



TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE COACALCO

PROPUESTA DE PLAN DE MANUFACTURA DE
SILLA DE RUEDAS PARA PERSONAS CON
DISCAPACIDAD MOTRIZ DE MIEMBROS
INFERIORES

TESIS

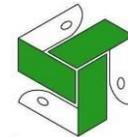
QUE SE PRESENTA PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL

PRESENTA
ING. AXEL MARTÍNEZ CHÁVEZ
MATRICULA 102110010

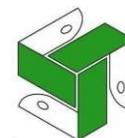
DIRECTOR DE TESIS
M. EN C. RICARDO RODRÍGUEZ FIGUEROA

COACALCO DE BERRRIOZÁBAL, DICIEMBRE 2024



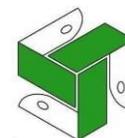
RESUMEN

Este trabajo pretende promover el desarrollo tecnológico aplicado al beneficio de un grupo de personas carentes de sus extremidades inferiores, ya sea por cuestiones biológicas o producto de alguna circunstancia accidental. Es por ello, que se considera un mecanismo ya existente para aplicar la reingeniería y diseño para la mejora y evolución de dicho sistema, dicho mecanismo es una silla de ruedas convencional y de ahí surgió la idea conceptual, que es una silla de ruedas con un sistema para controlar el movimiento necesario para moverse de forma autónoma. En el proyecto se desarrolla una metodología para un diseño estructural para el prototipo, una especie de exoesqueleto bajo el principio de funcionalidad de una silla de ruedas, permitiendo a un individuo sin extremidades inferiores pueda alcanzar objetos a la altura promedio del grupo social en el que desarrolla. Se expone el desarrollo del proyecto hasta el ensamblaje y fabricación de un “PROTOTIPO” haciendo uso de las tecnologías de impresión 3D. Concurrentemente se realizó el control eléctrico y la programación de sensores y actuadores, que permitan el adecuado funcionamiento y características del prototipo en cuestión. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos, que describen el funcionamiento óptimo del prototipo, expresando mediante ecuaciones de comportamiento, simulaciones y pruebas físicas del ensamble final.

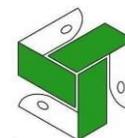


INDICE

RESUMEN	2
INDÍCE DE FIGURAS	5
INDÍCE DE TABLAS	8
INTRODUCCIÓN	9
JUSTIFICACIÓN	10
CAPITULO I	11
MARCO TEÓRICO	11
1.1 La discapacidad y problemas sociales.....	12
1.2 Historia de las sillas de ruedas	13
1.3 Tipos de sillas de ruedas	16
1.3.1 Silla de ruedas manuales.....	16
1.3.2 Sillas de ruedas eléctricas	17
1.3.3 Sillas de ruedas para deporte	18
1.3.4 Sillas salva escaleras.....	19
1.3.5 Sillas de ruedas inteligentes	20
1.4 Tipo de materiales de sillas de ruedas.....	23
1.4.1 Silla de ruedas ordinaria	23
1.4.2 Silla de ruedas reclinable con respaldo alto	24
1.4.3 Silla de ruedas eléctrica	24
1.4.4 Silla de ruedas plegable de acero	25
1.4.5 Silla de ruedas plegable.....	25
1.4.6 Silla de ruedas plegable de titanio	26
1.5 Partes de una silla de ruedas	26
1.5.1 Chasis de la silla de ruedas	27
1.5.2 Material.....	28
1.5.3 Ruedas delanteras.....	28
1.5.4 Reposapiés.....	29
1.5.5 Asientos.....	29
1.5.6 Respaldos.....	30
1.5.7 Aros de propulsión	30
1.5.8 Frenos	31
1.6 Beneficios físicos de la silla de ruedas con bipedestación	31
1.6.1 Mejora la función respiratoria	31
1.6.2 Mejora del flujo sanguíneo.....	32



1.6.3	Mejora de la función de la vejiga y la función intestinal	32
1.6.4	Mejora la densidad ósea	33
1.6.5	Úlceras por presión	33
CAPITULO II	.....	34
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	.....	34
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	.....	35
OBJETIVOS	.....	37
Objetivo general	.....	37
Objetivos específicos	.....	37
CAPITULO III	.....	38
DESARROLLO	.....	38
3.1	Diseño de los bocetos	39
3.2	Diseño en SOLIDWORKS	43
3.3	Diseño de ensamblés (Estructura).....	47
3.4	Impresión 3D (Maqueta)	50
3.5	Desarrollo del prototipo a escala	51
3.6	Sistema de control.....	56
3.7	Aproximación de dimensiones reales promedio.....	59
3.8	Arduino.....	61
CAPITULO IV	.....	64
RESULTADOS	.....	64
4.	Sistema de control.....	65
4.1	Cálculos	68
4.1.1	Cálculo para una pendiente	68
4.2	Tabla de presupuesto, normas ISO	71
4.2.1	Características del material ISO N = Aluminio.....	74
4.2.2	Grupos de materiales	75
4.3	Planos mecánicos y eléctricos.....	79
4.4	Plan de trabajo	80
4.5	Fichas de procesos	81
4.6	Administración del plan de trabajo.....	86
CONCLUSIONES	.....	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	.....	92
GLOSARIO	.....	93
ANEXOS	.....	94



INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1: Discriminación y problemas sociales con discapacitados	12
Figura 2: Diseño de silla de ruedas Bath de Dawson	13
Figura 3: Silla del ReyFelipe	14
Figura 4: Modelo de silla con mecanismo de autopropulsión	14
Figura 5: Silla de ruedas Bath	15
Figura 6: Silla de rueda motorizada.....	15
Figura 7: Silla de ruedas autopropulsada	16
Figura 8: Silla de rueda manual.....	16
Figura 9: Silla de ruedas eléctrica	17
Figura 10: Sillas de ruedas deportivas de baloncesto.....	18
Figura 11: Handbikes aerodinámicas	18
Figura 12: Silla salva escaleras.....	19
Figura 13: silla de ruedas inteligente.....	20
Figura 14: Hombre en silla de ruedas inteligente.....	21
Figura 15: Silla de ruedas de bipedestación.....	22
Figura 16: Silla de ruedas ordinaria.....	23
Figura 17: Silla de ruedas reclinable con respaldo alto.....	24
Figura 18: Silla de ruedas eléctrica plegable.....	25
Figura 19: Silla de ruedas plegable de obbocare airwhell.....	25
Figura 20: Silla de ruedas plegable de obbocare airwhell.....	26
Figura 21: Silla de ruedas.....	26
Figura 22: Medidas de ruedas para silla de ruedas	28
Figura 23: Reposapiés para silla de ruedas.....	29
Figura 24: Respaldo de una silla de ruedas	30
Figura 25: Aros de propulsión	30
Figura 26: Frenos para sillas de ruedas.....	31
Figura 27 Diseño del mecanismo1	39
Figura 28 Visualización de cerca del mecanismo	39
Figura 29 Lluvia de ideas	40
Figura 30 Demostración de piezas separadas	40
Figura 31 Piezas nivel 1	41
Figura 32 Pieza para componente de elevación.....	41

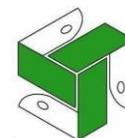


Figura 33 Modelo de arcilla	42
Figura 34 Pieza 1 Base.....	43
Figura 35 Pieza 2 Riel.....	44
Figura 36 Pieza 3 Rodamiento.....	44
Figura 37 Rodamiento 2 más esfera	45
Figura 38 Ensamble rodamientos.....	46
Figura 39 Partes del mecanismo.....	46
Figura 40 Ensamble rueda y base.....	47
Figura 41 Movimiento lateral ensamble.....	47
Figura 42 Modelo de ensamblaje SOLIDWORKS	48
Figura 43 Modelo de ensamblaje del mecanismo	48
Figura 44 Adición de asiento.....	49
Figura 45 Adición respaldo.....	49
Figura 46 Primeras piezas de la impresión	50
Figura 47 Segundo avance de impresión	50
Figura 48 Ruedas y base desplegable	51
Figura 49 Ensamble ruedas y base desplegable.....	52
Figura 50 Ensamble rieles-base desplegable.....	52
Figura 51 Ensamble ruedas-base principal	53
Figura 52 Piezas para el mecanismo	53
Figura 53 Ensamble base-mecanismo	54
Figura 54 Ensamble asiento.....	54
Figura 55 Piezas para el respaldo.....	55
Figura 56 Ensamble final.....	55
Figura 57 Diagrama de control.....	56
Figura 58 Diagrama funcionamiento inicial.....	57
Figura 59 Diagrama de bloques	58
Figura 60 Diagrama de bloques de procesos.....	58
Figura 61 Dimensiones a escala	60
Figura 62 Código control de velocidad	61
Figura 63 Simulación carga de baterías.....	62
Figura 64 Simulación proteus funcionamiento "joystick"	63
Figura 65 Esquema de conexión Arduino.....	63
Figura 66 Conexión en físico.....	65
Figura 67 Proceso de placa PCB	65

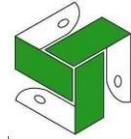
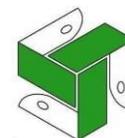
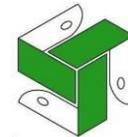


Figura 68 Perforación y soldadura PCB	66
Figura 69 Circuito físico conectado	67
Figura 70 Diagrama de conexión digital	76
Figura 71 Visualización de del cableado	77
Figura 72 circuito con terminales.....	78
Figura 73 Plano eléctrico	79



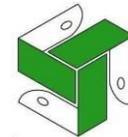
INDÍCE DE TABLAS

Tabla 1 Medidas antropométricas	59
Tabla 2 Espacios contemplados.....	60
Tabla 3 Características del aluminio.....	69
Tabla 4 Aproximación de peso real	70
Tabla 5 Estructura de acero	70
Tabla 6 Cotización de trabajo y material	71
Tabla 7 Normas mexicanas sobre materiales y sus especificaciones.....	73
Tabla 8 Código de color	78
Tabla 9 Plan de trabajo	80
Tabla 10 Ficha de proceso para acciones de mejora de producción	81
Tabla 11 Ficha de proceso para revisión del sistema de gestión de calidad.....	83
Tabla 12 Ficha de proceso para el seguimiento de procesos	84
Tabla 13 Ficha de proceso para el seguimiento de equipos de media	85
Tabla 14 Grafica de dispersión de tiempos en actividades por área.....	86
Tabla 15 Registros de tiempos por áreas	87
Tabla 16 Histograma descriptivo de actividades.....	87
Tabla 17 Diagramas de caja y para la especificación de tiempos.....	88
Tabla 18 Diagramas de violín.....	88
Tabla 19 Diagramas de Raincloud plot.....	89
Tabla 20 Diagrama Q-Q	90
Tabla 21 Diagramas de líneas.....	90



INTRODUCCIÓN

Con el paso de los años la ortopedia moderna ha estado evolucionando con el fin de ofrecer la mejor asistencia y una mejoría al respecto de la salud de los usuarios, en la actualidad la ingeniería y la tecnología trabajan en conjunto con el propósito de alcanzar soluciones. La mecatrónica es una de las ramas de la ingeniería que ayuda con dichos prototipos para la mejora de movimiento a personas con dicha discapacidad para adaptarse al ritmo de vida actual. El proyecto aborda temas tales como; el diseño y el análisis estructural de un prototipo de una silla de ruedas, mediante el software CAM en el cual se generarán las piezas que se utilizarán tomando en consideración las dimensiones de una silla real para el desarrollo de algún ensamble a escala, además de que las simulaciones Revista Digital Innovación Científica y Tecnológica en las Ingenierías <https://sites.google.com/view/revista-icti> ISSN: 2594-2131 ·Año 6 No. 6·septiembre 2023 – agosto 2024 ·TecNM-TESSCo·México 551 ayudan a entender un poco mejor como es que funcionaria en el plano real. La alternativa que se ofrece en esta ocasión se centra en el que el funcionamiento sea elevadizo cuyo mecanismo funcione mediante un proceso que no sea manual. La función que se desarrollará en este prototipo será implantada en el proyecto a escala, aumentando la autonomía de la vida cotidiana de las personas minusválidas.



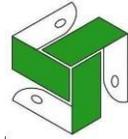
JUSTIFICACIÓN

Anteriormente, se ha considerado que una silla de ruedas es poco importante y de baja utilidad, sin embargo, influye en la vida cotidiana de algunas de las personas que necesitan de ella, es por eso que se busca mejorar el mecanismo considerando así, la adaptación de la silla de ruedas junto con el avance de tecnológico, con la finalidad de que sea compatible con el cuerpo humano.

Con base a los datos recabados por el INEGI en el 2017, arrojaron que el número de discapacitados tuvo un aumento de 7 millones de personas, lo cual demuestra que año con año el porcentaje de individuos con discapacidad motriz tiene un aumento considerable, por lo cual fomenta la importancia de atender las necesidades de este conjunto de personas para que puedan vivir de manera digna y mejorar su calidad de vida.

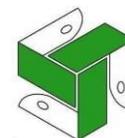
El proyecto tiene como objetivo atender la realidad social en la que viven las personas con discapacidad, por lo que se considera fabricar un modelo de desarrollo tecnológico que beneficie las condiciones ergonómicas y estéticas de los individuos que carecen de sus extremidades inferiores.

Esta propuesta de prototipo cumple con los requisitos de diseño necesarios para el funcionamiento de lo que se pretende, que dicho en pocas palabras se basa en un mecanismo plegable basado principalmente en el funcionamiento de una silla de ruedas convencional, los modelos mecánicos y eléctricos se definieron mediante análisis numéricos para estimar el comportamiento de los sistemas en la realidad.



CAPITULO I

MARCO TEÓRICO



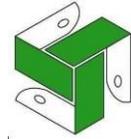
1.1 La discapacidad y problemas sociales.

La discapacidad es un problema de salud pública tan importante como la mortalidad, debido a las repercusiones en la vida de quien la presenta, ya que conlleva un deterioro del estado general de salud, peor calidad de vida, menor participación económica y tasas más altas de pobreza. Además, la presencia de discapacidad física, mental o de otro tipo, implica el deterioro en la capacidad de respuesta necesaria para establecer y mantener relaciones, interacciones y participación como lo haría una persona sana.



Figura 1: Discriminación y problemas sociales con discapacitados.

Quienes viven con discapacidad se enfrentan a mayores barreras en el acceso a los servicios de salud y una mayor exclusión social. Si bien, la población mexicana ha mostrado una alta sensibilización hacia la inclusión laboral y social de las PCD, aún se reportan episodios de discriminación en el país. [3]



1.2 Historia de las sillas de ruedas.

Hoy en día, las sillas de ruedas se utilizan eficazmente en todo el mundo como dispositivo de apoyo médico. Puedes verlos en hospitales. También parece que los vemos más en lugares de rehabilitación. No tanto en las calles a pesar de que tenemos mucho hándicap accesible lugares para ir.

Existe incertidumbre sobre la invención de sillas de ruedas y su primer inventor. Algunos estudiosos dudan de que la historia de comienza la silla de ruedas entre los siglos IV y VI

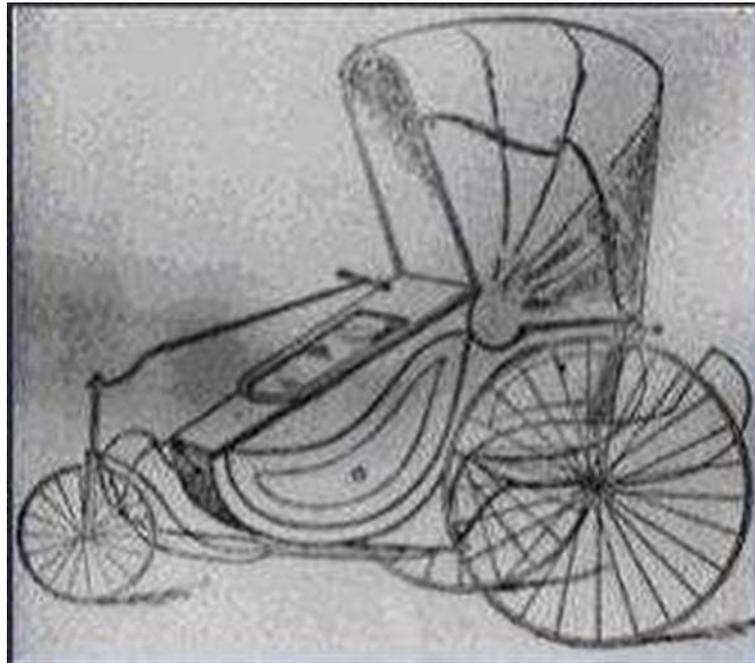
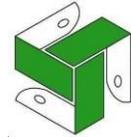


Figura 2: Diseño de silla de ruedas Bath de Dawson.

Por lo tanto, los primeros registros de sillas de ruedas fueron encontrados en China. En China, las carretillas se utilizaron para mover personas y pesados objetos. Este es un momento de inventos para llevar cosas de un lugar a otro.



1595: El primer conocido silla de ruedas, especialmente diseñado para discapacidad, se llamaba "silla de inválido". Un inventor desconocido lo diseñó en 1595 para el rey Felipe II, que era el rey de España. Era una silla elaborada que contenía dos reposabrazos y reposa piernas.



Figura 3: Silla del Rey Felipe

A partir de 1655, hubo un discapacitado relojero, Stephan Farffler, en Alemania. A los 22 años, él mismo inventó la silla, conocida como la primera silla autopropulsada. Silla de ruedas. La invención de esta silla fue un gran paso hacia la evolución de sillas de ruedas, aunque fue bastante pesado y difícil de empujar. (CSR)

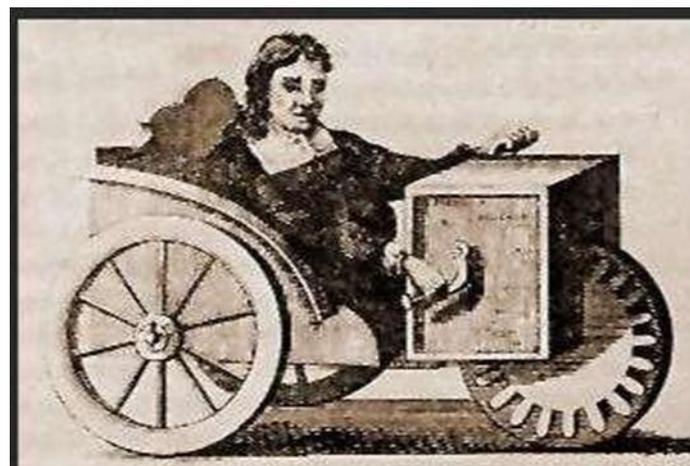
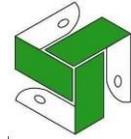


Figura 4: Modelo de silla con mecanismo de autopropulsión.



El siguiente hito en la historia de la silla de ruedas es la invención de la silla “Bath”. Tenía dos ruedas traseras de gran tamaño y una tercera, mucho más pequeña, en la parte delantera. A este prototipo, que será la primera silla de ruedas patentada, se le fueron añadiendo mejoras como los aros de propulsión y ruedas de goma.

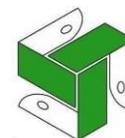


Figura 5: Silla de ruedas Bath

El siglo XX, plagado de novedades a nivel tecnológico, también supuso la introducción de las ruedas radiadas. Sorprendentemente, poco después de empezar el siglo, en plena Guerra Mundial (1916), se fabricó en Londres la primera silla de ruedas motorizada. [2]



Figura 6: Silla de rueda motorizada.



1.3 Tipos de sillas de ruedas

Actualmente existen diferentes alternativas a la hora de adquirir una silla de ruedas. Esta opción puede ser interesante en enfermedades degenerativas en las que se puede presuponer que, cumplido un plazo de tiempo, la silla ya no será de utilidad. Aquí se muestran algunas de ellas y sus características:

1.3.1 Silla de ruedas manuales

Son sencillas, para usarse tanto en interior como en exterior y cuentan con un asiento con respaldo además de la posibilidad de personalizar la silla con multitud de accesorios existentes.

- Silla de ruedas autopropulsora: Las ruedas laterales incorporan aros para que el propio usuario pueda propulsarse con las manos y además incluyen manetas en la espalda para que otra persona empuje la silla.

