



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

PROPUESTA DE PROYECTO: REMOOV



Grupo 11

ÍNDICE



- | | | | |
|-----------|-------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| 01 | El equipo | 05 | Esquema caja negra |
| 02 | Análisis del caso | 06 | Matriz y tablas |
| 03 | Patentes | 07 | Bocetos |
| 04 | Propuesta y lista de requerimientos | 08 | Conclusiones y siguientes pasos |



EL EQUIPO

Integrantes

Goran Acurio
Camila Araujo
Marco Baltzar
Gabriela Barrios
Katherin Berrio
Jorge Briceño



ANÁLISIS DEL CASO:

Lesión Medular Cervical C3–C5

01

Afecta: médula espinal cervical → pérdida parcial de movilidad y sensibilidad en brazos y piernas.

02

Consecuencia: tetraparesia → fuerza limitada en hombros, sin control en manos/piernas.

03

Estadísticas:

- Datos de investigaciones recientes mostraron que este tipo de lesión constituye el 62% de todas las LME y el grupo de edad más común es entre 15 y 30 años a nivel mundial. [1]
- En el Perú, el Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) reporta que alrededor del 60 % de los casos se deben a accidentes vehiculares [2]



Causas de lesión medular en el Perú

Accidentes de tránsito

60%

Violencia

10%

Otras

Caídas

25%

Fuente: [1] World Health Organization, "Lesión de la médula espinal," WHO, 2024.

Fuente: [2] Datos tomados del Boletín Epidemiológico Ene 2023 – INR

ANÁLISIS DEL CASO:

- 01
- 02
- 03
- 03

Musculoesquelético: fuerza parcial en hombros (C5), sin movimiento en manos → difícil propulsión.

Tono muscular: bajo; atrofia en extremidades.

Sensibilidad: conservada hasta C4.

Necesidad principal: asistencia para mover la silla de ruedas con menor esfuerzo.



Referencia: Caso Clínico NNC4C

ANÁLISIS DEL CASO:



01

Dificultad principal: el usuario tiene limitada fuerza en brazos y no puede propulsar la silla de ruedas por sí mismo.

02

Necesidad funcional: poder moverse con menor esfuerzo y mayor comodidad durante sus actividades diarias.

03

Impacto: afecta su independencia, su movilidad dentro del hogar y su participación social.

03

Objetivo de rehabilitación: promover la autonomía en la locomoción para mejorar su calidad de vida.

PATENTE 1

E - MOTION



Tipo de tecnología: Producto Comercial

Autor, empresa o institución responsable: Alber GmbH (subsidiaria de Invacare Corporation, Alemania)

VENTAJAS

- Reduce el esfuerzo y magnifica la distancia recorrida.
- Usa el mismo movimiento tipo "remo".
- Compatible con distintos modelos.

DESVENTAJAS

- Aumenta el peso ≈ 7.8 kg por rueda y las dimensiones de la silla 2-4 cm.
- Costo elevado.



PATENTE 2

SMARTDRIVE MX2+



Tipo de tecnología: Producto Comercial

Autor, empresa o institución responsable: Permobil

VENTAJAS

- Dispositivo acoplable en cualquier silla de ruedas con 3 formas de ser controlado.
- Guía disponible para su instalación.
- Puede generar una fuerza adicional o moverse completamente de forma motorizada.

