cited 2020 08 15. Available from: . <https://blog.powerdata.es/el-valor-de-la-gestion-de-datos/bid/406549/qu-es-el-sistema-manejador-de-bases-de-datos#:~:text=Un%20sistema%20manejador%20de%20bases,y%20las%20distintas%20aplicaciones%20utilizadas>.
- 21 linkfang. linkfang. [Online].; 2020 [cited 2020 08 15. Available from: <https://es.linkfang.org/wiki/OLTP>.
- 22 proyectobasesdedatos2. proyectobasesdedatos2. [Online].; 2020 [cited 2020 08 15. Available from: . <https://sites.google.com/site/proyectobasesdedatos2ii/home/bd-oltp>.
- 23 sinnexus. sinnexus. [Online].; 2020 [cited 2020 08 15. Available from: . [https://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/olap\\_vs\\_oltp.aspx#:~:text=Los%20sistemas%20OLAP%20son%20bases%20de%20datos%20orientadas%20al%20procesamiento%20analítico.&text=Los%20datos%20se%20estructuran%20según%20las%20áreas%20de%20negocio%2C%20y,unifor](https://www.sinnexus.com/business_intelligence/olap_vs_oltp.aspx#:~:text=Los%20sistemas%20OLAP%20son%20bases%20de%20datos%20orientadas%20al%20procesamiento%20analítico.&text=Los%20datos%20se%20estructuran%20según%20las%20áreas%20de%20negocio%2C%20y,unifor).
- 24 tecnologia-informatica. tecnologia-informatica. [Online].; 2020 [cited 2020 08 15. Available from: . <https://www.tecnologia-informatica.com/sistemas-olap-cubos/>.

- 25 evaluandosoftware. evaluandosoftware. [Online].; 2017 [cited 2020 15 08. Available from:  
. <http://www.evaluandosoftware.com/etl-extraccion-transformacion-carga-datos/>.
- 26 Haramoto E. repositorio. [Online].; 2018 [cited 2020 08 15. Available from:  
. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152447/Proyectacion-paralela-metodologia-de-diseño-arquitectonico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- 27 Robert A. studioseed. [Online].; 2018 [cited 2020 08 15. Available from:  
. <http://www.studioseed.net/blog/software-blog/parametric-generative-design-blog/python-software-poo/robert-aish-el-padre-del-diseno-computacional/>.
- 28 Tamayo y Tamayo M. El proceso de la investigación científica. 4th ed. Tamayo MTy, editor. México:  
. Limusa; 2004.
- 29 Sampieri RH. Metodología de la investigación. 6th ed. Martínez MIR, editor. México: McGRAW-HILL /  
. INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.; 2014.
- 30 questionpro. questionpro. [Online].; 2020 [cited 2020 08 16. Available from:  
. <https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>.
- 31 Investigación EpCidÉe. CÓDIGO DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN. Resolución. CHIMBOTE – PERÚ: -  
. ULADECH Católica, Consejo Universitario; 2019.

# **ANEXOS**

## ANEXO NRO. 1: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla Nro. 28: Cronograma de Actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																	
N°	Actividades	Año 2020								Año 2020							
		Semestre I				Semestre II				Semestre I				Semestre II			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Elaboración del Proyecto	x															
2	Revisión del proyecto por el jurado de investigación		x														
3	Aprobación del proyecto por el Jurado de Investigación			x													
4	Exposición del proyecto al JI o asesor.				x												
5	Mejora del marco teórico					x											
6	Elaboración y validación del instrumento de recolección de Información						x										
7	Elaboración del consentimiento informado							x									
8	Recolección de datos								x								
9	Presentación de resultados								x								
10	Análisis e Interpretación de los resultados									x							
11	Redacción del informe preliminar										x						
12	Revisión del informe final de la tesis por el Jurado de Investigación												x				
13	Aprobación del informe final por el Jurado de Investigación													x			



## **ANEXO NRO. 2: PRESUPUESTO**

TITULO: Presupuesto para la investigación y la elaboración de encuesta a la organización

Wayllusqa

TESISTA: Manuel Anibal Atuncar Carrillo

INVERSIÓN: S/. 2715.00

FINANCIAMIENTO: RECURSOS PROPIOS

Tabla Nro. 29: Presupuesto.

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNIDAD	TOTAL PARCIAL	TOTAL
<b>1. REMUNERACIONES</b>				
1.1 Asesor	01	S/.1,000.00	S/.1,000.00	
1.2 Estadístico	01	S/.100.00	S/.100.00	
			S/.1,100.00	S/.1,100.00
<b>2. BIENES DE INVERSION</b>				
2.1 Computadora portátil	01	S/.1,500.00	S/.1,500.00	
			S/.1,500.00	S/.1,500.00
<b>3. SERVICIOS</b>				
3.1 Servicios de Internet	1 mes	S/.65.00	S/.65.00	
3.2 Servicio de Luz	1 mes	S/.50.00	S/.50.00	
			S/.115.00	S/.115.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/.2,715.00</b>

### **ANEXO NRO. 3: CUESTIONARIO**

#### **TITULO:**

**ESTUDIANTE:** Manuel Anibal Atuncar Carrillo

#### **PRESENTACIÓN:**

El presente instrumento forma parte del actual trabajo de investigación; por lo que se solicita su participación, respondiendo a cada pregunta de manera objetiva y veraz. La información a proporcionar es de carácter confidencial y reservado; y los resultados de la misma serán utilizados solo para efectos académicos y de investigación científica.