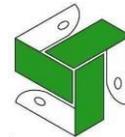


Figura 7: Silla de ruedas autopropulsada

- Silla de ruedas no autopropulsada: Estas sillas de ruedas no cuentan con los aros en las ruedas laterales y solo van a poder ser propulsadas por otra persona. En este caso, las ruedas traseras son más pequeñas.



Figura 8: Silla de rueda manual



1.3.2 Sillas de ruedas eléctricas

Este tipo de sillas de ruedas están destinadas para personas con movilidad reducida que quieran aumentar su autonomía en los desplazamientos.

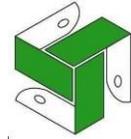
Las sillas de ruedas eléctricas son sillas de ruedas que cuentan con motor, una batería que les proporciona energía y un cuadro de mando que permite su uso y manejo de forma segura. [8]



Figura 9: Silla de ruedas eléctrica

Las sillas de ruedas eléctricas plegables son muy parecidas a las sillas de ruedas manuales. La diferencia estriba en dos cosas. La primera que debemos de desmontar las baterías para que así podamos efectuar el plegado de esta. La segunda es que aun quitando las baterías el peso de la silla es elevado para poder cargarlo con comodidad en un coche. Puedes tener multitud de funciones. Dentro de estas las más habituales son: Trepa bordillos: es un mecanismo que nos permite subir pequeños bordillos estando la persona en la propia silla.

Respaldo reclinable: Puede ser tanto racionamiento manual, Con lo cual necesita de otra persona que lo haga, o de accionamiento eléctrico. De esta forma el propio usuario puede a su voluntad reclinar o vascular la silla en el momento que el desee. [5]



1.3.3 Sillas de ruedas para deporte

Aunque el más conocido es el baloncesto en silla de ruedas, otros deportes como el tenis, el pádel, el ciclismo o el rugby adaptado también utilizan sillas de ruedas deportivas. Las sillas de baloncesto y tenis requieren velocidad, estabilidad y facilidad de giro, de ahí la angulación de sus ruedas. A continuación, unas de ellas:

- Sillas de ruedas deportivas de baloncesto: Las sillas de ruedas deportivas de baloncesto requieren, fundamentalmente, dos cosas: un armazón rígido y un sistema antivuelco.

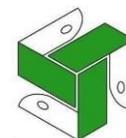


Figura 10: Sillas de ruedas deportivas de baloncesto

- Handbikes aerodinámicas, personalizables y ligeras: Las sillas de ruedas deportivas para practicar ciclismo son las handbikes, útiles tanto para practicar deporte de élite como para ejercitar la musculatura. Las handbike Shark de QUICKIE son sinónimo de ligereza y resistencia. [12]



Figura 11: Handbikes aerodinámicas



1.3.4 Sillas salva escaleras

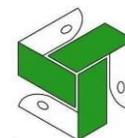
Se trata de un sistema de elevación que, a través de una guía o riel instalado a lo largo de una escalera, permite a las personas mayores o con movilidad reducida, pasar de un piso a otro, o de un nivel a otro.

Actualmente, se pueden encontrar varios tipos de silla salva escalera pensados para adaptarse a los diferentes espacios o tipos de escaleras.

- Dependiendo del recorrido. Las hay para escaleras rectas y curvas. En este último caso se incluirían las escaleras con una o más curvas en un tramo, las de “caracol”, las de “hélice” y las que presentan diversos rellanos.
- De su ubicación, según vaya a ser instalada en un espacio interior o exterior, que serán de intemperie.
- Según el tipo de guía o raíl. Existen con un raíl, doble, de acero inoxidable...
- Según su instalación, si requieren obras o no.
- Calidad del acabado. Es un punto importante, el cual puede encarecer mucho el presupuesto. [1]



Figura 12: Silla salva escaleras.



1.3.5 Sillas de ruedas inteligentes

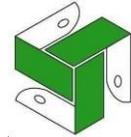
El principal objetivo es que las personas que deban usarlas no necesiten realizar esfuerzos con sus manos y brazos, sino que puedan trasladarse hacia el lugar que quieren sólo con pensarlo. Esta silla inteligente está diseñada con un ordenador y un casco que se encargan de leer y gestionar los movimientos. Efe Gleb Urvánov del Instituto de Ingeniería y Física de Moscú (MIFI), es el científico al mando de la comunicación del proyecto. El mismo aseguró que el dispositivo es capaz de leer lo que esa persona piensa y llevarlo a dónde quiere ir.

Inspirados en la silla de ruedas inteligente que utiliza Stephen Hawking, los especialistas rusos aseguran que el mecanismo desarrollado es tan inteligente que permite dirigir a la persona hacia el lugar que realmente quiere ir, no adonde indica su mano sino donde realmente piensa ir. Sin embargo, no es una silla fácil de usar ya que se requiere de un tiempo de adaptación e instrucción. Al no depender de los brazos sino del cerebro, la persona al mando debe aprender a manejarlo.

El sistema consiste en leer los impulsos eléctricos nerviosos, el estado emocional de la persona, su voz y sus músculos del rostro. Para ello, se deberá utilizar un casco que permite pegarse a la sien para traducir los movimientos, además se puede grabar la mímica del rostro y la dirección de su mirada. [15]



Figura 13: silla de ruedas inteligente.



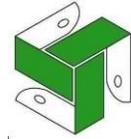
La silla de ruedas del futuro estará guiada por el pensamiento y las emociones del ser humano. La silla permitirá desplazarse a las personas incapaces de realizar movimientos de manera autónoma. Un ordenador equipado con un software especial se encargará de decodificar en tiempo real las señales enviadas por el cerebro, elaborará una biblioteca digital de comandos y seguidamente, activará los controles de la silla.

Las emociones también juegan un importante papel en el funcionamiento de la silla ruedas, pero estas no son siempre positivas, por lo que el sistema incorporado puede rebelarse contra el usuario en caso de que comande ponga en peligro su salud.

El objetivo es sortear posibles obstáculos y evitar accidentes, algo no descartable, ya que hablamos de pacientes con enfermedades motoras que no pueden caminar, moverse, hablar o tragar. [9]



Figura 14: Hombre en silla de ruedas inteligente.



1.3.6 Sillas de ruedas de bipedestación

Se trata de una silla que permite al paciente que la utiliza ponerse de pie para hacer su día a día mucho más fácil.

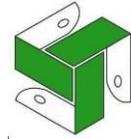
Dentro de las sillas de ruedas de bipedestación, existen dos tipos diferentes, las manuales y las eléctricas, que como es lógico, las eléctricas están dejando atrás a las manuales ya que son mucho más cómodas de utilizar y requieren menos esfuerzo.

Es muy importante este tipo de silla de ruedas porque si conseguimos tener la postura de estar de pie unos treinta minutos al día, conseguimos que nuestro organismo mejore y obtendremos muchos beneficios como:

- Nos ayuda a prevenir las úlceras causadas por la presión.
- Reduce el riesgo de padecer contracturas y anquilosis.
- Mejora la función de la vejiga y disminuye las infecciones causadas en el tracto urinario.
- Activa todo el sistema circulatorio y mejora la función cardiopulmonar.
- También nos ayuda a mejorar el tránsito digestivo y su función.
- Previene la osteoporosis.
- Aumenta la calidad de vida del paciente y su independencia.
- Mejora el equilibrio y la fuerza de la parte superior del cuerpo.
- Reduce el dolor que causa estar tanto rato sentado.
- Por último, amplía los movimientos de las caderas, los tobillos y las rodillas.



Figura 15: Silla de ruedas de bipedestación.



1.4 Tipo de materiales de sillas de ruedas

En la actualidad, existen muchos tipos de sillas de ruedas en el mercado, que se pueden dividir en aleaciones de aluminio, materiales livianos y acero, como sillas de ruedas comunes y sillas de ruedas especiales por tipo. Las sillas de ruedas especiales también se pueden dividir en series de sillas de ruedas deportivas, series de sillas de ruedas electrónicas, series de sillas de ruedas laterales del asiento, series de sillas de ruedas auxiliares de pie, etc.

1.4.1 Silla de ruedas ordinaria

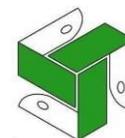
Compuesto principalmente por el marco de la silla de ruedas, la rueda, el freno y otros dispositivos.

Ámbito de aplicación: Disminución de las extremidades inferiores, hemiplejía, paraplejía debajo del tórax y personas mayores con molestias en el movimiento.

Según el modelo y el precio, se divide en: asiento rígido, asiento blando, neumático o sólido, entre los cuales: el reposabrazos y el pedal fijos son más baratos.



Figura 16: Silla de ruedas ordinaria.



1.4.2 Silla de ruedas reclinable con respaldo alto

Ámbito de aplicación: Alto parapléjico y anciano frágil y enfermo.

Características:

1. El respaldo de la silla de ruedas reclinable es tan alto como el reposabrazos desmontable y el pedal giratorio de la cabeza del ocupante. El pedal se puede levantar y bajar 90 grados, y el soporte se puede ajustar a la posición horizontal.
2. El respaldo se puede ajustar en secciones o se puede ajustar al nivel sin ningún paso (una cama). El usuario puede descansar en una silla de ruedas. El reposacabezas también se puede quitar.

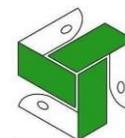


Figura 17: Silla de ruedas reclinable con respaldo alto.

1.4.3 Silla de ruedas eléctrica

Ámbito de aplicación: para personas con paraplejia alta o hemiplejia pero que tienen la capacidad de control con una sola mano.

La silla de ruedas eléctrica es propulsada por una batería. Tiene una capacidad de carga continua de unos 20 kilómetros. Tiene un dispositivo de control de una mano que puede avanzar, retroceder y girar, y puede usarse en interiores y exteriores. El precio es más alto. [7]



1.4.4 Silla de ruedas plegable de acero

El acero es un material extensamente utilizado en este tipo de sillas de ruedas; es un material sólido y resistente y puede soportar un uso intensivo.

Las sillas de ruedas de acero están destinadas a personas con movilidad reducida, crónica o circunstancial y se utiliza muy a menudo en centros de salud, hospitales y edificios públicos, entre otros.



Figura 18: Silla de ruedas eléctrica plegable.

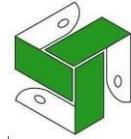
1.4.5 Silla de ruedas plegable

El aluminio es un material que encarece la silla de ruedas, pero a cambio su durabilidad, resistencia y ligereza son características que también se ven incrementadas.

Son sillas de ruedas que ofrecen un diseño moderno y original y son más ligeras que las sillas de acero aun teniendo más prestaciones; están destinadas a ancianos y personas con movilidad reducida, postoperatorios, entre otros.



Figura 19: Silla de ruedas plegable de obbocare airwhell H8.



1.4.6 Silla de ruedas plegable de titanio

Si dispone de presupuesto, escoger una silla de ruedas de titanio va a marcar la diferencia y es que, para empezar, su peso puede llegar a ser menos de la mitad que en los anteriores modelos. Esto se traduce en una maniobrabilidad excelente en la que el usuario y la silla se funden en uno solo.

Son sillas que se pueden personalizar totalmente y que, además, presentan un diseño muy moderno. El titanio ofrece grandes ventajas a las sillas de ruedas plegables fabricadas con él: durabilidad y máxima ligereza. [8]



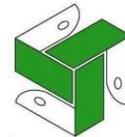
Figura 20: Silla de ruedas plegable de obbocare airwhell

1.5 Partes de una silla de ruedas



Figura 21: Silla de ruedas.

Para poder elegir correctamente una silla de ruedas adecuada a las necesidades de su usuario, es importante conocer la extensa gama de posibilidades que existen en los distintos componentes de una silla de ruedas.

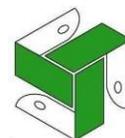


1.5.1 Chasis de la silla de ruedas

El armazón de una silla de ruedas puede ser rígido (fijo), o plegable. El aprovechamiento de la energía que el usuario aplica para propulsarse es del doble en una silla con armazón rígido (se aprovecha 15-20% del impulso), que en una plegable (aprovecha 5 – 8% del impulso).

Esto es debido a que en una silla de ruedas plegable parte de la energía de propulsión se pierde en el movimiento de su estructura por los puntos de articulación. Sin embargo, la silla plegable resulta en general más cómoda de transportar y guardar al ocupar menos espacio plegado.

Actualmente existen sillas de ruedas que presentando un comportamiento de armazón rígido permiten un plegado muy compacto.



1.5.2 Material

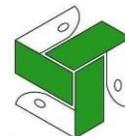
La composición del armazón de la silla de ruedas es un factor clave en la funcionalidad de esta. El acero siendo el más habitual, es el más pesado, pero también el más barato. Una silla con armazón de aluminio es mucho más ligera y por lo tanto fácil de propulsar, pero también más cara.

1.5.3 Ruedas delanteras

Existen de diferentes tamaños y materiales, así como inflables o macizas, dependiendo del uso que vayamos a darles debemos tener en cuenta lo siguiente: Cuanto más pequeña sean las ruedas delanteras, tendrán menor rozamiento y mayor facilidad de giro, siendo adecuadas para interiores. Así por ejemplo las de 75 mm y 125 mm se recomiendan en sillas para deportes en pista, como el baloncesto y en sillas activas.



Figura 22: Medidas de ruedas para silla de ruedas



1.5.4 Reposapiés

Pueden ser fijos o desmontables. Para acortar la longitud de la silla en espacios reducidos como ascensores, es mejor que sean desmontables. Si no hay problemas de espacio es más aconsejable que los reposapiés sean fijos debido a su mayor robustez

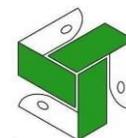


Figura 23: Reposapiés para silla de ruedas.

1.5.5 Asientos

Suelen ser de un tejido fuerte pero que permite el plegado de la silla, se fijan al chasis de la silla mediante tornillos u otros sistemas, en algunos modelos podemos regular la tensión de la tela del asiento para adecuarla a nuestras necesidades.

Sobre la tela del asiento se puede colocar un cojín anti escaras que minimice las presiones excesivas. Hay cojines de espuma, de gel, de celdas de aire.



1.5.6 Respaldos

De construcción similar al asiento, una tela relativamente tensa que se fija al chasis de la silla, (en este caso a los tubos del respaldo), nos sirve de apoyo. Es recomendable que el respaldo sea regulable en tensión, son mucho más cómodos ya que ajustamos la tensión del respaldo por medio de unas tiras interiores que nos permiten tensar o destensar zonas concretas. De esta manera podemos adaptar el contorno del respaldo a nuestra anatomía. [10]



Figura 24: Respaldo de una silla de ruedas.

1.5.7 Aros de propulsión

Es el elemento que se fija a las ruedas para facilitar el desplazamiento, puede ser de aluminio o cualquier otro material que sea liviano cubierto de plástico para que sea de fácil agarre para las manos.

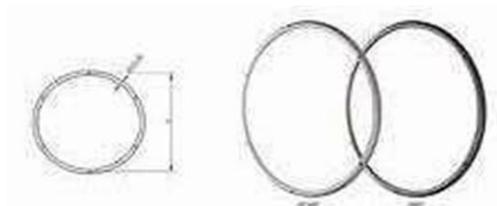
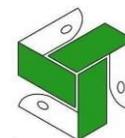


Figura 25: Aros de propulsión.



1.5.8 Frenos

Sirven para detener el movimiento de la silla, pueden ser de diferentes materiales y diseños según el tipo de uso y el paciente. [6]

Los más comunes son:

- Frenos de estacionamiento.
- Frenos de zapata.
- Frenos de tijeras en sillas activas.
- Frenos de tambor situados en las empuñaduras.
- Frenos electromagnéticos para sillas eléctricas.



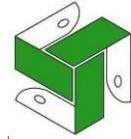
Figura 26: Frenos para sillas de ruedas.

1.6 Beneficios físicos de la silla de ruedas con bipedestación

1.6.1 Mejora la función respiratoria

Al respirar, el cuerpo humano necesita hacer uso del sistema respiratorio, formado por órganos y músculos respiratorios. Los usuarios de sillas de ruedas suelen presentar problemas respiratorios, tanto por padecer alguna función restrictiva en la parte superior del cuerpo, como por la presión y reducción de la gravedad a la que se somete la zona afectada cuando el usuario está sentado.

Cuando una persona está de pie, la columna vertebral queda erguida y se reduce la presión sobre el aparato respiratorio, de modo que el oxígeno y la sangre circulan mejor. La función respiratoria mejora en general y la respiración resulta menos agotadora.



1.6.2 Mejora del flujo sanguíneo

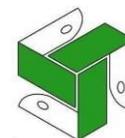
Al estar de pie, la circulación sanguínea mejora por dos razones. En primer lugar, el sistema circulatorio mantiene una fuerte conexión con el sistema respiratorio. Esto significa que, al estar de pie, el sistema respiratorio mejora y, por tanto, el sistema circulatorio reparte el oxígeno de manera más afectiva.

Por otro lado, cuando pasa mucho tiempo sentado, la sangre tiene de a estancarse. Por eso, cambiar de postura mejora significativamente la circulación en las extremidades inferiores y reduce el riesgo de sufrir trombosis.

1.6.3 Mejora de la función de la vejiga y la función intestinal

La gravedad juega un papel importante a la hora de deshacerse de los desechos corporales. Estar de pie facilita el llenado y el vaciado de la vejiga y el intestino.

- En cuanto a la vejiga, se reduce el riesgo de infecciones debido al drenaje completo de la orina, evitando al mismo tiempo cálculos renales y de vejiga.
- En el caso del intestino, el hecho de poder extender el tronco hace que todo el sistema funcione de manera más eficiente y regular.



1.6.4 Mejora la densidad ósea

Mantener nuestro propio peso corporal es importante para mantener la salud y fuerza de los huesos. Al estar sentado, esta función queda anulada, por lo que los huesos se vuelven frágiles y el riesgo de padecer osteoporosis (debilitamiento de los huesos) y deformidades Óseas aumenta.

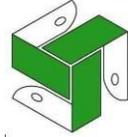
Mantener una buena densidad ósea depende de varias cosas como el calcio, la vitamina D y la actividad física. Cuando no existe movilidad en las extremidades inferiores, mantener el propio peso corporal puede considerarse un tipo de actividad física, por lo que estar de pie, ayudara de manera considerable a mantener y/o aumentar la densidad ósea.

Por otro lado, el estar de pie permite reeducar la postura, ya que el tronco queda extendido y se retrasa la aparición de deformidades Oseas. Al mismo tiempo, el usuario necesita realizar menos esfuerzos para funcionar, por lo que se reducen las lesiones en los huesos y en los músculos de la parte superior del cuerpo causadas por esfuerzo repetitivo.

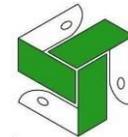
1.6.5 Ulceras por presión

Las úlceras por presión son las lesiones en la piel y en los tejidos que ocurren debido a una presión ejercida de manera constante sobre la piel. En la mayoría de los casos, las úlceras por presión aparecen sobre la piel que cubre los huesos: coxis, omoplatos, columna vertebral, etc. La manera más eficaz de prevenirlas es usando un cojín que permita que el usuario adquiera una posición correcta y alivie esta presión. Aunque sería mucho mejor no soportar ningún tipo de presión.

Aquí es cuando entra en juego la bipedestación, ya que es la única postura en la que se evitan las presiones casi por completo y la sangre puede circular libremente. [14]



CAPITULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



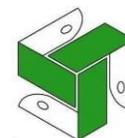
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través de los años la construcción y diseño de los primeros prototipos a lo largo de la historia tales fueron de gran utilidad para llegar a los modelos de sillas de ruedas actuales los cuales han sido adaptados a la comodidad de los usuarios por lo que se convirtieron en sistemas convencionales con características propias como el hecho de que estos sistemas fueran ligeros, ergonómicos y lo más importante que fueran fabricadas con materiales resistentes para el soporte y adaptación de cualquier persona que la necesitara, sin embargo en la actualidad se busca la modernización de este prototipo.

Por lo que se considera fundamental retomar este problema proponiendo la implementación de un prototipo que satisface las necesidades de personas con alguna discapacidad motriz la cual será diseñada a partir de dimensiones específicas de una persona promedio, así mismo permitirá al usuario tener una elevación en el sistema de este prototipo con el fin de facilitar el alcance de objetos que en circunstancias que requieran de elevación manteniendo la altura de una persona promedio, este prototipo tiene como fin favorecer a la interacción con un entorno apto para el desplazamiento del usuario sin necesidad de depender de segundas personas para poder obtener objetos que estén fuera de su alcance o bien tener libertad de movimiento.