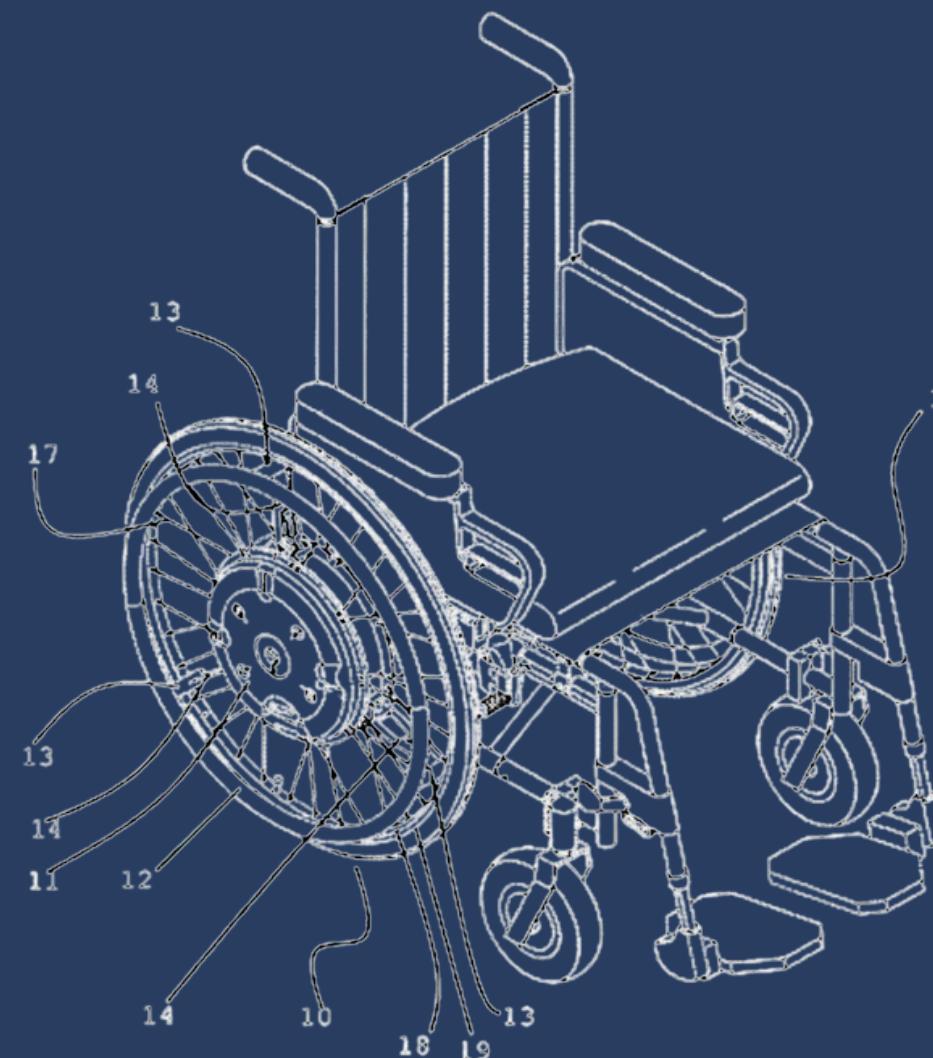
DESVENTAJAS

- Disponible fuera del país con un precio elevado.
- Mantenimiento requerido.

[3] Permobil, “SmartDrive MX2+ Wheelchair Power Assist,” Permobil Products, [En línea]. Disponible: <https://www.permobil.com/en-us/products/power-assist/smartdrive-mx2plus>.

PATENTE 3

AUXILIARY PROPULSION DEVICE FOR A WHEELCHAIR AND WHEELCHAIR WITH AUXILIARY PROPULSION DEVICE



Número de patente: ES2438816T3

Inventores: Paul-Gerhard Bitzer, Bernhard Stumpp

Año de publicación: 2013

INNOVACIONES

- Instalación sencilla en silla de ruedas mecánica.
- Los componentes no interfieren los elementos de la silla.
- Contiene un freno inteligente.