#### **INSTRUCCIONES:**

A continuación, se le presenta una lista de preguntas, agrupadas por dimensión, que se solicita se responda, marcando una sola alternativa con un aspa (“X”) en el recuadro correspondiente (SI o NO) según considere su alternativa

Tabla Nro. 30: Cuestionario por dimensiones.

<b>DIMENSIÓN 1: Satisfacción con respecto al proceso de diseño de prótesis 3d en la organización</b>			
<b>NRO.</b>	<b>PREGUNTA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	¿los diseños de prótesis 3d descargados de internet son de fácil modificación para usarlos en otro paciente?		
2	¿Las computadoras usadas en el proceso de diseño y modelado de prótesis cumplen con los requisitos requeridos por el área?		
3	¿Un diseño realizado para un paciente puede ser modificado fácilmente para otros?		
4	¿Los periféricos como mouse y tableta gráfica de las computadoras cumplen con los requisitos para diseñar y modelar prótesis 3d?		

5	¿Las computadoras tienen algún programa para protegerla de los virus que podrían dañar los archivos de diseño y modelado de la organización?		
6	¿Las computadoras reciben algún mantenimiento para mantenerlas en buen estado y mejorar su rendimiento?		
7	¿El personal se encuentra calificado para desempeñarse en el área de diseño y modelado de la organización?		
8	¿La organización capacita a los voluntarios para el uso de las nuevas tecnologías que se adquieren para el área?		
9	¿Los diseños realizados en la organización se entregan a tiempo al paciente?		
10	¿Existe algún control que califique el proceso de diseño y modelado de prótesis 3d en la organización?		

<b>DIMENSIÓN 2: Necesidad de desarrollar un algoritmo paramétrico</b>			
<b>NRO.</b>	<b>PREGUNTA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	¿La organización requiere de nuevas herramientas tecnológicas?		
2	¿Requieren de diseños de prótesis 3d propios?		
3	¿Se requiere mayor conocimiento sobre el desarrollo de prótesis?		
4	¿Se necesita usar alguna metodología ágil para la elaboración del algoritmo paramétrico?		
5	¿Es necesario mejorar el proceso de diseño y modelado para realizado de forma rápida?		
6	¿Es necesario aumentar los indicadores de entrega de las prótesis 3d?		
7	¿Existe alguna entidad que certifique la calidad del proceso realizado para la elaboración de prótesis 3d?		



8	¿Las otras áreas tendrían oportunidad para mejorar si se agiliza el proceso de diseño y modelado?		
9	¿Se necesita disponer de un catálogo donde existan diferentes diseños de prótesis 3d?		
10	¿Se necesita Automatizar todas las áreas de desarrollo de prótesis 3d?		

Fuente: Elaboración Propia

## **ANEXO NRO. 4: CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Investigador principal del proyecto:** Manuel Anibal Atuncar Carrillo.

### **Consentimiento informado**

Estimado participante,

El presente estudio tiene el objetivo: Realizar la implementación de un algoritmo paramétrico para el desarrollo de prótesis en 3d en la organización Wayllusqa, distrito de San Miguel, Departamento de Lima, 2020 con la finalidad de agilizar el diseño de prótesis 3d.

La presente investigación se informa que la organización Wayllusqa desarrolla prótesis en 3d para donar a niños con bajos recursos económicos de todo el Perú, sin embargo, el área de diseño y modelado demanda mucho tiempo para obtener un resultado, por el motivo que se genera todo el diseño desde cero es por ello que se busca agilizar el proceso de diseño para reducir los tiempos de entrega de una prótesis.

Toda la información que se obtenga de los análisis será confidencial y sólo los investigadores y el comité de ética podrán tener acceso a esta información. Será guardada en una base de datos protegidas con contraseñas. Tu nombre no será utilizado en ningún informe. Si decides no participar, no se te tratará de forma distinta ni habrá prejuicio alguno. Si decides participar, eres libre de retirarte del estudio en cualquier momento.

Si tienes dudas sobre el estudio, puedes comunicarte con el investigador principal de la organización, Atuncar Carrillo Manuel Atuncar al celular: 980586227, o al correo: [manuel.atuncar.maac@gmail.com](mailto:manuel.atuncar.maac@gmail.com).

Si tienes dudas acerca de tus derechos como participante de un estudio de investigación, puedes llamar a la Mg. Zoila Rosa Limay Herrera presidente del Comité institucional de

Ética en Investigación de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, Cel:  
(+51043) 327-933, Email: [zlimayh@uladech.edu.pe](mailto:zlimayh@uladech.edu.pe)

Obtención del Consentimiento Informado

Me ha sido leído el procedimiento de este estudio y estoy completamente informado de los objetivos del estudio. El (la) investigador(a) me ha explicado el estudio y absuelto mis dudas. Voluntariamente doy mi consentimiento para participar en este estudio:

Atuncar Carrillo Manuel Anibal

---

Nombre y apellido del participante

---

Nombre del encuestador