Uno de los problemas más sobresalientes en caso de personas con discapacidad es la limitación para llegar a distintos lugares tal como bajar escalones, así como la posibilidad de posicionarse en un empleo debido a su condición, por lo que se encuentran desempleado sin ninguna posibilidad de ser admitidos en un empleo por lo que no son autosuficientes en su autodesarrollo.

La discapacidad o incapacidad hace referencia a la condición que presentan las personas de usar eficazmente las piernas, los brazos y el tronco debido a diferentes deficiencias ya sea físicas, intelectuales, sensoriales debido a diferentes causas. La misma que impide a la persona desarrollar actividades en su vida y con la sociedad.



Una lesión traumática, cortes, quemaduras o algunas enfermedades (cáncer, diabetes, etc.) que requieren de una intervención quirúrgica, trae como consecuencia la pérdida de una extremidad.

Una lesión medular (LM) es un proceso patológico que produce alteraciones de la función motora, sensitiva o autónoma con diversas consecuencias psicosociales para la persona y su familia, siendo así generadora de importantes procesos de discapacidad.

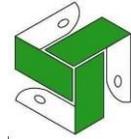
La Esclerosis Múltiple (EM) es una enfermedad degenerativa crónica del Sistema Nervioso Central (SNC), que puede afectar al cerebro y/o la médula espinal, más frecuente en personas adultas jóvenes. Se trata de una afección desmielinizante, es decir, hace que desaparezca la mielina en múltiples zonas del cerebro y/o la médula espinal.

Las sillas de ruedas son vehículos individuales que favorecen el traslado de personas que han perdido, de forma permanente, total o parcialmente, la capacidad de desplazarse.

La primera silla de ruedas conocida fue en el año 1595 fue hecha para el Rey Felipe II de España por un inventor desconocido. El “invento” consistió en acoplar una rueda a un sillón y un reposapiés para facilitar la movilidad al rey español Felipe II, inmovilizado durante más de una década a causa de la gota y la artrosis.

La discapacidad motriz en la parte inferior es un problema latente que año con año los números van en incremento, en el año 2017 los números de discapacitados motrices aumentaron a 7 millones de personas según datos recolectados mediante encuestas realizadas por el INEGI.

El uso de las sillas de ruedas se ha convertido en una herramienta indispensable para poder desplazarse día con día, esta herramienta conlleva una serie de limitaciones la cual una persona independiente siempre estará lidiando, las cuales son el subir y bajar escalera así mismo el recoger algún objeto del suelo.



OBJETIVOS

Objetivo general

Construir un prototipo de silla de ruedas con un sistema de elevación adaptable a las condiciones de los accesos por donde se desplace.

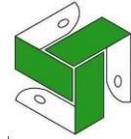
Objetivos específicos

- Diseñar mediante tecnologías CAD el modelo a fabricar
- Analizar mediante software CAD la propiedades mecánicas y técnicas del ensamble final
- Generar la manufactura CAM en las piezas requeridas
- Manufacturar y ensamblar el modelo final
- Validar modelo y corregir posibles fallas



CAPITULO III

DESAROLLO



3.1 Diseño de los bocetos

Representación de las ideas a través de un dibujo hecho a mano las necesidades para la silla de ruedas con sistema elevadizo.

A continuación, se presenta una ilustración en la cual se muestra dicho sistema.

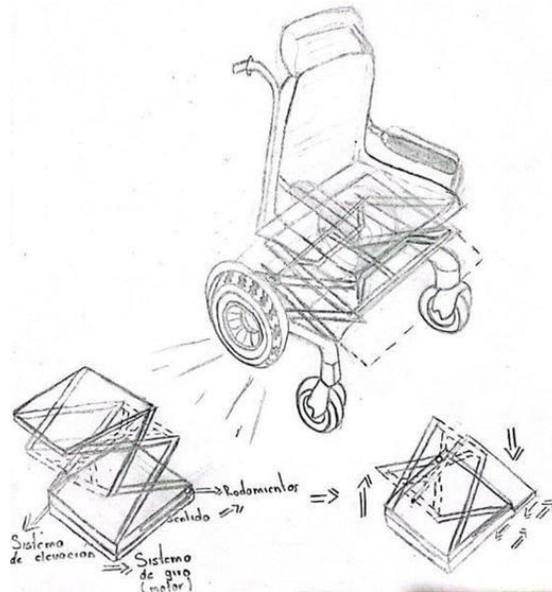


Figura 27 Diseño del mecanismo1

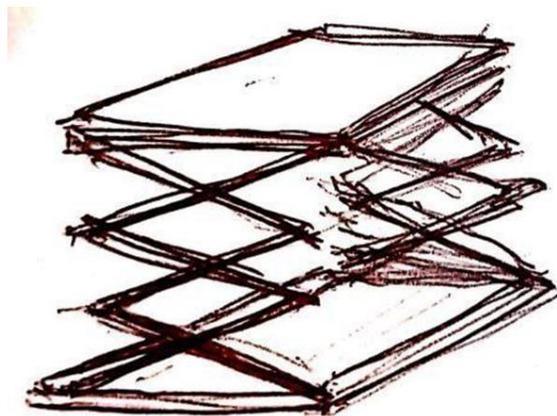


Figura 28 Visualización de cerca del mecanismo

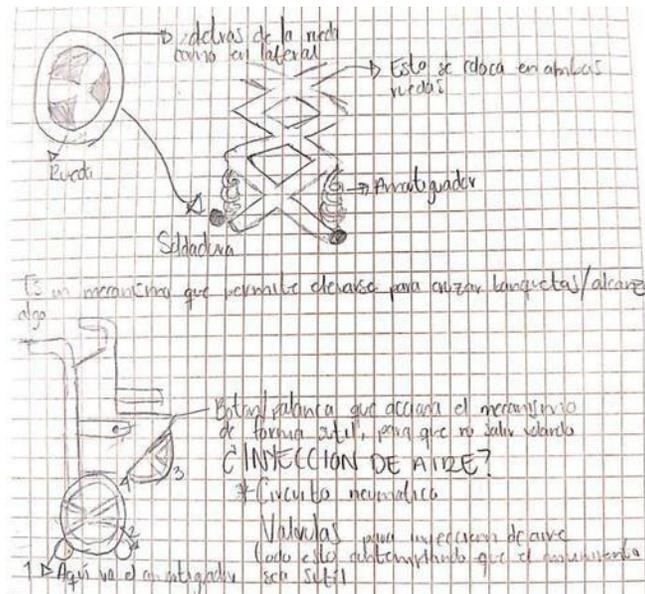
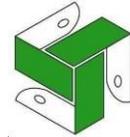


Figura 29 Lluvia de ideas

En la imagen anterior se puede apreciar algunas de las ideas para el diseño del sistema de elevación, donde se puede ver de alguna manera el mecanismo propuesto.

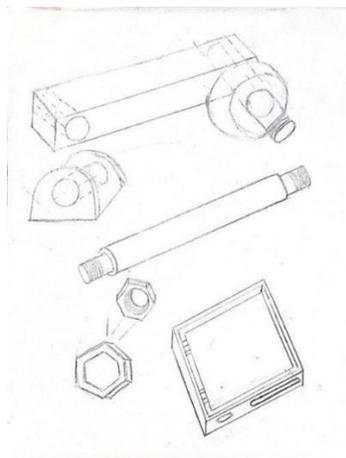


Figura 30 Demostración de piezas separadas

En la imagen anterior junto con las siguientes se puede visualizar algunas de las piezas elaboradas para el mecanismo, de forma separada, dejando así los componentes visibles para el funcionamiento de la silla.

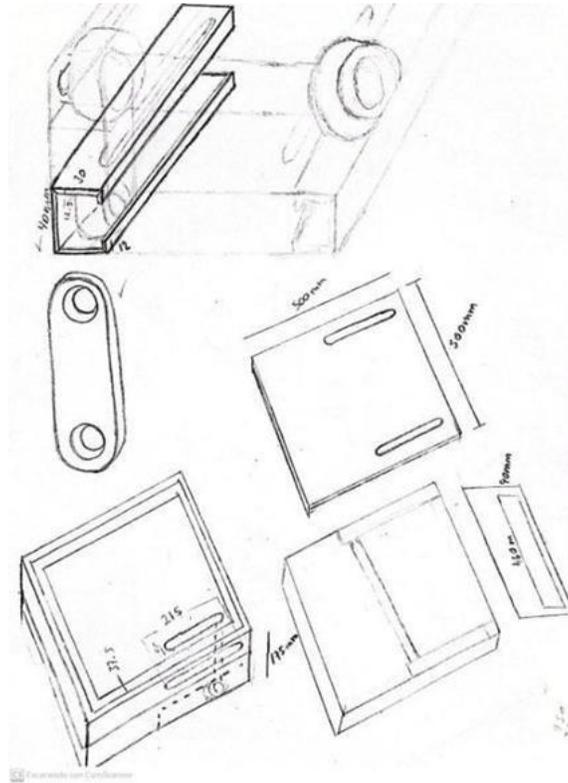
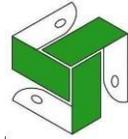


Figura 31 Piezas nivel 1

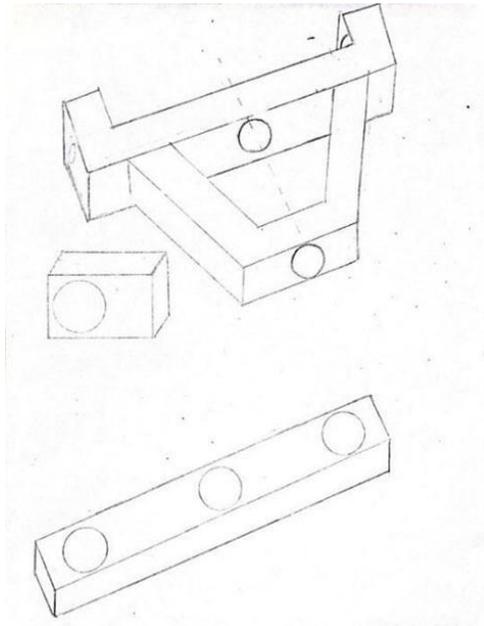
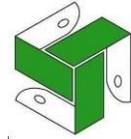


Figura 32 Pieza para componente de elevación



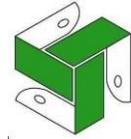
Se elaboró un prototipo a escala reducida de un material moldeable (migajón y pintura) para la visualización del modelo propuesto, juntando los elementos vistos anteriormente con el fin de analizar si el funcionamiento es viable para las circunstancias requeridas, lo que da opción posteriormente de descarte de elementos que no funcionan para lo que se requiere, a continuación, se presentan imágenes de dicho modelo 1.

En las piezas visualizadas anteriormente se observa que algunos de los elementos propuestos no cumplen con una forma estética sin embargo el funcionamiento no está del todo mal, ya que en este diseño aún existen elementos que se pueden salvar para la creación y fusión de elementos que son existentes con lo que se planea elaborar.



Figura 33 Modelo de arcilla

Como se puede observar en este prototipo algunas de las ideas principales hacen que el diseño pierda una forma estética y delicada, ya que la unión de dichos componentes en la visualización es algo tosca, además de que se pierde funcionalidad en el ahorro de espacio.



3.2 Diseño en SOLIDWORKS

El Software de SOLIDWORKS es un programa de diseño de CAD 3D, este programa está diseñado para aumentar la productividad de los recursos de diseño en ingeniería para proporcionar apoyo desde la concepción del diseño hasta la producción y análisis de productos, este software es de utilidad para el proceso del proyecto.

A partir de los primeros bocetos se crea de forma digital el diseño estructural de la silla de ruedas, ya que con modelos como estos se puede realizar la idea de una manera más real para la estructura y su sistema de mecanismo que requerirá más adelante.

Este modelo a escala por ahora muestra únicamente el funcionamiento de ensamblaje de piezas separas, a continuación, se muestran una serie de imágenes demostrativas de dichas piezas.

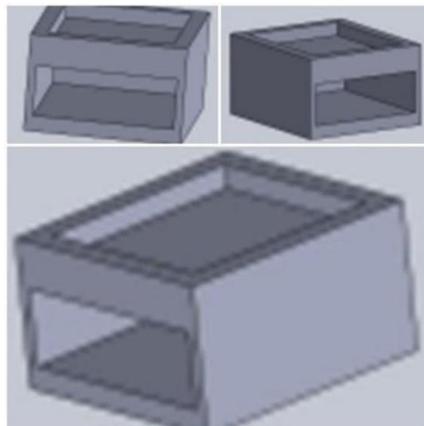


Figura 34 Pieza 1 Base

Como se muestra se puede observar la base de la silla la cual cuenta un espacio para el ensamblaje posterior de pieza para el mecanismo de elevación. Tiene la forma de una caja debido a que se considera tener esta proporción para mejor adaptabilidad, y ese espacio se tiene contemplado para un proceso que se mostrara más adelante

La pieza del riel es una pieza indispensable para el mecanismo de movimiento que se verá al momento del ensamble con las demás piezas, ya que de esta depende el deslizamiento principal del mecanismo propuesto.

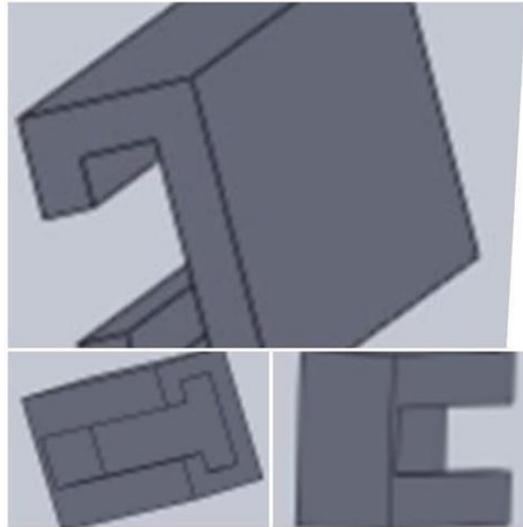
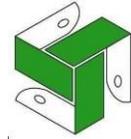


Figura 35 Pieza 2 Riel

En la imagen anterior se sigue mostrando partes de las piezas separadas vistas desde algunas perspectivas distintas de manera que la figura se pueda apreciar de la mayoría de las formas en las que se puede mostrar dichas figuras.

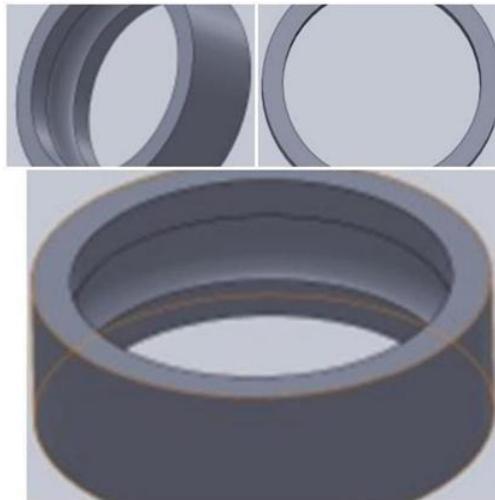
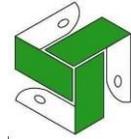


Figura 36 Pieza 3 Rodamiento

El rodamiento visto anteriormente cumple con la función de que el ensamblaje permanezca en su lugar dando a su vez la oportunidad de que se deslice en las piezas posteriores, como los rieles, el movimiento que se genera es interno dentro de la base provocando a su vez que todas las demás piezas modifiquen su posición.

Las imágenes presentadas de diseño digital del avance por partes del modelo permiten



entender los funcionamientos de mecanismos que cuentan en el modelo propuesto, además de la visualización estética que va tomando al crear y unir los distintos tipos de pieza.

A continuación, se presentan otra serie de imágenes representativas del siguiente rodamiento junto con la explicación del funcionamiento.

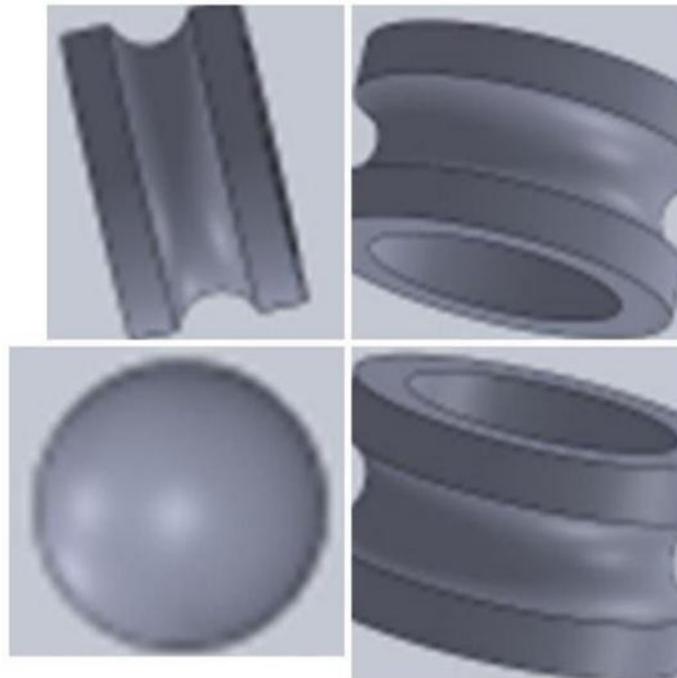


Figura 37 Rodamiento 2 más esfera

La imagen mostrada anteriormente muestra un tipo de soporte que en conjunto con la pieza anterior formaran un espacio en donde se puedan ensamblar esferas de menor tamaño que giraran en el espacio indicado

Las imágenes anteriores representan la visualización de los elementos ya mencionados, a continuación, se presenta el ensamble de dichas piezas, se mostrará de distintas perspectivas con el fin de apreciar de una mejor forma la representación y unión de este primer ensamble, el funcionamiento de este ensamble es la creación de un balero que pueda deslizarse para que el mecanismo de la silla pueda elevarse o plegarse según la necesidad.

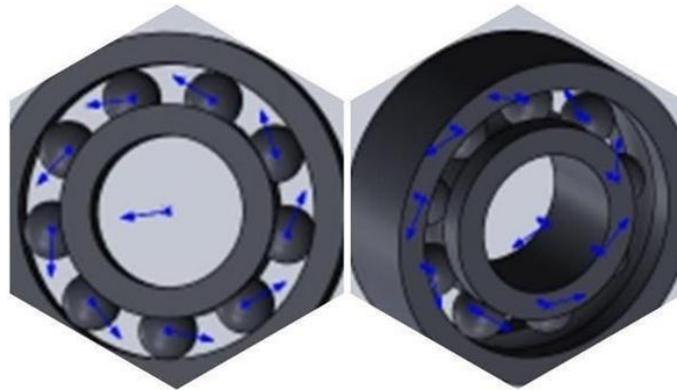
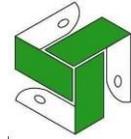


Figura 38 Ensamble rodamientos

Las siguientes piezas para mostrar son las que va a estar ensamblada a la base de la silla, (la parte del mecanismo más cercana al nivel del suelo) con el fin de funcionar como “apoyo” tanto para personas que cuentan con extremidades inferiores como para personas que no cuentan con extremidades inferiores.

El mecanismo tiene como propósito elevarse o inclinarse de acuerdo con la acción que se desee realizar es por ello que necesita de varios elementos que tienen formas y tamaños distintos que en unión deberían de cumplir con esta función.

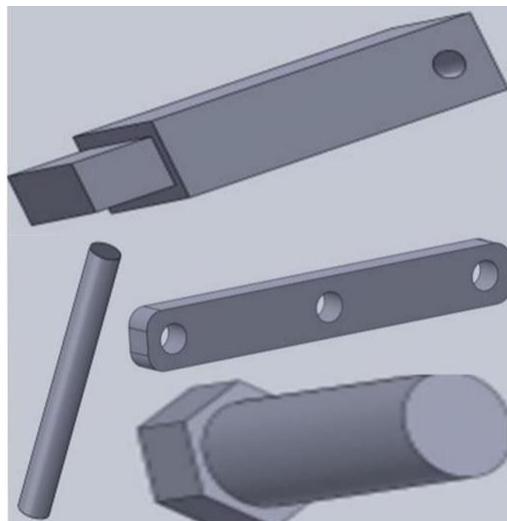
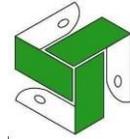


Figura 39 Partes del mecanismo



3.3 Diseño de ensambles (Estructura)

A continuación, se presentan los ensambles de los rieles y de la base con las horquillas que sostienen el sistema en forma de “equis” junto con el diseño y ensamble del asiento a todo lo demás previamente mostrado.