LIMITACIONES

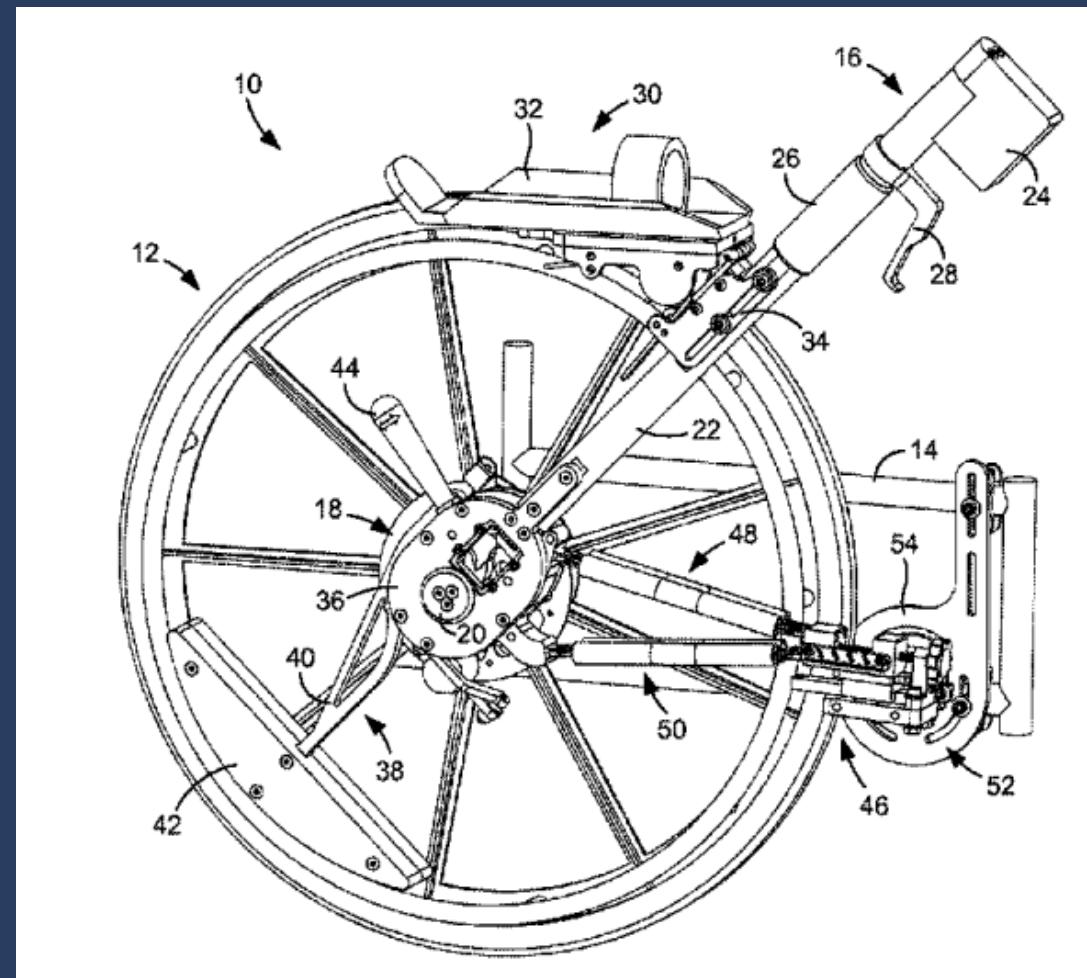
- El impulso inicial genera una dependencia continua en los brazos.
- El sistema añade un peso adicional.



PATENTE 4



LEVER-OPERATED WHEELCHAIR



Número de patente: US9597241B2

Inventores: Daniel Zondervan, David Reinkensmeyer, Brendan Smith

Año de publicación: 2017

INNOVACIONES

- Instalación sencilla en silla de ruedas mecánica.
- Los componentes no interfieren los elementos de la silla.
- Contiene un freno inteligente.

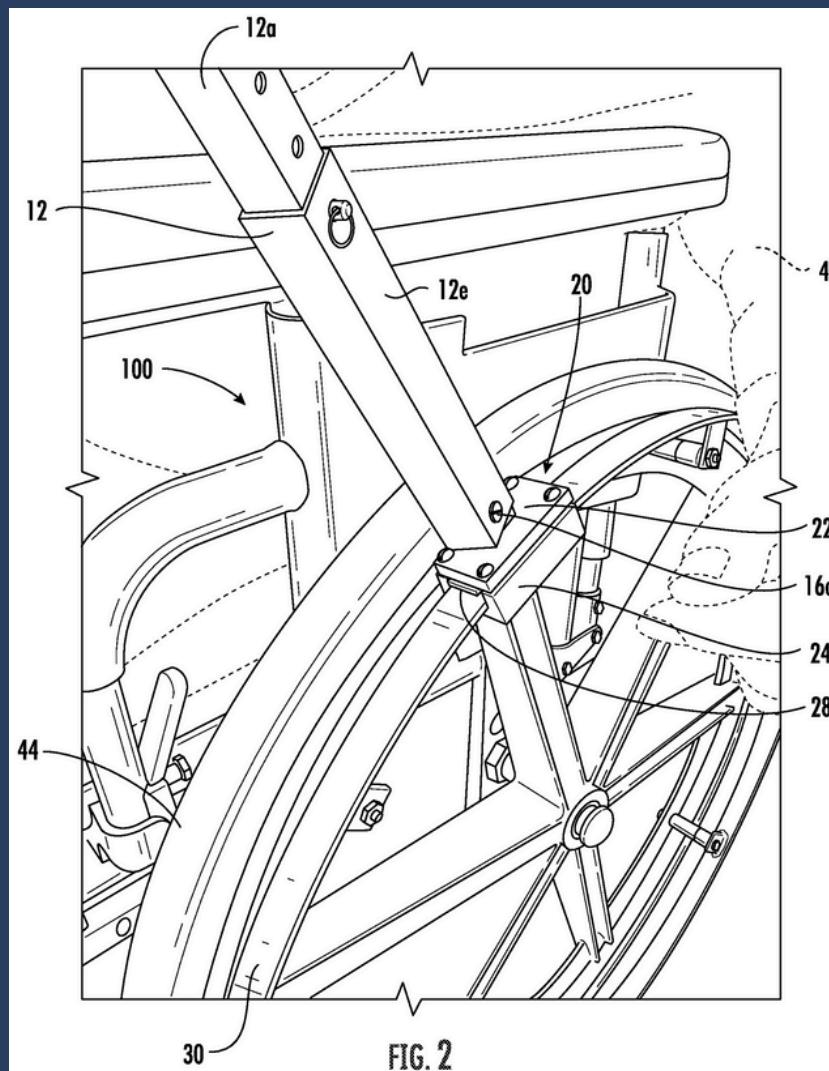
LIMITACIONES

- El impulso inicial genera una dependencia continua en los brazos.
- El sistema añade un peso adicional.



PATENTE 5

WHEELCHAIR PROPULSION ASSIST DEVICE



Número de patente: US11590039B1

Inventores: John W. Britz

Año de publicación: 2023

INNOVACIONES

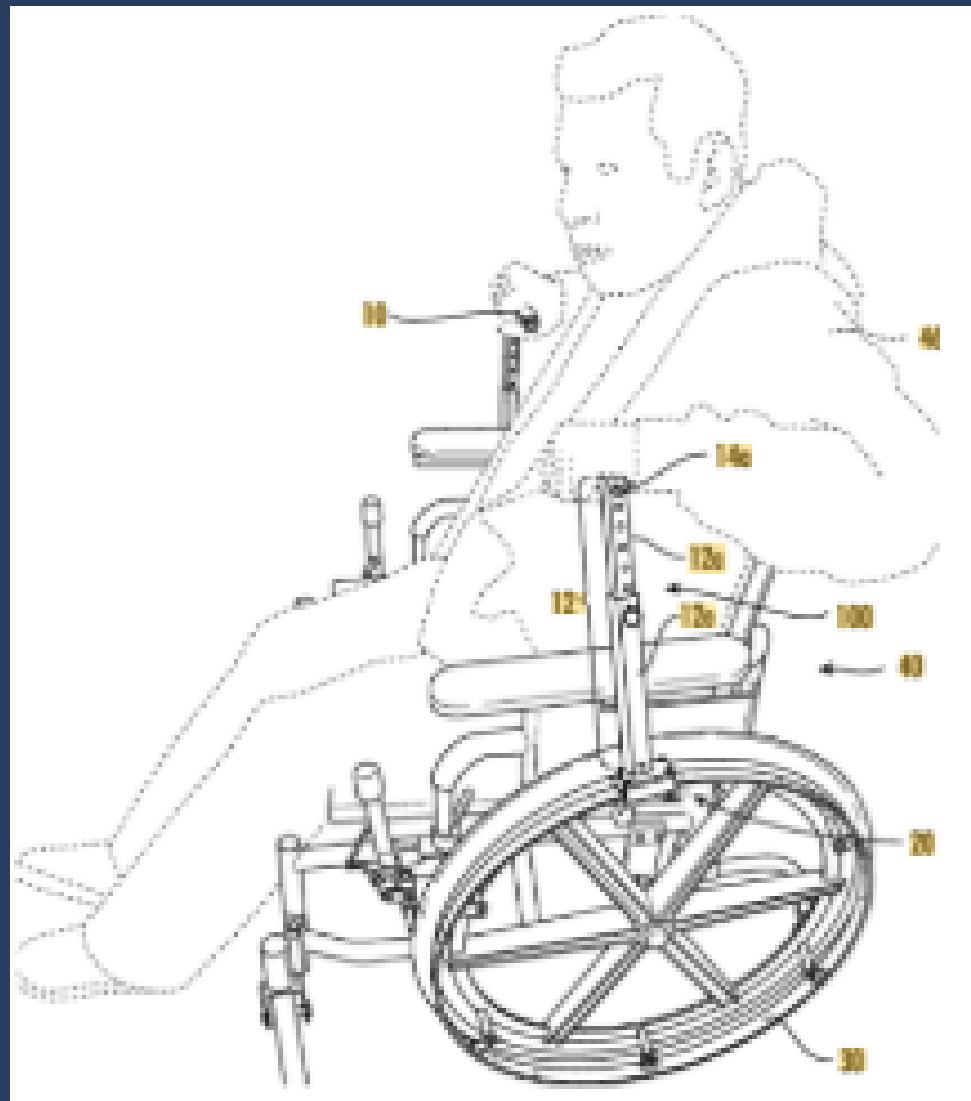
- Palanca ubicada en el sobrearo.
- Diseño versátil que permite ser retirado y colocado.
- Brazo ajustable en altura y rango de movimiento.
- Marco en "C" que mejora la fricción en la rueda.