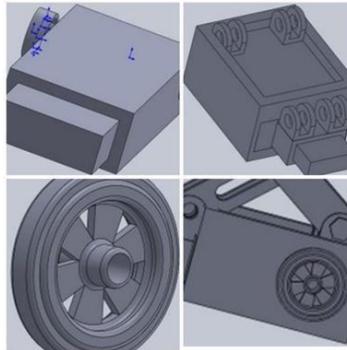


Figura 40 Ensamble rueda y base

La última imagen es la representación de que se debe de tener un ensamble en la base de la silla de forma lateral en los extremos derecha e izquierda, una de cada lado para brindar estabilidad y algo de soporte a la silla. Después de la imagen anterior se realizó una serie de modificaciones en las piezas que se encargan de hacer el movimiento de elevación, u se ensamblaron nuevamente a la base junto con el asiento y respaldo de la silla para la visualización completa de la misma. A continuación, se presentan una serie de imágenes del movimiento de la silla.

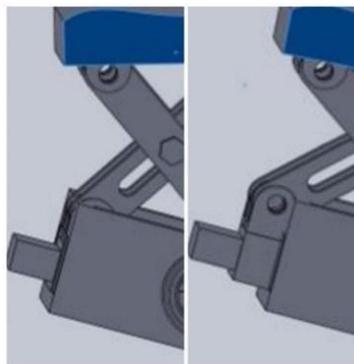


Figura 41 Movimiento lateral ensamble

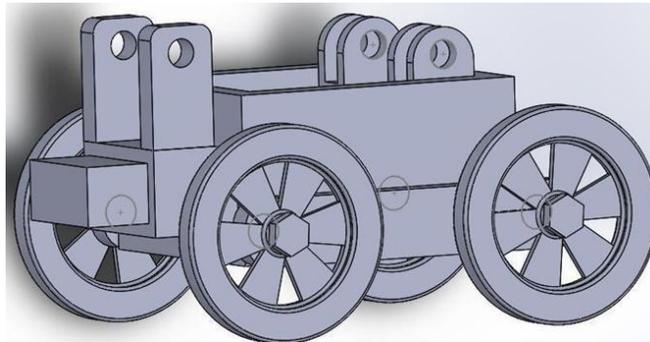
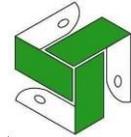


Figura 42 Modelo de ensamblaje SOLIDWORKS

En la imagen anterior se muestran algunas de las piezas mostradas unidas a la base junto con elementos que han sido agregados recientemente como lo es esos pequeños espacios en donde se puede sujetar elementos posteriores. A continuación, se muestra otra imagen de proceso para visualización.

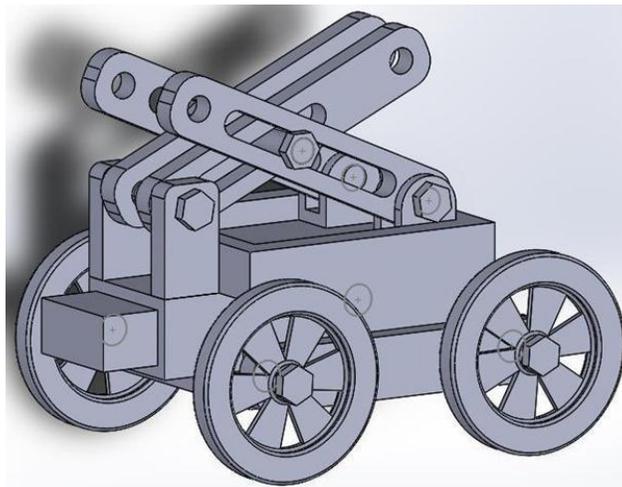


Figura 43 Modelo de ensamblaje del mecanismo

Los brazos de mecanismo vistos en la imagen anterior son piezas agregadas están sujetadas mediante pernos, tornillos largos que realizaran la función de movimiento desplazable hacia arriba o hacia abajo. La elevación de esta parte se impulsaría de motores que se verán posteriormente.

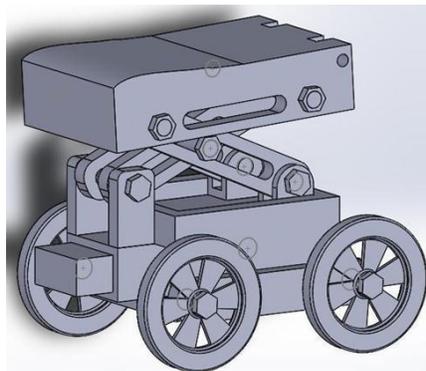
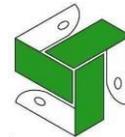


Figura 44 Adición de asiento

En la imagen anterior se puede observar que se le ha añadido el asiento a la parte que va el mecanismo a la base, esto para que la silla obtenga una mejor estabilidad en la estructura, ya que esa es la parte la cual puede sostener más peso, se diseñó un asiento que fuera lo suficiente cómodo como para el usuario que lo requiera.

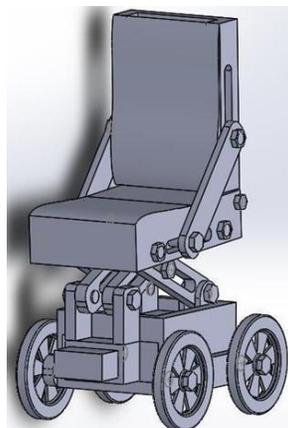
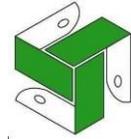


Figura 45 Adición respaldo

En la imagen anterior se muestra que se le han agregado piezas que dan soporte y brindan el espacio suficiente para que el usuario pueda utilizar la silla, esta sujetado mediante pernos y tornillos largos al igual que el asiento.



3.4 Impresión 3D (Maqueta)

La impresión 3D también conocida como manufactura por adición es todo aquel conjunto de operaciones que por medio de procesos se crean objetos a través de la adición de material en capas que corresponden a la figura o modelado que corresponden 3D (tercera dimensión) en su mayoría los plásticos y algunas de las aleaciones de metal son la mejor opción para un modelado como este.

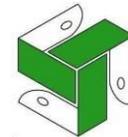


Figura 46 Primeras piezas de la impresión.

En la imagen anterior se muestran las primeras piezas de un modelado de impresión pequeño el cual se diseña para comprobar la efectividad y funcionalidad de las piezas nuevamente para descartar alguna opción que ya no funcione.



Figura 47 Segundo avance de impresión.



3.5 Desarrollo del prototipo a escala

Un prototipo es un modelo preliminar de algo. A menudo se utiliza para demostrar cómo funcionará algo. Los prototipos a menudo se crean a partir de materiales económicos y no están destinados para su uso en el producto final.

El prototipo a escala es un modelo que se ha reducido a un tamaño más pequeño, generalmente con fines de prueba. El prototipo a escala se puede utilizar para probar el diseño del producto antes de que se fabrique a mayor escala.

A continuación, se presentan una serie de imágenes para visualizar mejor el proceso del prototipo a escala.

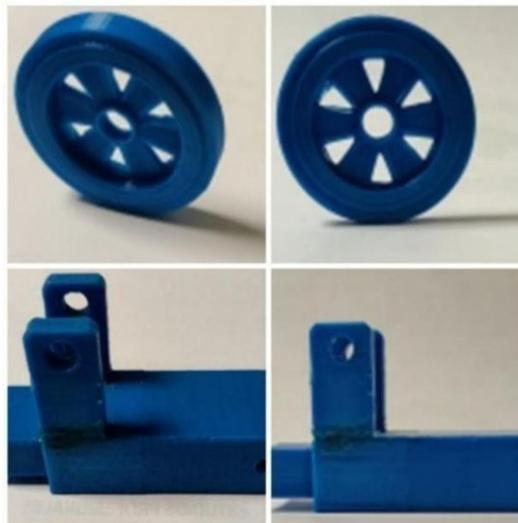


Figura 48 Ruedas y base desplegable

En la imagen anterior se aprecia la visualización de las primeras piezas impresas con la tecnología 3D aplicadas a este proyecto, las cuales son las ruedas y la base interna, estas piezas se ensamblarán con la base principal del modelo de la silla, lo cual se mira de la siguiente manera.

El proceso que se muestra en las siguientes imágenes, consta de pruebas y errores a lo largo del tiempo transcurrido con el uso de la tecnología 3D previamente mencionada.

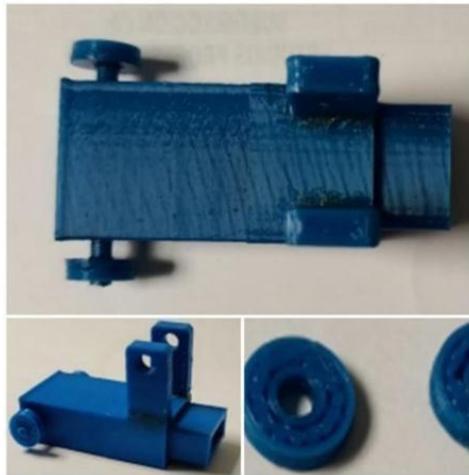
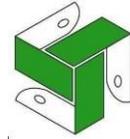


Figura 49 Ensamble ruedas y base desplegable

El ensamble visto anteriormente es el de la base desplegable con el de los baleros que van conectados a los rieles que, de la base principal, los cuales se encargan de hacer un movimiento mejor en todo este proceso.

Ya que permite tener un poco más de movilidad y los artefactos no quedan en completa estructura rígida, teniendo en cuenta el punto de estabilidad que se puede ofrecer.

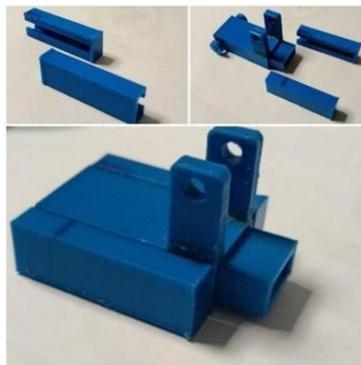


Figura 50 Ensamble rieles-base desplegable

A continuación, se muestra la imagen del ensamble de las ruedas, con la base principal la cual es la estructura inferior de la silla completa, las ruedas están sujetadas mediante pernos los cuales van conectados de forma directa a la estructura de la base dándole así un poco de fuerza.

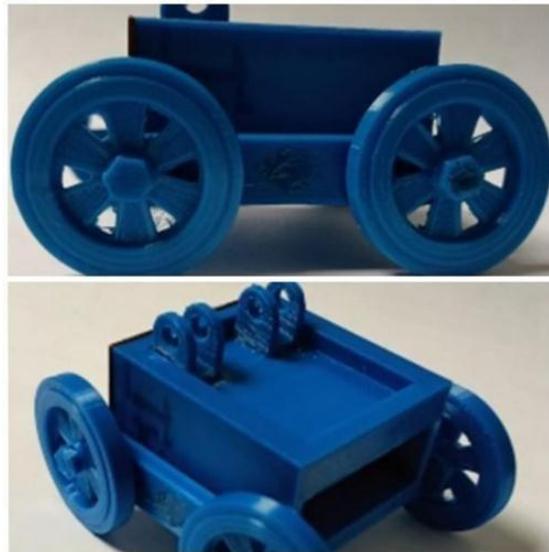
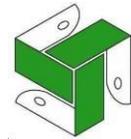


Figura 51 Ensamble ruedas-base principal

La siguiente imagen muestra algunas de las piezas que se usaran para el mecanismo de elevación, el cual cuenta con tuercas, un eje y las piezas que permiten tener la forma de “x” y que la elevación sea más sencilla, al igual que cómoda para el usuario que se encargue de manejar la silla.



Figura 52 Piezas para el mecanismo

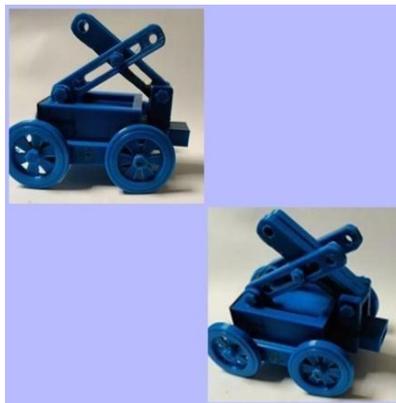
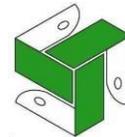


Figura 53 Ensamble base-mecanismo

En la imagen anterior se visualiza la parte del ensamble que consta de la unión del mecanismo con la base principal ya con las ruedas y la base desplegable junto con los rieles. Para este punto de la unión se lleva un aproximado de un 60% del ensamble total a terminar. Se puede observar que los elementos mencionaos previamente en conjunto cumplen con el diseño propuesto.



Figura 54 Ensamble asiento

En la imagen anterior se puede visualizar el ensamble del asiento con lo demás ya mencionado el asiento se sujeta a la estructura mediante tuercas para asegurar que esa parte del asiento este firme y soporte el peso de la persona que va a usar la silla en algún momento. El asiento tiene una forma algo curveada, como se puede mirar, esto es para la comodidad de las piernas, ya que se brinda un poco más de espacio para ello.

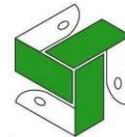
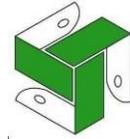


Figura 55 Piezas para el respaldo

En la imagen anterior se pueden observar algunas de las piezas que se utilizarán para unir el asiento de la silla con el respaldo, la cual es la última parte de unión en la silla, ya que al respaldo había que modificarle algunos detalles, como se muestra en la imagen anterior el respaldo cuenta con curvas al igual que el asiento, esto con el fin de amoldarse al cuerpo de la persona que usará la silla, sin lastimarse, quedando ensamblado de la siguiente manera.



Figura 56 Ensamble final



3.6 Sistema de control.

Un sistema de control de forma ingenieril se define como un sistema que está compuesto por conjuntos tanto mecánicos, electrónicos, eléctricos, hidráulicos, entre muchos otros. Dando así paso a que la función sea controlar (como su nombre lo indica) el desempeño de una maquina o proceso que necesite de cierto tipo de especificaciones. Los sistemas de control tienen dos formas de funcionamiento, en lazo cerrado o en lazo abierto lo que significa que el sistema podría ser automático, retroalimentado (LC) o no automático (LA).

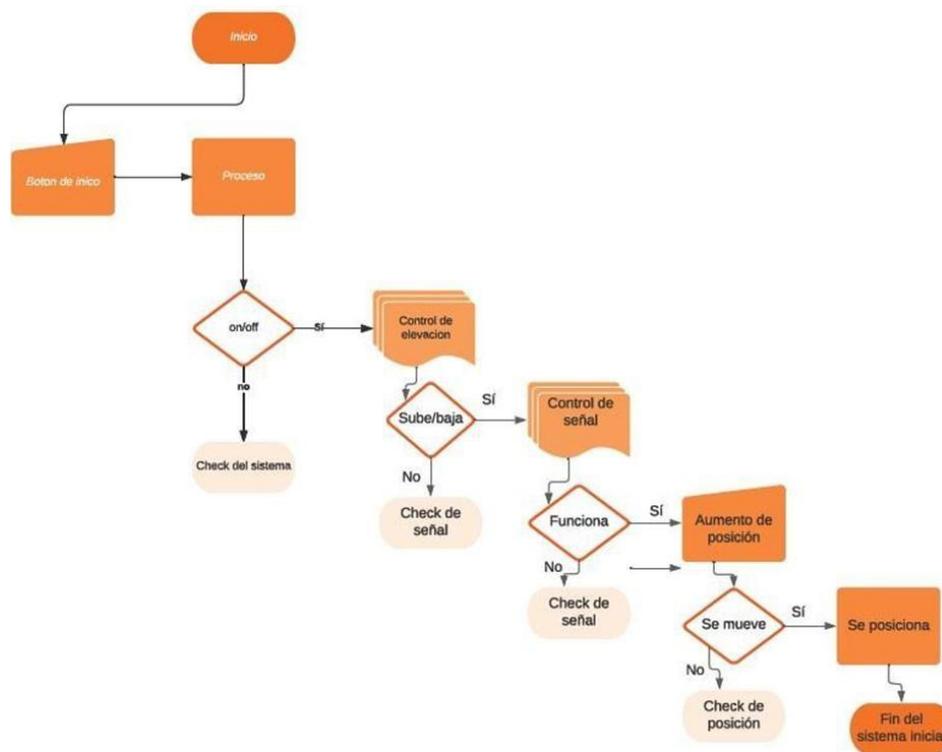


Figura 57 Diagrama de control

En la imagen anterior se muestra un diagrama de control que indica las funciones básicas del sistema, ya sea si funciona correctamente, o no funciona. En cualquiera de las opciones se despliega otra ramificación de funcionamiento del sistema, esto se repite en opciones de si o no hasta que el sistema termina de revisar todas las funciones que podría abarcar.

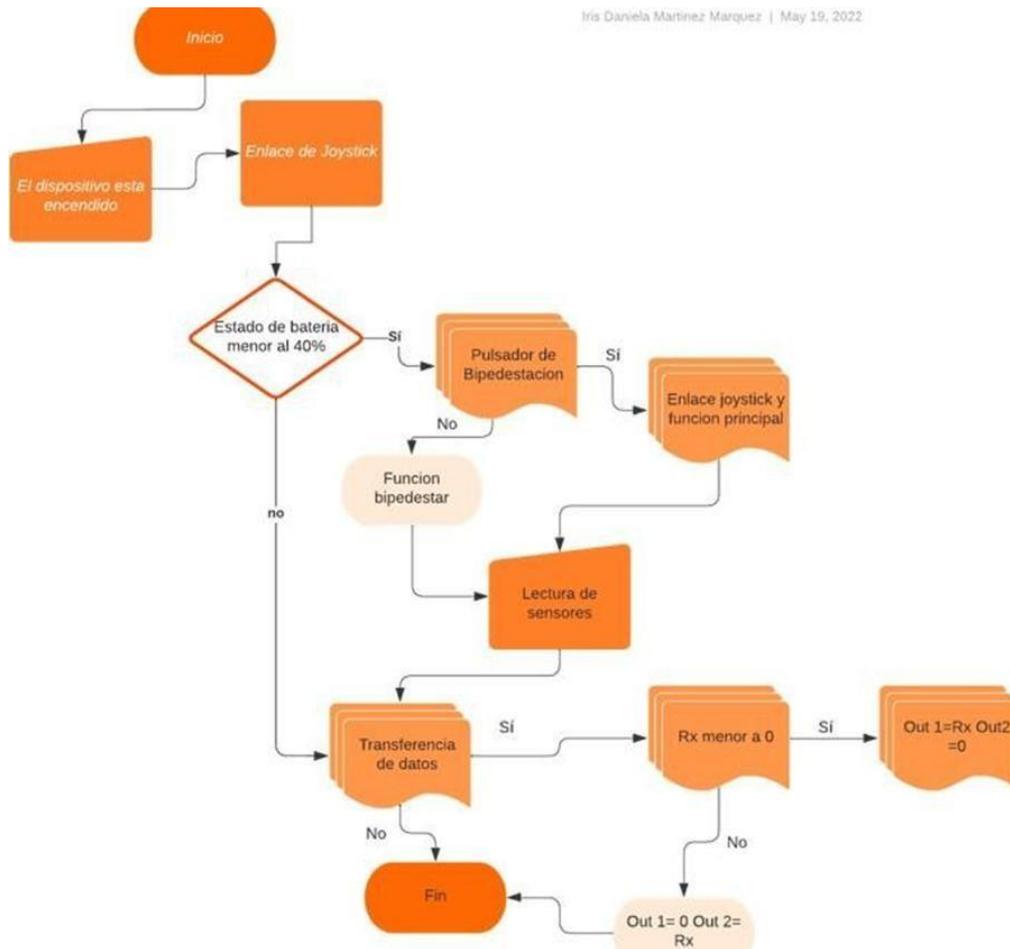
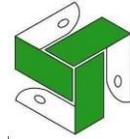


Figura 58 Diagrama funcionamiento inicial

La imagen anterior es un diagrama de flujo que demuestra el funcionamiento inicial ya que reconoce si el dispositivo este encendido, o si tiene poca carga de batería, junto con el enlace del joystick (palanca) que indica si está bien conectado o si por defecto le hace falta alguna parte de reconexión o algún otro fallo que pueda presentarse durante el encendido del dispositivo.