LIMITACIONES

- Solo cuenta con propulsión hacia adelante.
- Las piezas que generan fricción se desgastan rápido.
- Los elementos pueden interferir con otros componentes de la silla.



PROPUESTA Y LISTA DE REQUERIMIENTOS



Categoría principal	Campo	Requisito	Funcional o No Funcional	Clasificación
Función	Funciones principales y subordinadas	El dispositivo permite al paciente movilizarse independientemente en su silla de ruedas	Funcional	Must have
		El dispositivo reduce la exigencia física del usuario al optimizar la transmisión de fuerza mediante un sistema de fricción.	Funcional	Must have
	Flujos de energía	El usuario impulsa el mango para generar energía mecánica en la propulsión de la silla de ruedas (con mínima pérdida de transmisión), mientras que en el frenado, mediante asistencia eléctrica o mecánica	Funcional	Must have
		El dispositivo cuenta con un sistema de frenado automático que detecta situaciones de peligro (velocidad alta, inclinación peligrosa, aceleración)	Funcional	Should have
	Flujos de material	Mediante un impulso mecánico por el usuario se realiza una transmisión a través de elementos como bielas, engranajes o acomplamientos para ser transmitidos hacia las ruedas y desplazar la silla de manera más efectiva y con menor esfuerzo requerido.	Funcional	Must have
		Al empujar las palancas, el marco pivotante genera fricción en el aro y esta fricción produce el torque necesario para mover la silla de ruedas.	Funcional	Must have
	Flujos de información	El dispositivo, mediante un sensor giroscópico/accelerómetro medirá constantemente la inclinación de la silla y se ejecutará una orden de frenado para detener las ruedas en caso de ser necesario	Funcional	Should have
	Definición de interfaces	El prototipo es capaz de acoplarse a una silla de ruedas convencional sin alterar su estructura principal	funcional	must have
	Características	En su estructura se considera el diseño de una placa fijada al chasis de la silla con módulos ajustables para distintos anchos, una palanca con longitud y ángulo regulable de acuerdo a la comodidad del usuario sin requerir una hiperextensión del hombro.	No funcional	Should have
		El sistema debe integrarse en la silla sin comprometer su estabilidad, soportando hasta 100 kg	No funcional	Must have
		El sistema de frenado con asistencia eléctrica, cuenta con un voltaje menor a 24V por la seguridad del usuario	Funcional	Nice to have
		El software del dispositivo lee en tiempo real los valores de aceleración e inclinación y los evalúa con respecto a un umbral para el freno automático	Funcional	Nice to have
		El software del dispositivo detecta en tiempo real la fuerza ejercida para el movimiento del paciente y apoya eléctricamente el movimiento	Funcional	Nice to have

LISTA DE REQUERIMIENTOS

Requisito	Importancia
El dispositivo permite al paciente movilizarse independientemente en su silla de ruedas	
El dispositivo reduce la exigencia física del usuario al optimizar la transmisión de fuerza.	
El dispositivo se alimenta de energía eléctrica para alimentar los sensores y equipos integrados	Must have
El dispositivo es acoplable y desacoplable a la silla de ruedas	
El dispositivo recolecta información a tiempo real del uso del paciente y transmite la información	