La imagen que se muestra a continuación es la propuesta de un diagrama de bloques el cual indica si se utilizaran ciertos componentes que componen al sistema de control, tales como sensores, o microcontroladores y de qué manera podrían ser controlados al igual que el observamiento del funcionamiento de una manera más sencilla.

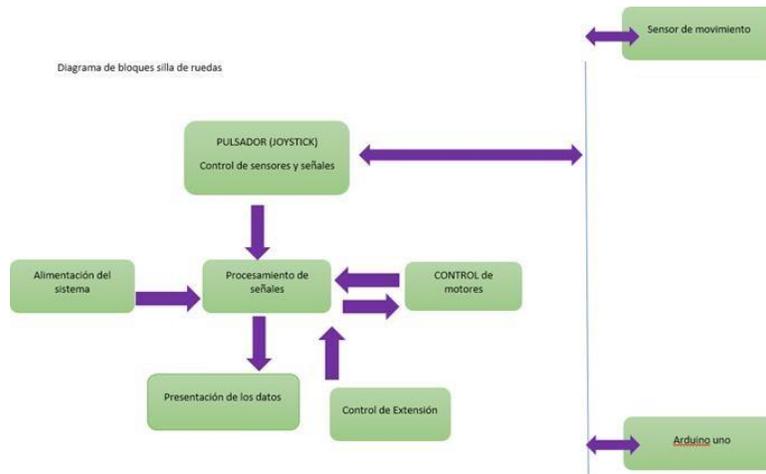
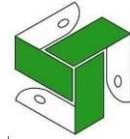


Figura 59 Diagrama de bloques

Los diagramas de bloques representan de una forma sencilla la forma en la que los sistemas de casi cualquier tipo llegan a comportarse dentro de una circunstancia en específico y por ende el cómo son controladas desde un artefacto que cumple con ciertos requerimientos de especificaciones que en conjunto generan un proceso de funcionamiento.

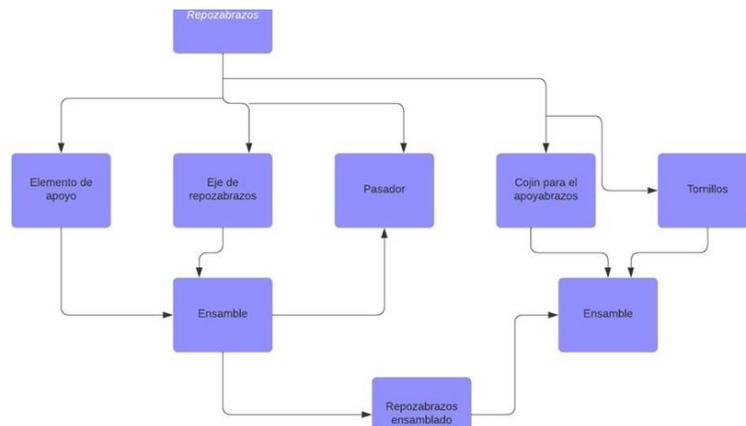
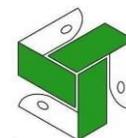


Figura 60 Diagrama de bloques de procesos

La imagen anterior es la representación de un diagrama de bloques el cual indica el proceso para el ensamble de un reposabrazos a una estructura de silla de ruedas completa.

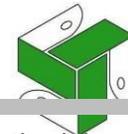


3.7 Aproximación de dimensiones reales promedio.

Al centrarse un poco en esta información se puede apreciar que la cantidad de energía para mover un artefacto como lo es esta propuesta de silla en bipedestación se realizó un estimado de algunos de los pesos que son importantes tales como el mecanismo, la persona, etc. La tabla anterior fue tomada como referencia de acuerdo con las medidas estándar de las personas en general, tomando un rango percentil de población.

Medidas antropométricas	Símbolo de distinción	Valores determinados	Valores recomendados	Características	Valor aprox. (cm)
<i>Altura codo asiento</i>	AC	Mínimo	50%	Altura apoyabrazos	22
<i>Anchura de caderas</i>	ACS	Máximo	95%	Ancho asiento	51
<i>Altura subescapular</i>	AS	Mínimo	5%	Altura máx. asiento superior respaldo	35
<i>Altura poplítea</i>	AP	Ajuste con apoya pies	5%	Altura asiento - suelo	32
<i>Distancia sacro poplíteo</i>	DSP	Mínimo con holgura	5% más holgura	Profundidad asiento	41
<i>Altura iliocrestal</i>	AI	Máximo	95%	Altura mínima asiento borde inferior respaldo	22
<i>Distancia codo a codo</i>	CC	Máximo	95%	Separación apoyabrazos	51
<i>Altura de hombros</i>	AH		95%	Comprobación de altura de asiento	69
<i>Anchura de hombros</i>	ADH		95%	Comprobación de ancho de asiento	56
<i>Profundidad de pecho</i>	PP		5%	Diseño de seguridad del pecho	19

Tabla 1 Medidas antropométricas



ALTURA PLOPITEA	SENTADO	Distancia vertical desde el suelo hasta la depresión poplítea
DISTANCIA SACROPLOPOTEA	SENTADO	Distancia horizontal desde la depresión poplítea en plano vertical de la espalda
DISTANCIA SACROROTULA	SENTADO	Distancia horizontal desde la rótula hasta el plano vertical de la espalda
ALTURA MUSLOSUELO	SENTADO	Distancia vertical desde el suelo hasta la parte más alta del muslo
ALTURA RODILLA SUELO	SENTADO	Distancia vertical desde el suelo hasta el punto más alto de la rodilla
ALTURA CODOSUELO	SENTADO	Distancia vertical desde el suelo hasta la parte más saliente del codo
ALCANCE MINIMODE BRAZO	SENTADO	Distancia horizontal desde el respaldo del asiento hasta el plano vertical que se produce en la mano con el puño
DSTANCIA CODOMANO	SENTADO	Distancia horizontal desde el codo hasta la punta de los dedos con la mano extendida
ALCANCE MAXIMODEL BRAZO	SENTADO	Distancia horizontal desde el plano vertical que pasa por las escapulas hasta el eje vertical que se produce con el puño
ALTURA HOMBROSUELO	SENTADO	Distancia vertical desde el suelo hasta el punto equidistante del cuello y el acromion
ANCHURA DE LAS CADERAS	SENTADO	Distancia horizontal que existe entre los muslos
ANCHO DE RODILLAS	SENTADO	Distancia horizontal entre los puntos exteriores de las rodillas

Tabla 2 Espacios contemplados

La tabla anterior representa algunos de los espacios que se deberían contemplar en la realización de una silla, tomando en cuenta que la persona ocupa todo este espacio estando únicamente sentado, por lo que hay que contemplar todo ello para la comodidad del usuario, además de que la silla se tendría que adaptar de acuerdo con las necesidades en las que el usuario requiera.

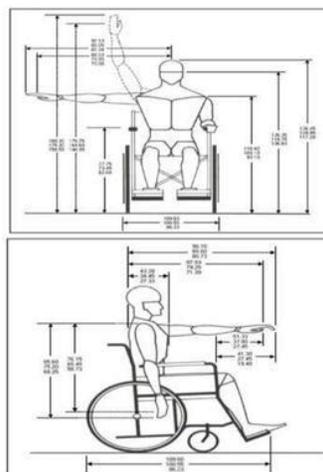
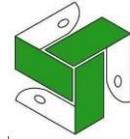


Figura 61 Dimensiones a escala



3.8 Arduino.

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto la cual se basa en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los desarrolladores en general, permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darle un uso diferente dependiendo de la circunstancia en la que se use. A continuación, se presentan imágenes de los códigos que se utilizaran para la programación.

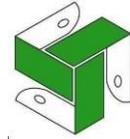
```
Amapola
int speedPin = 11;
int dirPin1 = 12;
int dirPin2 = 13;
int speedMotor;
int dt = 100;
int dt2 = 5000;
int yPin = A1;
int yVal;
int SpeedPin = 5;
int dirPin3 = 6;
int dirPin4 = 7;
int SpeedMotor;
int td = 100;
int td2 = 5000;
int xPin = A1;
int xVal;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  pinMode(speedPin, OUTPUT);
  pinMode(dirPin1, OUTPUT);
  pinMode(dirPin2, OUTPUT);
  pinMode(yPin, INPUT);

  Serial.begin(9600);
  pinMode(SpeedPin, OUTPUT);
  pinMode(dirPin3, OUTPUT);
  pinMode(dirPin4, OUTPUT);
  pinMode(xPin, INPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  yVal = analogRead(yPin);
  Serial.println(yVal);
  xVal = analogRead(xPin);
}
```

Figura 62 Código control de velocidad



En las imágenes anteriores se pudo observar que el código de programación para esta ocasión es un poco más largo, esto debido a que necesita de más instrucciones para que el funcionamiento se realice de forma completa ya que es para el control de dirección en la que cada motor debería de funcionar, ya sea en sentido horario, o sentido antihorario. A continuación, se muestran una serie de imágenes en el Software de Proteus para la simulación de un diagrama de carga de baterías, se cargaría de forma automática y tendría que desactivarse cuando la batería este completamente cargada

Se realizó la simulación con dos variantes para apreciar de mejor forma el funcionamiento de dicho diagrama con una entrada de 50v y una de 12v el medidor recibe la información y la salida de este circuito registra una cantidad “sobrante”. (Batería de 50v el regulador de voltaje recibe aprox 14.1v con una fuente principal de 50v se utiliza para la carga de una batería de 12v).

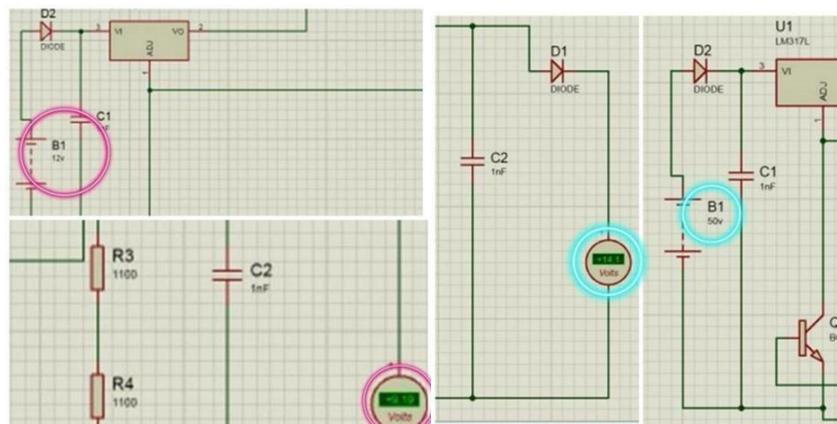


Figura 63 Simulación carga de baterías.

Con el voltaje de la fuente principal a 12v aproximando el voltímetro recibe 9.20v, este sistema funciona para cargar baterías de 9v. Se estima que al momento de que la batería tenga la mayor parte de carga o carga completa automáticamente se indica que se deja de pasar corriente a dicha batería, con el propósito de no sobre cargar la capacidad de retención de batería.

A continuación, se presentan una serie de imágenes correspondientes a otro circuito.

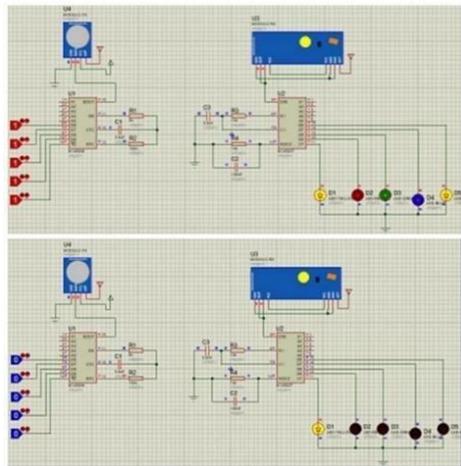
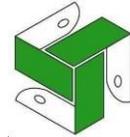


Figura 64 Simulación proteus funcionamiento "joystick"

En la simulación anterior se pueden apreciar diferentes elementos los cuales ayudan a distinguir las etapas por las que pasaría un joystick para la parte de control, los pulsadores que se muestran como botones de 1 y 0 marcar una posición determinada, izquierda, derecha, atrás y adelante, más uno que se encarga del funcionamiento de encendido y apagado, conforme se presionan los pulsadores se va prendiendo un led diferente.

A continuación, se presenta un diagrama del circuito para el funcionamiento de dos motores controlados por Arduino.

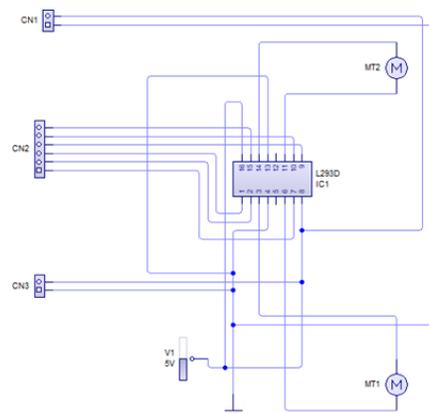
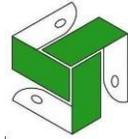
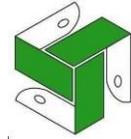


Figura 65 Esquema de conexión Arduino



CAPITULO IV

RESULTADOS



4. Sistema de control

El diagrama presentado anteriormente es utilizado como guía para la conexión en físico del circuito de giro para dos motores cuya función será la elevación de un mecanismo que consta de vigas, que tienen forma de “x” las cuales hacen que el funcionamiento de elevación sea más sencillo. La imagen siguiente es la conexión en físico de dicho circuito.

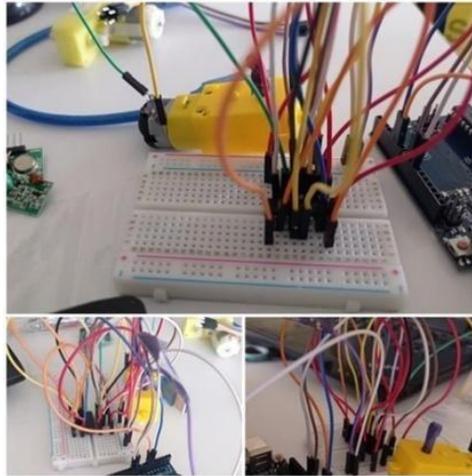


Figura 66 Conexión en físico

El circuito anterior representa la forma en la que se debe de conectar los componentes para que las funciones implementadas en el código se ejecuten con libertad a través del vínculo del servidor (pc) con el Arduino.

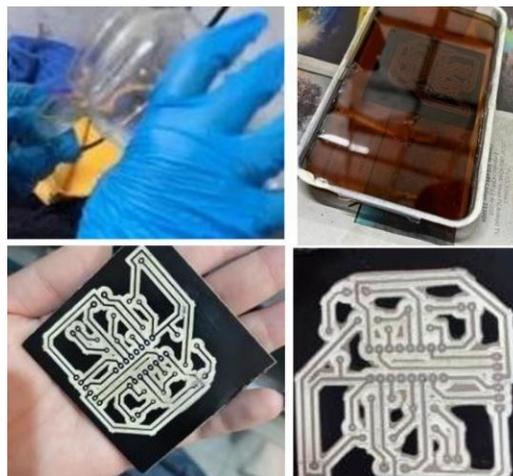
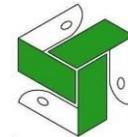


Figura 67 Proceso de placa PCB



La imagen anterior muestra el proceso de elaboración de una placa PCB (Printed Circuit Board) que es una placa de circuito impreso, cuya función es suplir la placa Protoboard ya que es el “órgano” de este circuito implementado, para llegar a este punto, se tuvo que elaborar el circuito en físico, para después recrearlo de forma digital en un software de computadora llamado LiveWire que permite realizar conexiones que muestran el porcentaje de conectividad que se tiene. Dicha placa se imprime y una vez colocado el diseño de la “pista” se coloca en ácido para que se desprenda todo aquello que no es necesario, luego se seca, y se perfora manualmente y por último se soldan los componentes



Figura 68 Perforación y soldadura PCB

A continuación, se presenta una imagen del circuito con la placa terminada, junto con el joystick, cuya función es indicar al circuito que los motores deben de tener una inversión de giro, con el fin de que pueda elevar y bajar el mecanismo propuesto de la silla, de esta manera se espera que el mecanismo tenga un movimiento coordinado que en conjunto cumpla con la finalidad.

La cual es el accionamiento de los motores, junto con la inversión de giro en cada motor para que puedan elevarse y regresar a su posición de inicio correctamente, la imagen siguiente muestra la manera en la que los componentes se muestran ya conectados tanto en el Arduino como en la placa PCB.

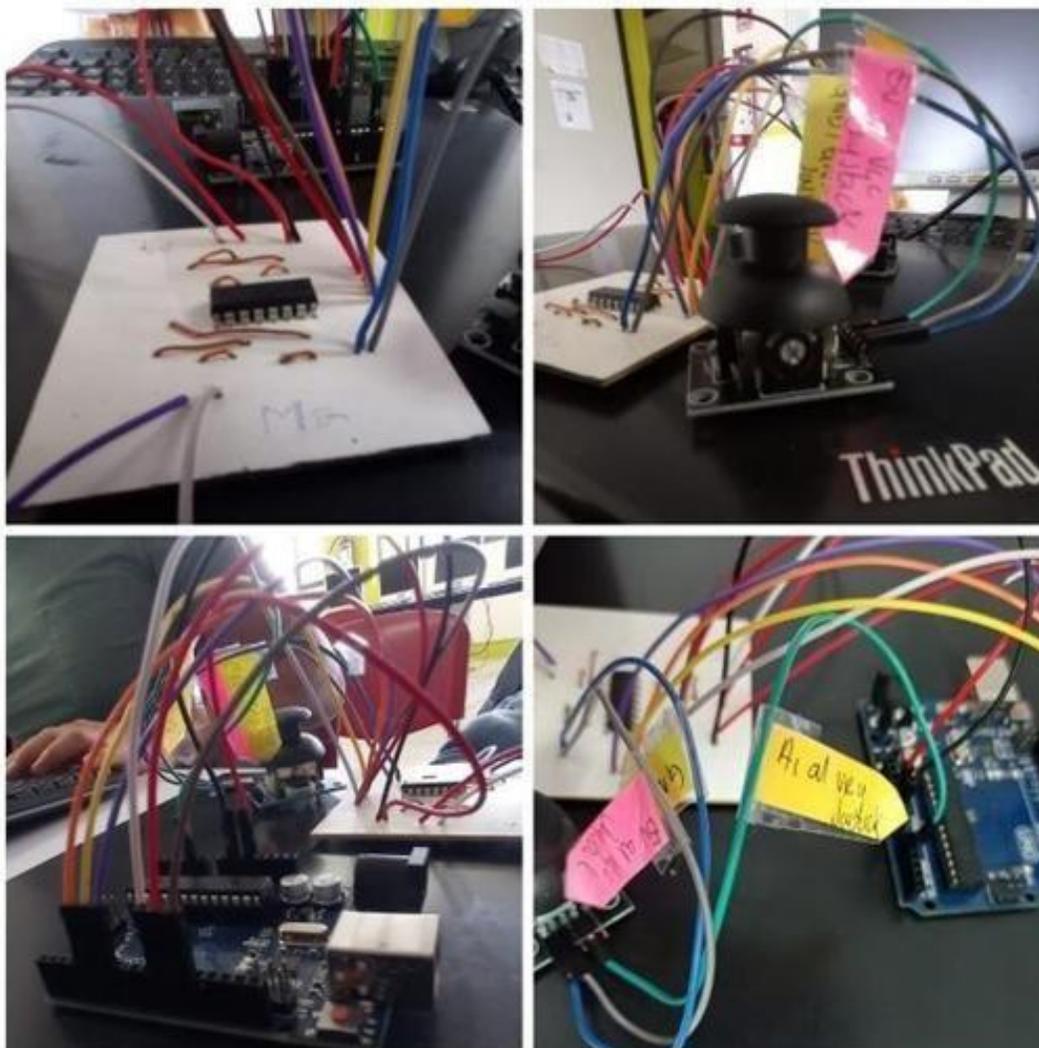
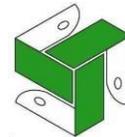
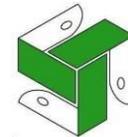


Figura 69 Circuito físico conectado

El funcionamiento de la placa está pensado especialmente para que pueda funcionar sin la necesidad de estar conectado a un dispositivo como es la computadora, para esto se requieren ciertos pasos extra para que sea lo suficiente independiente como la carga que necesita y el sistema de alimentación para el Arduino el cual no deben de ser más de 12v y menos de 5.



4.1 Cálculos

A continuación, se presentan algunos de los cálculos y tablas que se tiene contemplados durante el proceso de desarrollo del proyecto.

Sumatoria de fuerzas en estado estático:

NOTA: Para materiales de hule sobre el concreto se toma un coeficiente cinético de aproximadamente 0.5.

$$\sum fx = 0 \rightarrow \text{Sumatoria de fuerzas en } x$$

$$F - fr = 0$$

$$F = fr$$

$$Fr(\text{Máx}) = \mu e (N) \rightarrow \text{Fuerza de rozamiento}$$

$$Fr(\text{Máx}) = 0.57 (N) \rightarrow \textcircled{1}$$

$$\sum fy = 0 \rightarrow \text{Sumatoria de fuerzas en } y$$

$$W - N = 0 \rightarrow W = N \rightarrow W = 1033.4 \text{ (Dato obtenido de tablas genéricas)}$$

$$Fr(\text{Máx}) = 0.57 (1033.4) = 589.038 \text{ N} \rightarrow F_{\text{máx. para mover la silla en cualquier direcc.}}$$

4.1.1 Cálculo para una pendiente

Según las normas INEN (Implementación de accesibilidad) para un espacio de 3 metros con pendiente de inclinación se utiliza en consideración de porcentaje de 10 a 12%.

$$\tan(a) = \theta$$

$$a = \tan^{-1}(0.12)$$

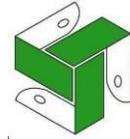
$$a = 6.8427^\circ$$

Gracias a estos datos se realiza otro análisis que es correspondiente a los cálculos previos.

$$\sum fx = 0 \rightarrow \text{Sumatoria de fuerzas en } x$$

$$F - fr - wx = 0$$

$$F = fr + wx$$



$$F = \mu(N) + w(\text{sen}(a)) \rightarrow \textcircled{2}$$

$\sum f_y = 0 \rightarrow$ Sumatoria de fuerzas en y

$$N - wy = 0$$

$$wy = N$$

$N = w(\text{cos}(a)) \rightarrow$ Sustituyendo

$$N = 1033.4(\text{cos}(6.8427))$$

$N = 1026.0390 \rightarrow$ Sustituyendo nuevamente

$$F = 0.57(1026.0390) + 1033.4(\text{sen}6.8427)$$

$$F = 707.200 \text{ N}$$

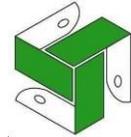
Entonces ya que se encontró la fuerza e inclinación se puede calcular el torque

$$707.200/2 = 353.6 \dots \text{ Por cada motor}$$

$(353.6 \text{ N})(0.2286 \text{ m}) = 80.8329 \text{ Nm} \dots$ El dato "0.2286" es la conversión de 9 pulgadas.

Características de los tubos de estructura (Aluminio)	
Clasificación	Medición
Peso específico	2.70 g/cm ³
Módulo de elasticidad	7030 Kg/mm ²
Punto de fusión	660 °C
Máxima resistencia a la tracción	90MPa (Puro) 600MPa (aleaciones)
Límite de elasticidad	11MPa (Puro) 400MPa (aleaciones)
Módulo de Young	70GPa
Módulo de Poisson	0.03521

Tabla 3 Características del aluminio



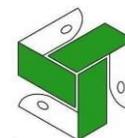
Descripción	Peso (N) (Masa(gravedad))
Peso del usuario (Aprox. 82 kg)	804.42 N
Motores (Aprox. 1.5 kg)	14.715 N
Sistema mecánico (Aprox. 15 kg)	147.15 N
Sistema de control (Aprox. 1 kg)	9.81 N
Total	976.09 N

Tabla 4 Aproximación de peso real

En la última parte se puede visualizar una serie de cálculos y especificaciones que sirven para la realización de forma correcta de dicha silla, ya que hay que tener ciertos criterios que deben de ser calculados, medidos e incluso seleccionados debido a que el objeto a fabricar (en este caso la silla) debe tener establecimientos como las cuestiones de resistencia, deformación, peso entre algunos otros factores con respecto al material de fabricación y soporte de este.

Características de los tubos de estructura (Acero)	
Clasificación	Medición
Peso específico	7800 kg/m ³
Módulo de elasticidad	20.6 N/m ²
Máxima resistencia a la tracción	345,000 MPa
Límite de elasticidad	207,000 MPa
Módulo de Young	210,000 GPa
Módulo de Poisson	0.300

Tabla 5 Estructura de acero



4.2 Tabla de presupuesto, normas ISO

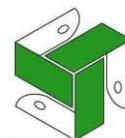
Mediante el análisis de costos se logrará determinar la calidad y la cantidad de materia prima a utilizar dando un aproximado más preciso del costo que será necesario en el proyecto.

No.	Material	No. Piezas	Costo
1	Placa fenólica	2	\$ 58.00 MXN
2	Joystick	1	\$ 25.00 MXN
3	Protoboard	1	\$ 28.00 MXN
4	Multímetro	1	\$ 80.00 MXN
5	L293D	2	\$ 60.00 MXN
6	Resistencia de 1K Ω	4	\$ 10.00 MXN
7	Resistencia de 10K Ω	4	\$ 10.00 MXN
8	Ácido férrico	2	\$ 55.00 MXN
9	Batería 9V	1	\$ 124.00 MXN
10	Silicón	1	\$ 7.50 MXN
11	PLA	1	\$ 500.00 MXN
12	Pegamento industrial	1	\$ 30.00 MXN
13	Refacción de impresora	1	\$ 300.00 MXN
Total			\$ 1,288.00 MXN

Tabla 6 Cotización de trabajo y material

La estimación precisa de los costos se establece haciendo referencia a los precios reales del proyecto lo cual es crucial para mantenerse dentro del presupuesto, en el resto del proceder a llevar a cabo el cálculo por volumen de los materiales con sobre costos y aumentos durante la duración del proyecto.

De acuerdo con la dirección general de normas se indican ciertos aspectos sobre el aluminio los cuales deben ser nombrados debido a que hay que tener consideraciones para el tratamiento de este tipo de material. [17]



Esta Norma Mexicana es idéntica a la Norma Internacional ISO/R 115:1968.

NMX-W-081-SCFI-2004

Aluminio y sus aleaciones-productos extruidos y/o trefilados-propiedades mecánicas de tensión-límites de valores (cancela a la nmx-w-081-1980).

Campo de aplicación

Esta Norma Mexicana establece los límites cuantitativos, del esfuerzo de ruptura, punto de cedencia y alargamiento, de los ensayos a tensión, según la aleación y temple de los productos de aluminio extruidos y/o trefilados.

Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

NMX-W-115-SCFI-2004

Metales no ferrosos-aluminio y sus aleaciones-pérdida del poder de absorción de los recubrimientos de oxido anódico - métodos de prueba (cancela a la nmx-w-115-1983).

Campo de aplicación

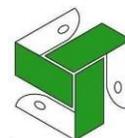
Esta Norma Mexicana establece un método para estimar la absorción de tinta después de un tratamiento previo por medio de ácido, mediante la pérdida del poder de absorción de recubrimientos de óxido anódico que han sido sometidos a tratamientos de sellado.

Esta Norma Mexicana es aplicable para aquellos recubrimientos de óxido anódico que deben ser sometidos a intemperización o al medio agresivo, y en todos los casos en donde la resistencia a la mancha es importante.

Esta Norma Mexicana no es aplicable a recubrimientos:

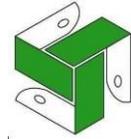
- a) Obtenidos en aleaciones que contengan más del 2 % de cobre o 4 % de silicio.
- b) Los que fueron sellados con proceso a base de dicromato.
- c) Los que después de terminados fueron objeto de procesos suplementarios como: aceitado, encerado o laqueado.
- d) Los que hayan sido coloreados con colores intensos.
- e) Los que tengan un espesor menor a 3 μm .

Este método es menos significativo en los casos en que el baño de sellado se le



adicionaron sales de níquel, cobalto o aditivos orgánicos.	
<p>Concordancia con normas internacionales Esta Norma Mexicana es idéntica a la Norma Internacional ISO 72143:1981.</p>	
<p>NMX-W-118-SCFI-2004</p>	<p>Metales no ferrosos-aluminio y sus aleaciones-efectos de oxidación y decoloración en anodizados-método de prueba (cancela a la nmx-w-118-1983).</p>
<p>Campo de aplicación</p> <p>Esta Norma Mexicana establece un método para determinar la calidad del sellado de los recubrimientos anódicos en el aluminio y sus aleaciones por medio de la medición de la pérdida de masa después del tratamiento por inmersión en solución de ácidos fosfórico y crómico.</p> <p>Esta Norma Mexicana es aplicable a los recubrimientos anódicos que están sujetos a la exposición del ambiente o para propósitos de protección en ambientes corrosivos y donde la resistencia a la decoloración es importante.</p> <p>Esta Norma Mexicana no es aplicable a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recubrimientos del tipo duro los cuales normalmente no se sellan. - Recubrimientos de óxido anódico los cuales han sido sellados solamente en soluciones de dicromato. <p>Recubrimientos de óxido anódico los cuales tendrán un tratamiento posterior y necesitan ser higroscópicos.</p>	
<p>Concordancia con normas internacionales Esta Norma Mexicana es idéntica a la Norma Internacional ISO 3210:1983.</p>	
<p>NMX-W-120-SCFI-2004</p>	<p>Aluminio y sus aleaciones-anodizado-determinación de la masa por Unidad de área en recubrimientos de oxido anódico - método gravimétrico (cancela a la nmx-w-120-1994-scfi).</p>

Tabla 7 Normas mexicanas sobre materiales y sus especificaciones.



4.2.1 Características del material ISO N = Aluminio

La industria aeroespacial, la aviación y los fabricantes de llantas de aluminio para el sector automotriz se encuentran entre los principales usuarios de este material. A pesar de que necesitan menos potencia por mm³, debido a la elevada velocidad de arranque de viruta, sigue siendo recomendable calcular la potencia máxima necesaria.

El aluminio se encuentra en el grupo que contiene metales blandos no ferrosos, con una dureza inferior a 130 HB. Las aleaciones de aluminio (Al) con menos de un 22% de silicio (Si) representan la parte más amplia.

Cobre, bronce, latón, plástico, compuestos como el Kevlar Características del mecanizado del ISO N / No Ferroso:

Material de viruta larga.

Control de la viruta relativamente fácil, si está aleado. El aluminio (Al) es pastoso y requiere filos agudos.

Fuerza de corte específica: 350–1350 N/mm².

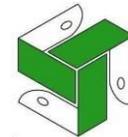
La fuerza de corte y la potencia requerida para mecanizar materiales ISO N permanecen dentro de un margen limitado.

ISO S = Super Aleaciones Termo-resistentes

Se trata de materiales de difícil mecanización, dentro de la clasificación «S», se pueden encontrar aplicaciones vinculadas al sector aeroespacial, de turbinas de gas y de generación de energía.

Aunque la gama es amplia, por lo general, están presentes fuerzas de corte elevadas.

Las superaleaciones termo-resistentes (HRSA, del inglés Heat Resistant Super Alloys) incluyen un gran número de materiales de alta aleación a base de hierro, níquel, cobalto o titanio.



4.2.2 Grupos de materiales

Base de Fe: Recocido o con tratamiento en solución, envejecido.

Base de Ni: Recocido o con tratamiento en solución, envejecido, fundición. Base de Co: Recocido o con tratamiento en solución, envejecido, fundición. Aleaciones de titanio.

Propiedades: Mayor contenido de aleación (más Co que Ni), lo cual ofrece mejor resistencia térmica e incrementa la resistencia a la tracción y a la corrosión.

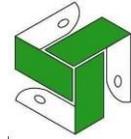
Características del mecanizado del ISO S / Super Aleaciones Termo-resistentes: Material de viruta larga.

Control de la viruta difícil (viruta segmentada).

Se requiere un ángulo de desprendimiento negativo si se utiliza cerámica y positivo si se utiliza metal duro.

Fuerza de corte específica: 2400–3100 N/mm² para HRSA y 1300–1400 N/mm² para titanio.

Las fuerzas de corte y la potencia requerida son bastante elevadas.



Durante el desarrollo del proyecto se realizaron distintos tipos de pruebas para el prototipo de la silla de ruedas (con mecanismo de bipedestación) con el fin de que la idea funcionara en conjunto con los elementos previamente seleccionados para el uso fácil de la misma. Se realizaron una serie de bocetos los cuales estuvieron en constante transición hasta llegar al punto de tener el prototipo de forma real escalada.

Se necesito de softwares como SOLIDWORKS y CARA para la visualización de los planos en dimensiones 2D y 3D, además de los softwares de Proteus, Arduino y Livewire para las simulaciones en la parte de control.

Los resultados de los cálculos que se realizaron constan principalmente del peso del usuario, la fuerza que se necesita para la movilidad de la silla en cualquier dirección, como funcionaria en una pendiente, cálculo de torque para motores, entre algunos otros que se mostraron previamente, a continuación, se presenta resultado del circuito elaborado.

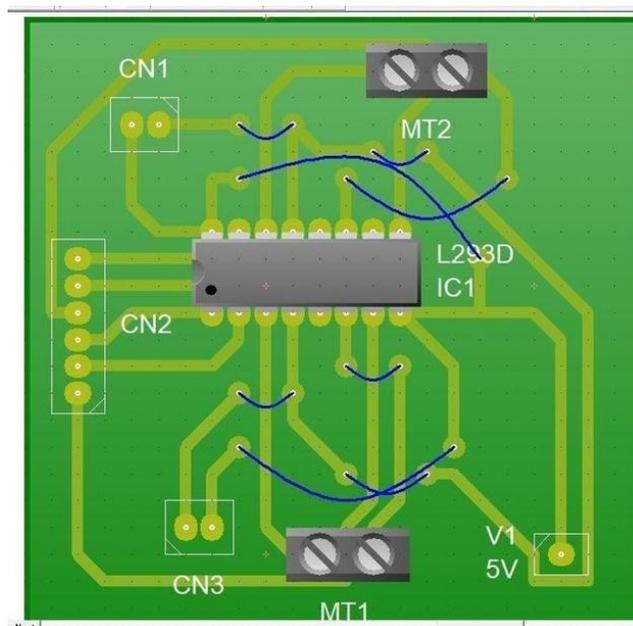
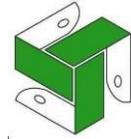


Figura 70 Diagrama de conexión digital



La imagen anterior muestra el diagrama de conexión para los puentes y posiciones necesita la pista para que pueda funcionar de forma correcta, el programa en el que se diseñó dicha pista marca un porcentaje de la posibilidad asertiva para el funcionamiento, por lo que hace un puenteo de forma en la que placa distribuya uniformemente la energía en todos los componentes.

Por lo que queda de forma física de la siguiente manera.

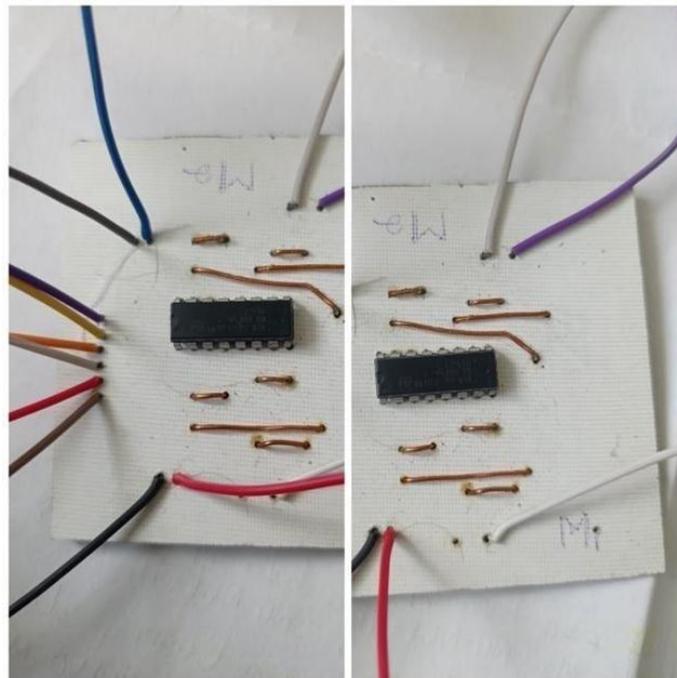
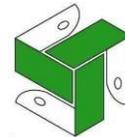


Figura 71 Visualización de del cableado

En la imagen anterior se pueden observar dos espacios de la misma imagen, la parte de la izquierda muestra el componente principal junto con el puenteo de filamento de cobre, junto con parte del cableado los cuales son el funcionamiento del joystick, la alimentación del voltaje y la tierra correspondientes, y la parte que va de la placa PCB a la paca de Arduino, de la parte derecha se visualiza el mismo espacio del componente con su puenteo y se aprecia el espacio que se tiene contemplado para el espacio de los motores, se creó un código de color para poder identificar de formas más sencilla el lugar correcto para el ensamble del mismo.



CODIGO DE COLOR PARA EL CABLEADO	
Color (salientes de la placa PCB)	Lugar de conexión
Rojo	5v placa Arduino
Negro	GND placa Arduino
Verde	Pin A1 de Arduino al Vr del joystick
Blanco	5v joystick
Azul	GND joystick
Café	Pin 12 Arduino
Vino	Pin 11 Arduino
Gris	Pin 10 Arduino
Morado	Pin 6 Arduino
Amarillo	Pin 5 Arduino
Naranja	Pin 4 Arduino
Negro	Motor 2
Verde	Motor 2
Café	Motor 1
Amarillo	Motor 1

Tabla 8 Código de color

En la imagen anterior se puede observar que la placa cuenta con terminales de colocación, para conectarle los motores, la placa de Arduino esta alimentada con un power bank, a su vez la placa de Arduino sigue alimentando a la placa PCB donde está el circuito.