LISTA DE REQUERIMIENTOS

Requisito	Importancia
El dispositivo es ajustable y graduable para la comodidad y ergonomía del usuario	
El dispositivo cuenta con correas elásticas para asegurar y mejorar el agarre del paciente	Should have
El dispositivo es de uso fácil e intuitivo para el usuario	
El dispositivo cuenta con una vida útil de mínimo 5 años	
Factores estéticos (color, formas suavizadas)	Nice to have

ESQUEMA DE CAJA NEGRA:



Movimiento de usuario



Energía mecánica



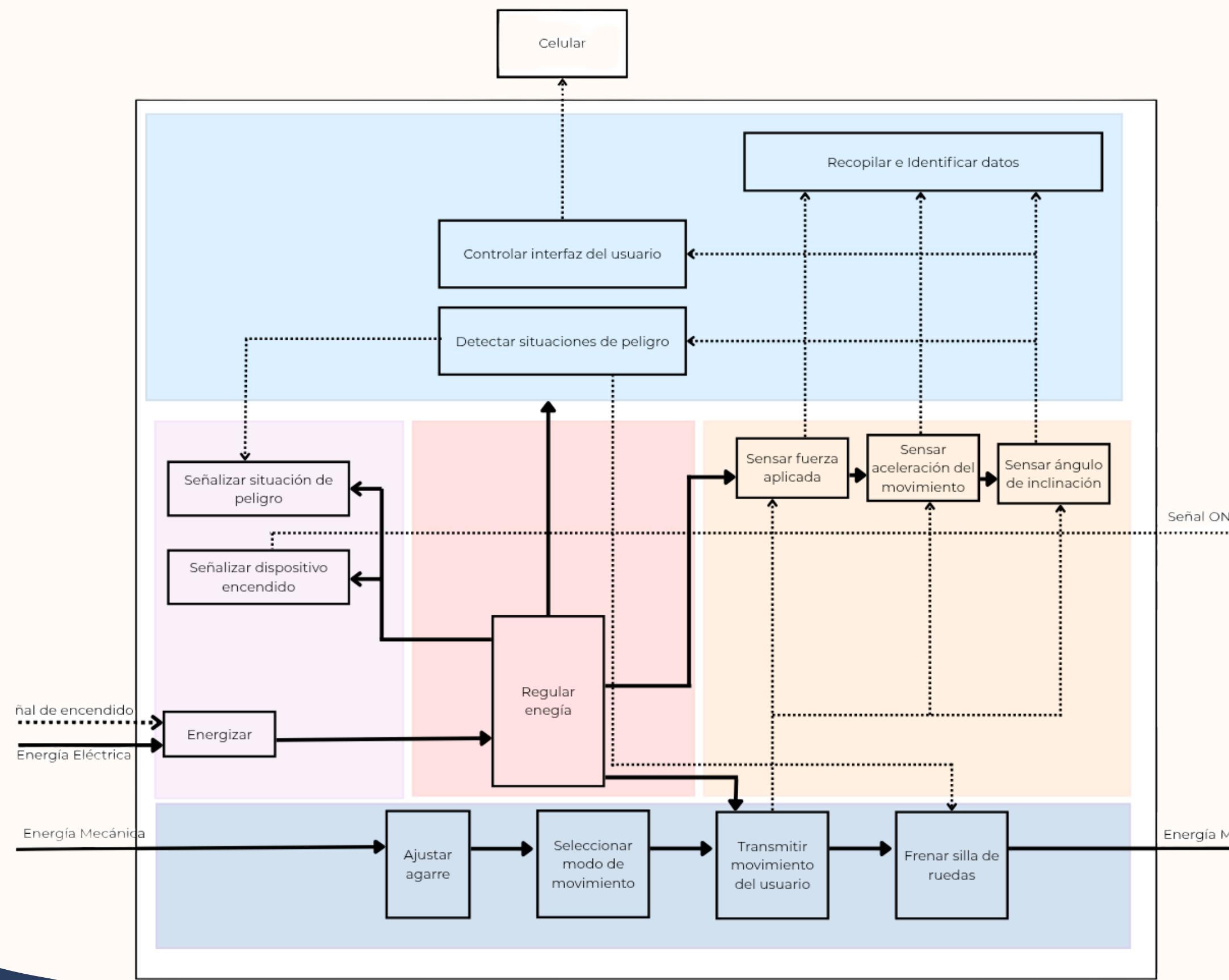
Energía eléctrica



Movimiento de la silla



ESQUEMA DE FUNCIONES:



MATRIZ MORFOLÓGICA

Solucion		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Principales sub-funciones				
1	Ajustar el agarre	Empuñadura ajustable telescópica	Soporte con correa de sujeción (strap)	Empuñadura ergonómica fija
2	Seleccionar el modo de movimiento	Interruptor ON/OFF físico	Palanca de tres posiciones (adelante/neutro/atrás)	Botón táctil o control remoto
3	Transmitir movimiento del usuario	Sistema de fricción	Tren de engranajes	Transmisión por correa / polea
4	Frenar silla de ruedas	Freno mecánico por presión	Freno automático	Freno electromecánico
5	Regular energía	Control manual de fricción o resorte	Control electrónico	Limitador mecánico de torque
6	Energizar	Fuente por batería recargable	Energía humana directa	Híbrido humano + asistencia eléctrica

7	Sensar fuerza aplicada	Sensor piezoelectrónico	Medición por torque	Sensor capacitivo
8	Sensar aceleración del movimiento	MEMS acelerómetro (IMU)	Acelerómetro piezoelectrónico	Encoder rotacional en el eje
9	Sensar ángulo de inclinación	IMU (acel + gyro combinado)	Potenciómetro rotacional	Inclinómetro MEMS
10	Detectar situación de peligro	Límite de inclinación excedido	Sobrecarga de fuerza detectada	Deslizamiento excesivo en fricción
11	Controlar interfaz del usuario	Pantalla LCD	Aplicación móvil	Indicadores LED
12	Señalar dispositivo encendido	LED indicador	Notificación en app	Señal sonora corta
13	Señalar situación de peligro	Alarma sonora	LED intermitente rojo	Vibración en empuñadura
14	Recopilar e identificar datos	Transmisión por Bluetooth a app	Transmisión Wi-Fi a servidor	Almacenamiento local

- Solución A: Propuesta deseable a realizar (rojo)
- Solución B: Segunda opción (azul)