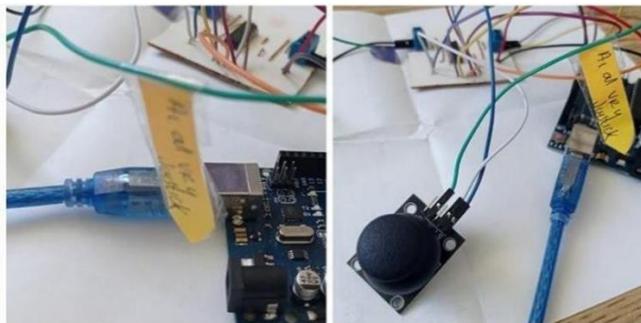
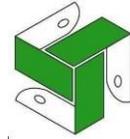


Figura 72 circuito con terminales



4.3 Planos mecánicos y eléctricos

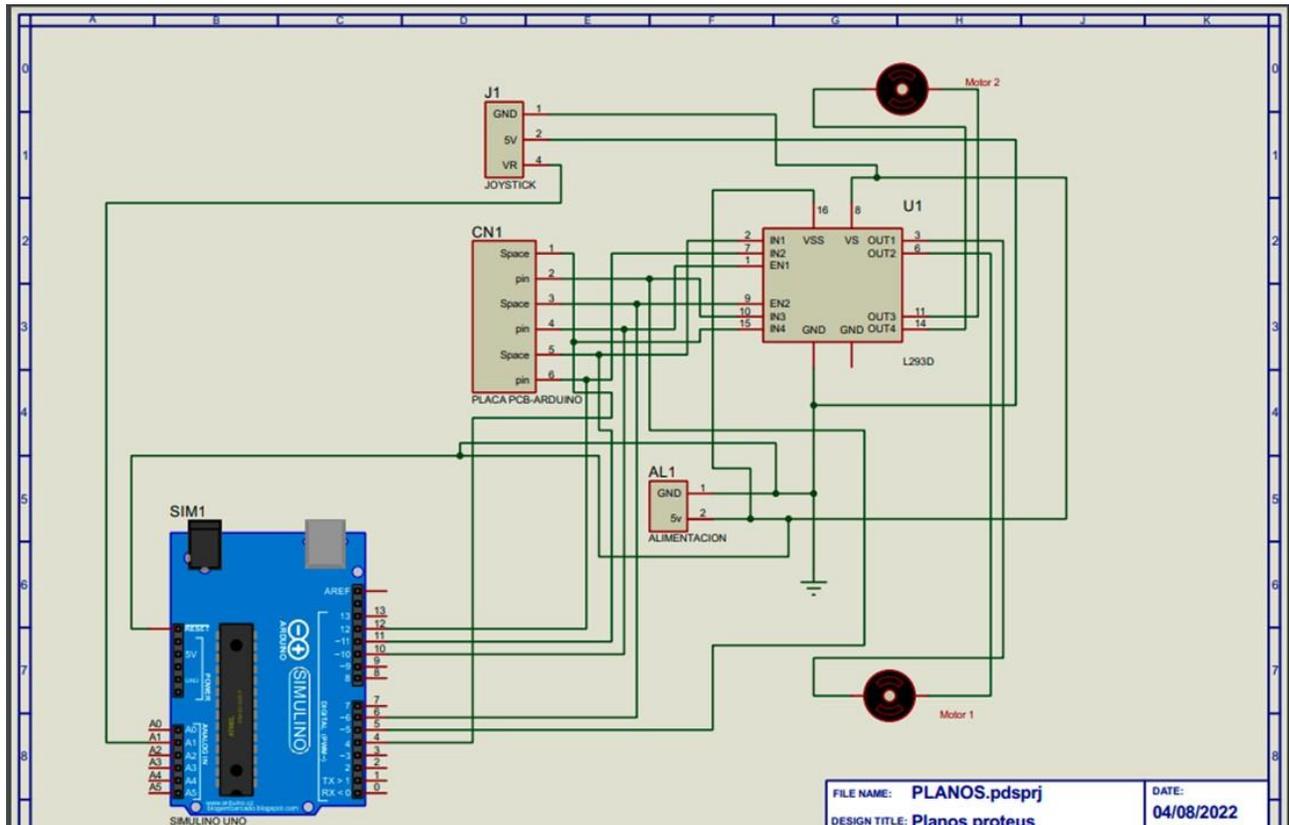
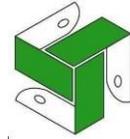


Figura 73 Plano eléctrico

Anteriormente se muestra uno de los planos eléctricos, se requirió del software de Proteus para la elaboración esquemática de la conexión que se siguió a lo largo de un periodo de tiempo.

Se tuvieron que realizar ciertos ajustes dentro del programa, ya que algunos de los componentes no estaban dentro de la programación por lo cual fue necesario crearlos y agregarles una librería distinta a las ya agregadas en las licencias de Proteus.

Las imágenes anteriores son algunos de planos de las piezas por separado de la silla, esto para indicar medidas y especificaciones de acuerdo con las perspectivas propuestas.

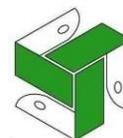


4.4 Plan de trabajo

El plan de trabajo propuesto describe el proceso de producción de la silla de ruedas considerando el desarrollo expuesto en este informe, con lo cual se pretende evidenciar las características del proceso de fabricación y establecer los tiempos óptimos para el desarrollo del modelo individual o en producción de alto volumen.

PLAN DE TRABAJO																								
Periodo implementado para el plan de trabajo		marzo - agosto 2024																						
Responsable		Ing. Axel Martínez Chávez																						
Objetivo		Manufacturar un prototipo de silla de ruedas plegable que beneficie a las personas con discapacidad de los miembros inferiores, mediante el cual se pretende evaluar los tiempos óptimos de fabricación																						
ACTIVIDAD	TIEMPOS	CRONOGRAMA																			ESTADO	AREA	OBSERVACIONES	
		PERIODO/SEMANAS																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				
DISEÑO MECÁNICO	Realización de bocetos y/o corrección de los ya propuestos	10 Hrs.																				PROGRAMADO	INGENIERO DE DISEÑO	
	Dibujo industrial mediante software de los elementos mecánicos	6 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Diseño de elementos móviles y ensambles mecánicos	24 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Simulación del ensamble final para la delimitación de correcciones y/o mejoras	10 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Determinación de ajustes y tolerancias dimensionales	8 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Generación de planos mecánicos e las piezas a manufacturar	10 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Generación de documentación técnica del área mecánica	5 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Diseño del sistema de control eléctrico	20 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Simulación mediante software del sistema de control	10 Hrs.																				PROGRAMADO		
Validación del sistema de control y generación de la documentación y planos eléctricos	5 Hrs.																				PROGRAMADO			
ANÁLISIS CAE	Análisis de elemento finito	10 Hrs.																				PROGRAMADO	DEPARTAMENTO DE PRUEBAS	
	Análisis térmico	10 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Análisis de vibraciones	10 Hrs.																				PROGRAMADO		
MANUFACTURA Y ENSAMBLE	Diseño de trayectorias para procesos de manufactura CNC	10 Hrs.																				PROGRAMADO	TALLER DE PRODUCCIÓN	
	Maquinado de piezas mediante tecnologías CNC	50 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Fabricación de elementos mecánicos mediante procesos convencionales	50 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Ensamble y ajuste de elementos móviles	25 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Ensamble y adecuación del sistema de control	20 Hrs.																				PROGRAMADO		
VALIDACIÓN	Pruebas mecánicas de deformación	6 Hrs.																				PROGRAMADO	CONTROL DE CALIDAD	
	Pruebas térmicas ambientales	9 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Pruebas de vibración y desajuste de elementos móviles	3 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Pruebas de calentamiento del sistema de control	12 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Análisis estadístico de los resultados obtenidos	9 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Corrección y/o modificación acorde a los resultados obtenidos	9 Hrs.																				PROGRAMADO		
COMERCIALIZACIÓN	Análisis FODA	20 Hrs.																				PROGRAMADO	VENTAS Y MARKETING	
	Análisis costo beneficio	15 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Determinación de costos de inversión y venta	10 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Análisis logístico de transporte	10 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Análisis del IVA	25 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Análisis estimado de rentabilidad	35 Hrs.																				PROGRAMADO		
	Determinación de costos de re-inversión	35 Hrs.																				PROGRAMADO		

Tabla 9 Plan de trabajo

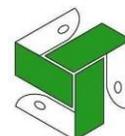


4.5 Fichas de procesos

Las fichas de proceso describirán mediante documentación técnica las condiciones administrativas requeridas para cada proceso de producción.

MDP-SEGUIMIENTO Y MEDICION DE PROCESOS		FICHA-PROC- DOC-01-PCS
FICHAS DE PROCESOS		
FICHA DEL PROCESO	EDICIÓN	FECHA DE REVISIÓN
ACCIONES DE MEJORA	1	06/03/24
MISIÓN DEL PROCESO		
Analizar las incidencias registradas y solucionadas a fin de determinar acciones que eviten que estas vuelvan a suceder en el futuro. Incluye el estudio de las sugerencias del personal, así como de aquellas acciones que eviten que incidencias potenciales puedan ocurrir		
ACTIVIDADES QUE FORMAN EL PROCESO		
Estudio de las incidencias registradas Estudio de sugerencias del personal Propuesta de acciones correctivas Propuesta de acciones preventivas	Aprobación de acciones de mejora Seguimiento de acciones aprobadas Registro de acciones de mejora aplicadas Informe para la revisión del sistema	
RESPONSABLES DEL PROCESO		
Responsable de gestión de calidad Representante de gerencia Gerencia		
ENTRADAS DEL PROCESO	SALIDAS DEL PROCESO	
Registro de incidencias Propuestas de personal	Acciones de mejora	
PROCESOS RELACIONADOS		
Gestión de incidencias Revisión y planificación del sistema		
RECURSOS/NECESIDADES		
Base de datos Documentación del SGC		
REGISTROS/ARCHIVOS		
Lista de acciones de mejora aprobadas Ficha de acción de mejora		
INDICACIONES		
Número de incidencias relacionadas con el proceso abiertos en auditorías externas Número de total de incidencias relacionadas con el proceso abiertos en auditoría Número de acciones correctivas propuestas/probadas/ejecutadas Número de acciones preventivas propuestas/probadas/ejecutadas		
DOCUMENTOS APLICABLES		
Procedimiento de acciones de mejora		

Tabla 10 Ficha de proceso para acciones de mejora de producción



MDP-SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE PROCESOS	FICHA-PROC- DOC-01-REV
---	-------------------------------

FICHAS DE PROCESOS		
FICHA DEL PROCESO	EDICIÓN	FECHA DE REVISIÓN
REVISIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	1	06/03/24
MISIÓN DEL PROCESO		
<p>Analizar los datos arrojados por los procesos del sistema a fin de determinar el logro de los objetivos propuestos el cumplimiento con los requisitos establecidos la necesidad de nuevos recursos y en definitiva garantizar que el sistema de gestión de calidad mantiene constante su conveniencia eficacia y adecuación</p>		
ACTIVIDADES QUE FORMAN EL PROCESO		
<p>Análisis de los procesos del SGC Análisis de objetivos de calidad Asignación de recursos necesarios Revisión de la política de calidad</p>	<p>Establecimiento de nuevos objetivos Análisis de propuestas de mejora Planificación del sistema para el siguiente periodo</p>	
RESPONSABLES DEL PROCESO		
Gerencia, Representante de gerencia y Responsable de gestión de calidad		
ENTRADAS DEL PROCESO	SALIDAS DEL PROCESO	
<p>Informes de los procesos del SGC Informes de auditorías internas y externas Política de calidad Objetivos de calidad</p>	<p>Política de calidad revisada Nuevos objetivos de calidad Aprobación de acciones de mejora Plan de calidad para el siguiente periodo Acta de la de la revisión del sistema</p>	
PROCESOS RELACIONADOS		
Todos los procesos del SGC y en especial, Auditorías internas, Acciones de mejora y seguimiento de procesos		
RECURSOS/NECESIDADES		
No se han determinado		
REGISTROS/ARCHIVOS		
<p>Listado de revisiones del SGC Acta de revisión del SGC Lista de objetivos de calidad Ficha de objetivo de calidad Plan de calidad</p>		
INDICACIONES		
<p>Número de incidencias relacionadas con el proceso abiertos en auditorías externas Número de total de incidencias relacionadas con el proceso abiertos en auditoría % de logro de objetivos de calidad Número de incidencias por falta de recursos</p>		
DOCUMENTOS APLICABLES		
Procedimiento de revisión y planificación del sistema		

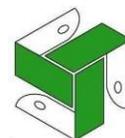


Tabla 11 Ficha de proceso para revisión del sistema de gestión de calidad

MDP-SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE PROCESOS		FICHA-PROC- DOC-01-SEG
FICHAS DE PROCESOS		
FICHA DEL PROCESO	EDICION	FECHA DE REVISION
SEGUIMIENTO DE PROCESOS	1	06/03/24
MISION DEL PROCESO		
Asegurar la correcta definición y la eficacia de los procesos del sistema de gestión de calidad de los productos y servicios ofrecidos al cliente.		
ACTIVIDADES QUE FORMAN EL PROCESO		
Identificación de los procesos del SGC Elaboración de las fichas de procesos Asignación de indicadores de eficacia Análisis de resultados de los indicadores	Proponer acciones de mejora	
RESPONSABLES DEL PROCESO		
Responsable de gestión de calidad		
ENTRADAS DEL PROCESO	SALIDAS DEL PROCESO	
Información de los procesos del SGC Resultados de los indicadores aprobados	Fichas de procesos actualizadas Propuestas de acciones de mejora Informe de la revisión del sistema	
PROCESOS RELACIONADOS		
Todos los procesos del SGC.		
RECURSOS/NECESIDADES		
Documentación del SGC		
REGISTROS/ARCHIVOS		
Fichas de procesos del SGC Informe del seguimiento de los procesos.		
INDICACIONES		
Número de incidencias relacionadas con el proceso abiertos en auditorías externas Número de total de incidencias relacionadas con el proceso abiertos en auditoría Número de incidencias por incorrecto diseño de los procesos		
DOCUMENTOS APLICABLES		
Procedimiento de seguimiento y medición de procesos		

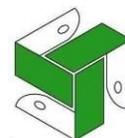


Tabla 12 Ficha de proceso para el seguimiento de procesos

MDP-SEGUIMIENTO Y MEDICION DE PROCESOS		FICHA-PROC- DOC-01-MED
FICHAS DE PROCESOS		
FICHA DEL PROCESO	EDICION	FECHA DE REVISION
SEGUIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDIA	1	06/03/24
MISION DEL PROCESO		
Asegurar que los equipos de media utilizados para verificar aquellas dimensiones del material que pudieran afectar a los requisitos del cliente estén siempre en plenas condiciones de uso.		
ACTIVIDADES QUE FORMAN EL PROCESO		
Identificación de los equipos e media Elaboración de las fichas de equipos Revisión de equipos controlados Calibración de equipos		
RESPONSABLES DEL PROCESO		
Responsable de control de calidad		
ENTRADAS DEL PROCESO	SALIDAS DEL PROCESO	
Nuevos equipos de media Equipos para revisar Requisitos de cada proceso	Equipos verificados Equipos calibrados Equipos controlados e identificados Equipos desechados	
PROCESOS RELACIONADOS		
Procesos de control de recepción y corte de material		
RECURSOS/NECESIDADES		
Patrones para verificación y calibración de equipos de media		
REGISTROS/ARCHIVOS		
Lista de equipos de medición bajo control Ficha de equipo de medición		
INDICACIONES		
Número de incidencias relacionadas con el proceso abiertos en auditorías externas Número de total de incidencias relacionadas con el proceso abiertos en auditoría Número de incidencias por uso de equipos de media defectuosos		
DOCUMENTOS APLICABLES		
Procedimiento de seguimiento y equipos de media		

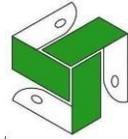
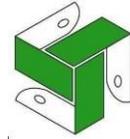


Tabla 13 Ficha de proceso para el seguimiento de equipos de media



4.6 Administración del plan de trabajo

El plan de trabajo se basa en la serie de actividades fundamentales secuenciales que promueven el desarrollo del proceso de diseño fabricación y producción del prototipo, con el fin de administrar los tiempos específicos para tal fin.

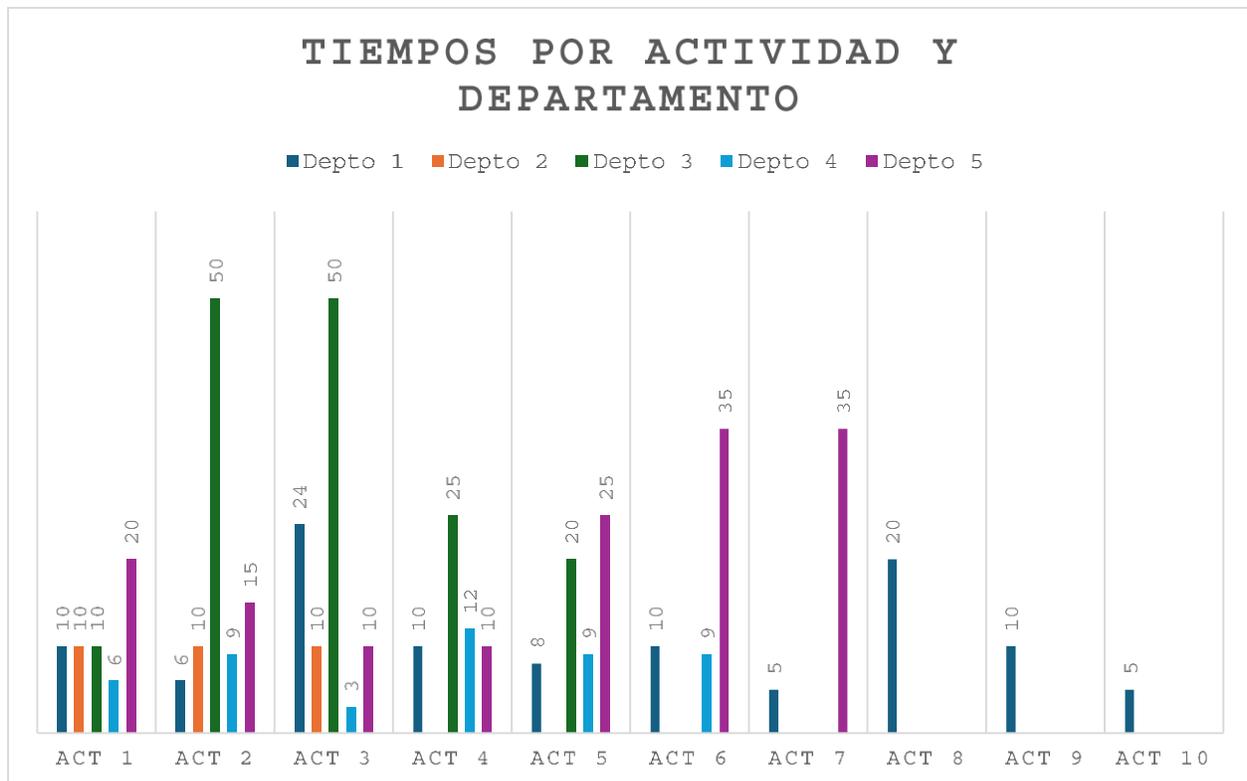
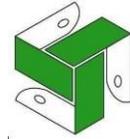


Tabla 14 Grafica de dispersión de tiempos en actividades por área

Posteriormente se analizaron los tiempos de cada actividad por departamento para evaluar la eficiencia y resultados esperados entre cada uno de ellos, suponiendo que los tiempos muertos y los cuellos de botella sean despreciables.



Los gráficos estadísticos son las herramientas que permitirán la visualización de datos que permiten representar de manera accesible la información sobre el comportamiento de los tiempos en el proceso de producción, facilitando la comparación y la comprensión de la evolución de distintas variables.

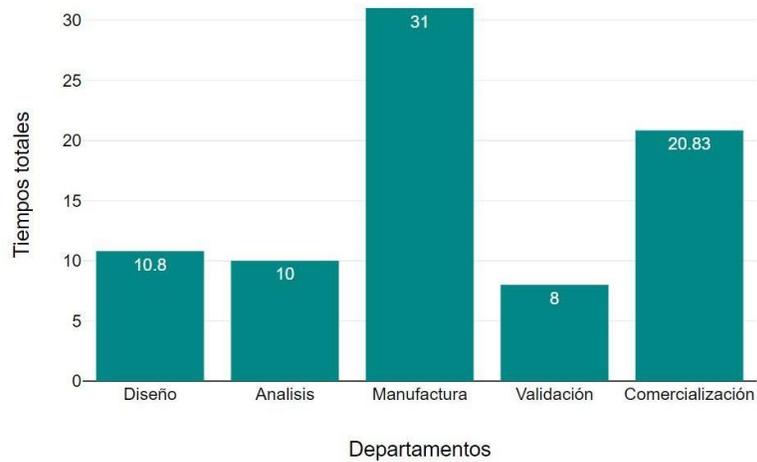


Tabla 15 Registros de tiempos por áreas

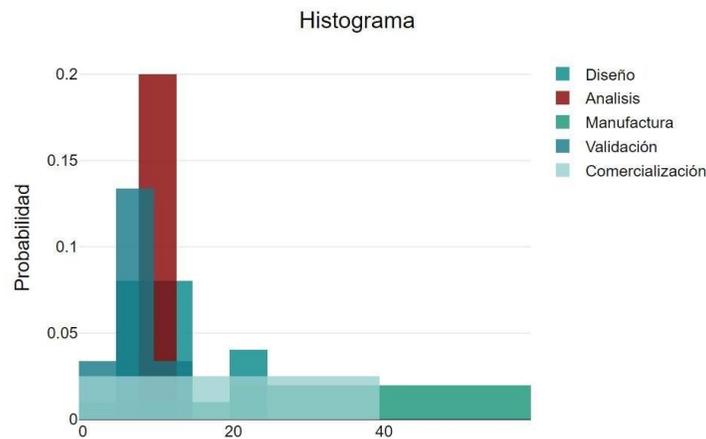


Tabla 16 Histograma descriptivo de actividades

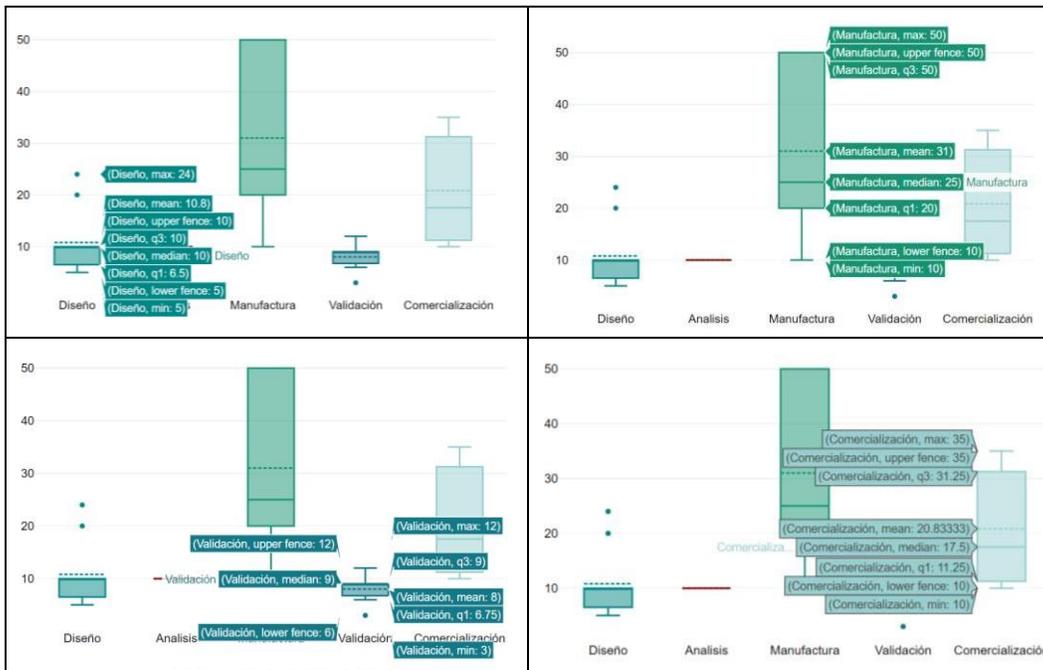
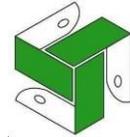


Tabla 17 Diagramas de caja y para la especificación de tiempos

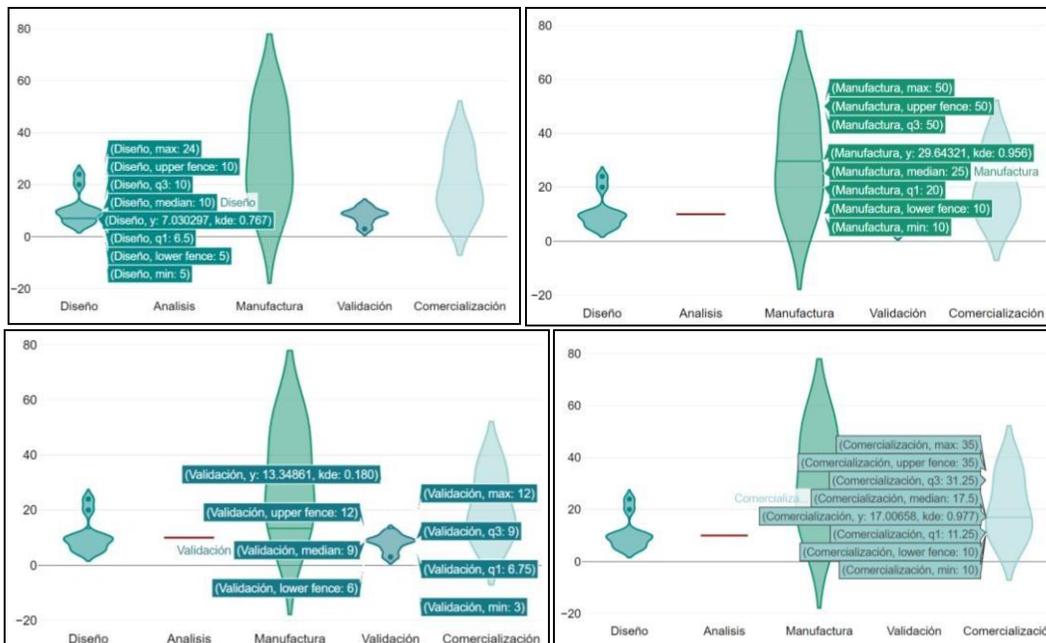
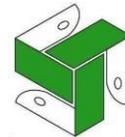


Tabla 18 Diagramas de violín



A continuación, se expone el diagrama de Raincloud plot, esta herramienta se compone de un diagrama de caja y un diagrama de violines. Por lo tanto, un diagrama Raincloud Plot puede utilizarse para mostrar mucha información a la vez.

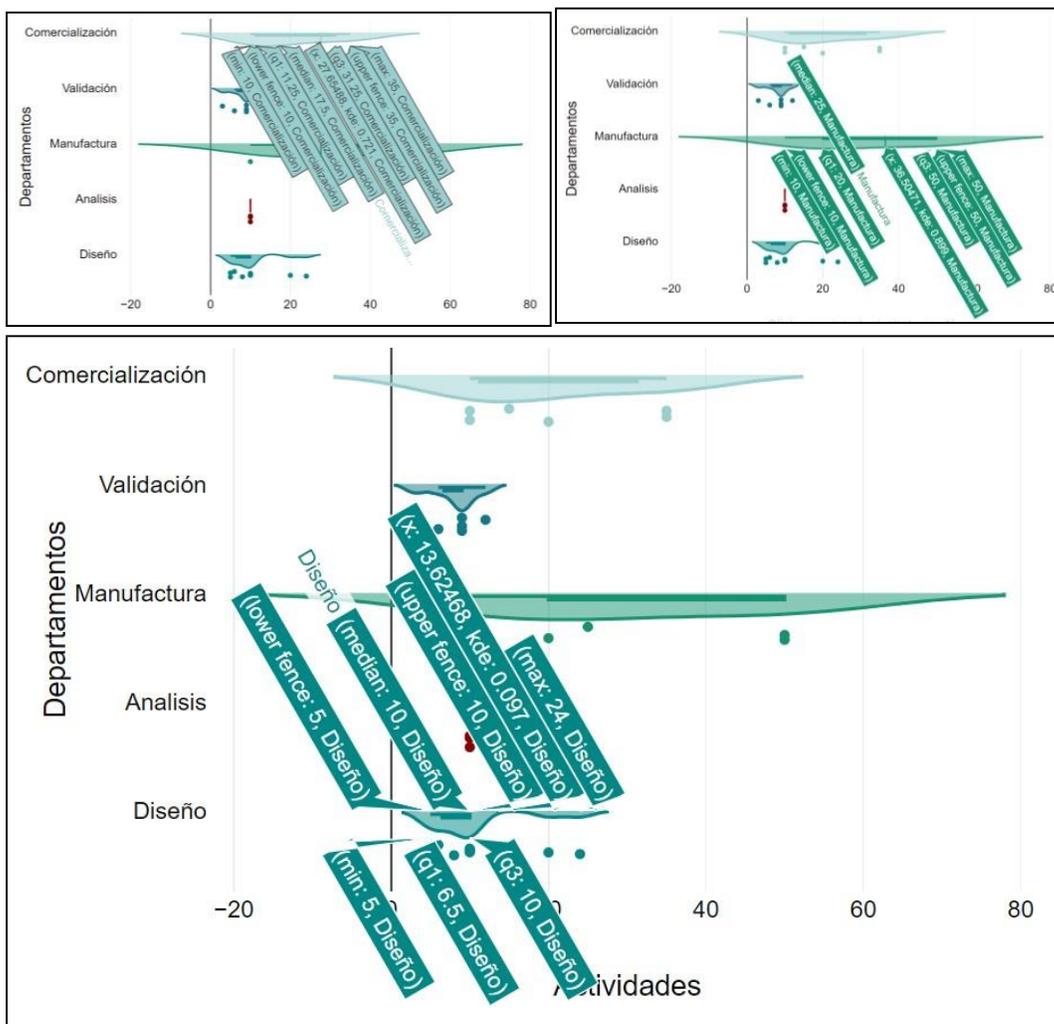
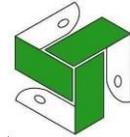


Tabla 19 Diagramas de Raincloud plot



El análisis Q-Q, es un método gráfico para el diagnóstico de diferencias entre la distribución de probabilidad de una población de la que se ha extraído una muestra aleatoria y una distribución usada para la comparación.

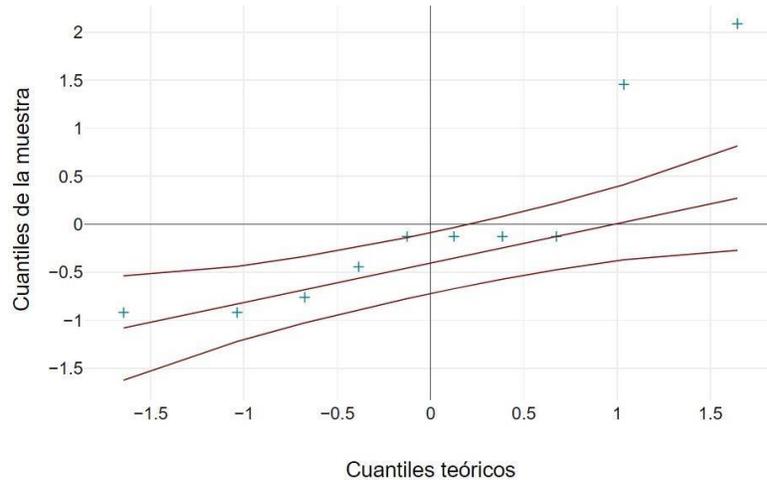


Tabla 20 Diagrama Q-Q

Se finaliza con un gráfico de lineales, mediante el cual se muestran cómo una variable continua (la razón de actividades por áreas) cambia con el tiempo. La variable que mide el tiempo se representa en el eje X. La variable continua se representa en el eje Y.

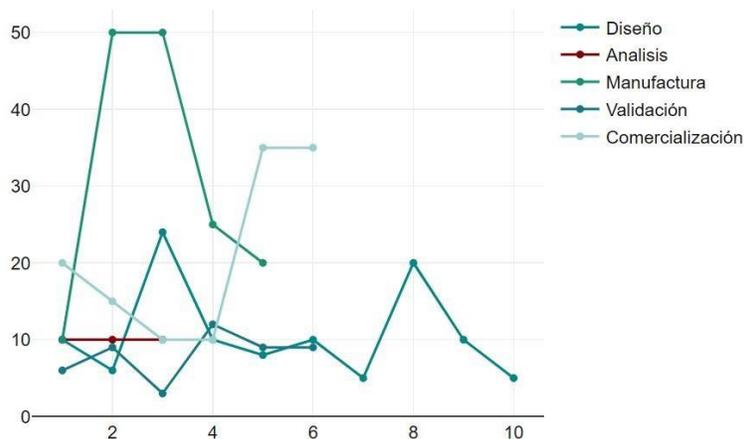
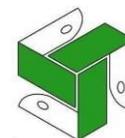


Tabla 21 Diagramas de líneas



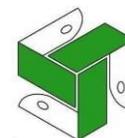
CONCLUSIONES

La idea de este proyecto surgió ante la problemática que sería para una persona que necesita del uso de una silla ruedas, el que no pueda realizar ciertas actividades que requieren de un esfuerzo extra, tal como lo es alcanzar algún objeto que se encuentre a alta elevación. La creación de un artículo como este debe tener dicción a una población específica, por lo cual es necesario contemplar un cierto tipo de necesidades en general.

El mecanismo de bipedestación permite que el usuario pueda desplazar con mayor facilidad partes de su cuerpo que una silla de ruedas estándar no puede ofrecer, este mecanismo funciona con guías en la estructura de la silla para que el asiento pueda obtener una forma corrediza y permita que el usuario pueda acomodar su cuerpo para que la nueva posición sea de pie o semi de pie.

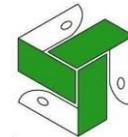
El propósito de dicha silla es hacer que el usuario sea más independiente y autosuficiente sin la ayuda de un externo, ya que podría incorporarse de manera propia con la ayuda de la silla y la parte eléctrica que hace que se accione el mecanismo ya mencionado, durante el proceso el usuario tendría que esperar un intervalo de tiempo muy breve en lo que la posición de la silla se mueve.

Este proyecto necesito del uso de tecnología específica, tanto para el diseño como para el diagrama de conexiones para plasmarlo de forma física después. Esto para tener mejor visualizadas las partes de los componentes y como es que todo podría alimentarse de cierta manera.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] «Tipos de sillas Salva escaleras o Sube escaleras,» Accesibilidad 4 , Madrid, 2020.
- [2] K. Healthcare, «Historia y evolución de las sillas de ruedas.,» Gerisistem, 2016.
- [3] Instituto Nacional de Salud Publica , «Sillas de ruedas de bipedestacion.,» 2020.
- [4] «Sillas de redas,» 2018.
- [5] La Boutique de la Salud , «Silla de ruedas eléctricas o motorizadas.,» Madrid , 2018.
- [6] Model Systems Knowledge Translation Center, «La silla de ruedas manual,» Estados Unidos, 2011.
- [7] N. Foinoe, «¿Cuáles son los materiales de la silla de ruedas?,» Jiangsu, 2019.
- [8] Obbocare, «Tipos de sillas de ruedas que existen en el mercado,» España, 2020.
- [9] Ortega, «La silla de ruedas del futuro será guiada por el pensamiento y las emociones.,» EL NUEVO DIARIO, . Nicaragua, 2018.
- [10] Ortopediamimas, «Partes de una Silla de Ruedas,» 2019.
- [11] Sunrise Medical S.L., «Beneficios de las sillas de ruedas con bipedestación.,» Estados Unidos, 2019.
- [12] Sunrise Medical S.L., « Sillas de ruedas deportivas para cada disciplina.,» 2017.
- [13] Sunrise Medical S.L., «La historia de la silla de ruedas.,» 2018.
- [14] Servicio de Información sobre Discapacidad, «Servicio de Información sobre Discapacidad,» España, 2020.
- [15] Universia, «Diseñan una silla de ruedas inteligent.,» 2016.
- [16] Ortopedia, «Silla de Ruedas Marco de Titanio Luz Plegable Silla de Ruedas portátil de Viaje,» 2021.
- [17] Diario Oficial de la Federacion, «ALUMINIO Y SUS ALEACIONES,» Mexico D.F.
- [18] Ruedas , «Elementos de desplazamiento silla de ruedas.,» 2019.
- [19] Salud, L. B, «Tipos de sillas.,» 2018.
- [20] Ponerse de pie., «Tipos de sillas.,» 2017 .
- [21] Sunrise Medical S.L., «El deporte de silla de ruedas.,» 2017.
- [22] Sunrise Medical S.L., «El deporte de silla de ruedas.,» 2017.
- [23] Theramart. , «¿Cual es la postura correcta en la silla de ruedas?,» 2021.
- [24] « Sillas inteligentes.,» 2016.



GLOSARIO

Arduino: software de programación que permite ejecutar indicaciones e instrucciones para que un circuito eléctrico cumpla con dicha programación

Automatización: La automatización es el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano. Estos normalmente se utilizan para optimizar y mejorar el funcionamiento de una planta industrial, pero igualmente puede utilizarse la automatización en un estadio, una granja o hasta en la propia infraestructura de las ciudades.

CAD: El diseño asistido por ordenador (CAD) consiste en el uso de programas de ordenador para crear, modificar, analizar y documentar representaciones gráficas bidimensionales o tridimensionales (2D o 3D) de objetos físicos como una alternativa a los borradores manuales y a los prototipos de producto.

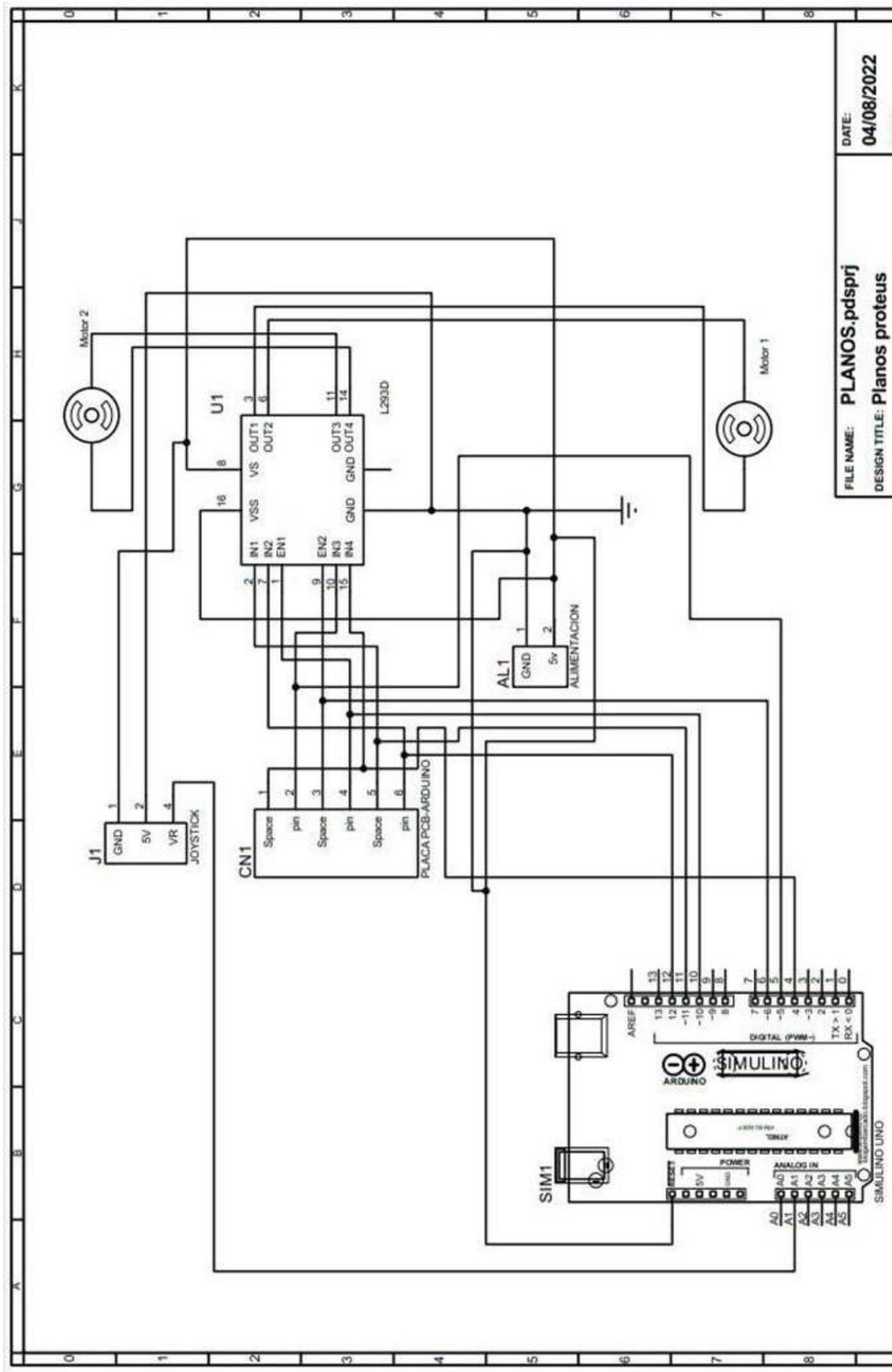
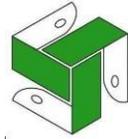
Motores: Un motor es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía, en energía mecánica capaz de realizar un trabajo.

Prototipo: Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales, o molde original con el que se fabrica.

PCB: Es el término que se le asigna a una placa fenólica de cobre a la cual se le aplican procesos para soportar el circuito y funcionamiento eléctrico necesario, se le dice así por sus siglas en inglés (PRINTED CIRCUIT BOARD).



ANEXOS



FILE NAME: **PLANOS.pdsprj**
DESIGN TITLE: **Planos proteus**
DATE: **04/08/2022**
R.L.P.F.