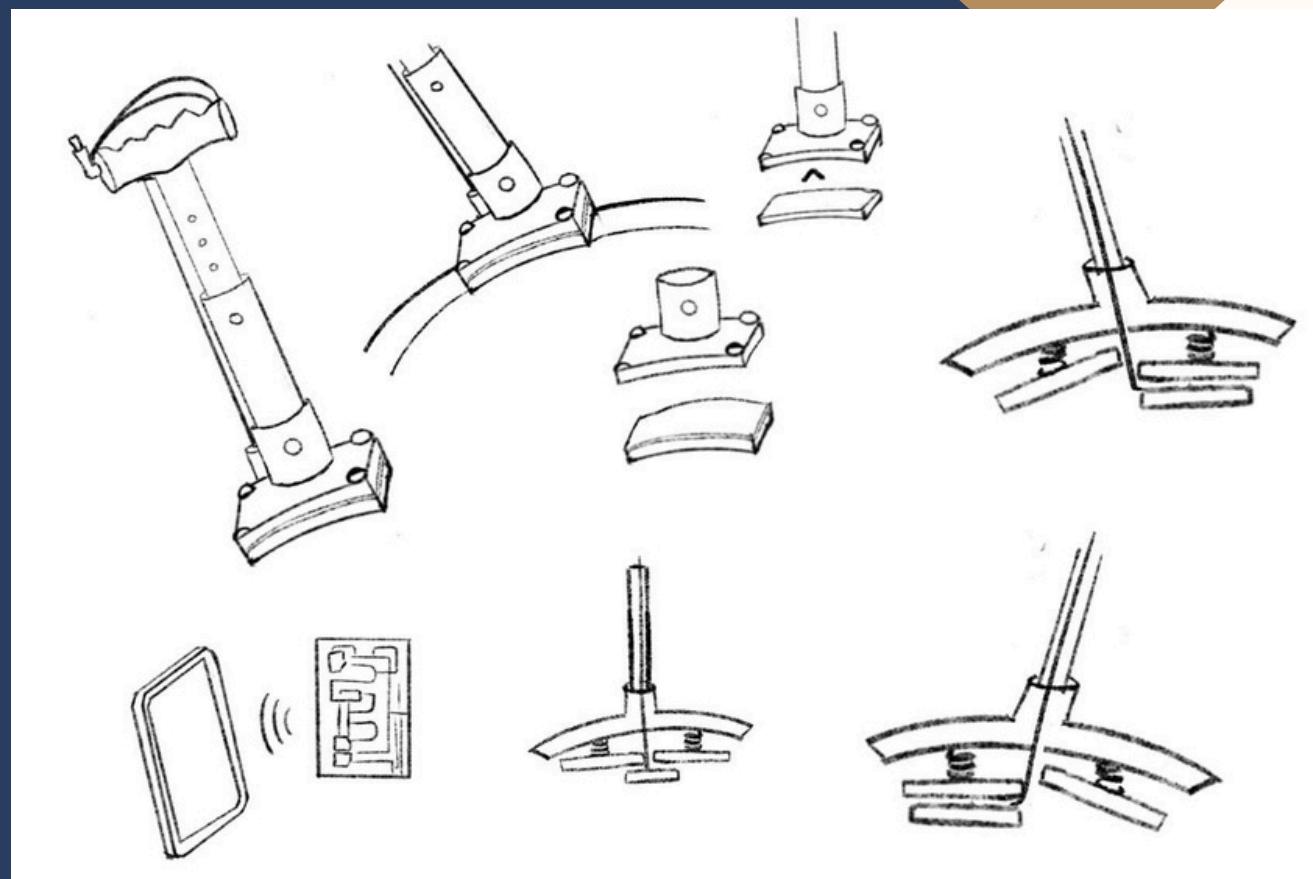
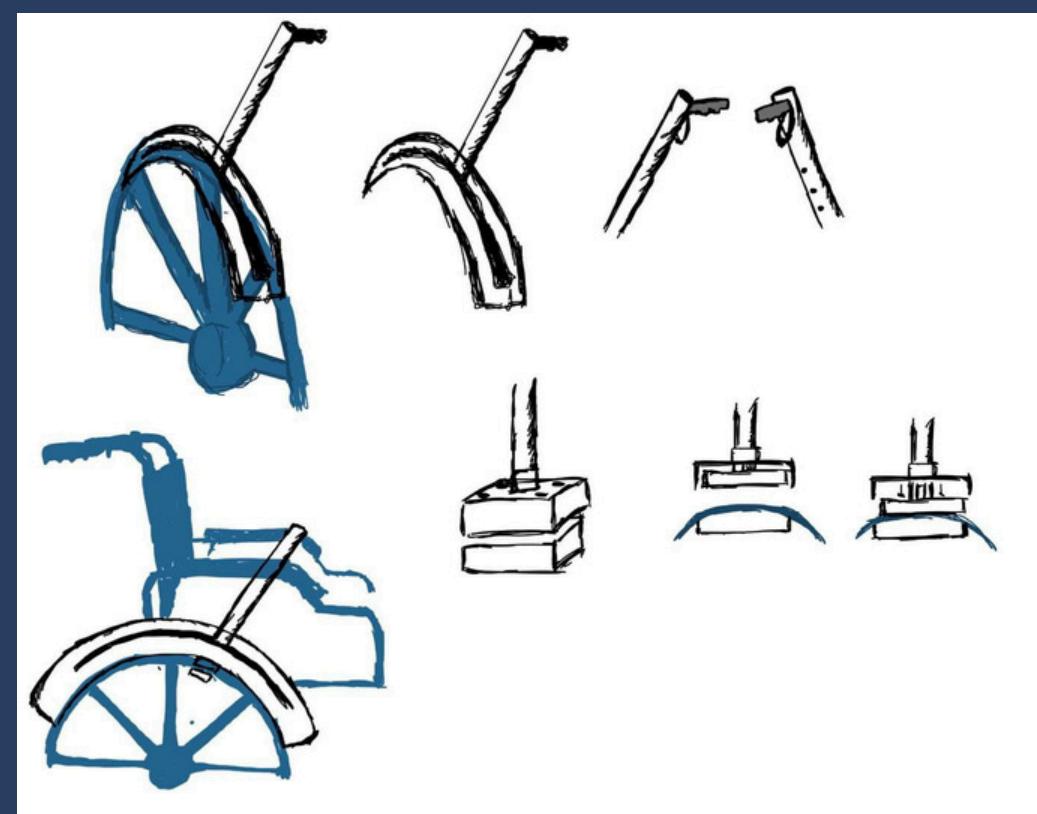
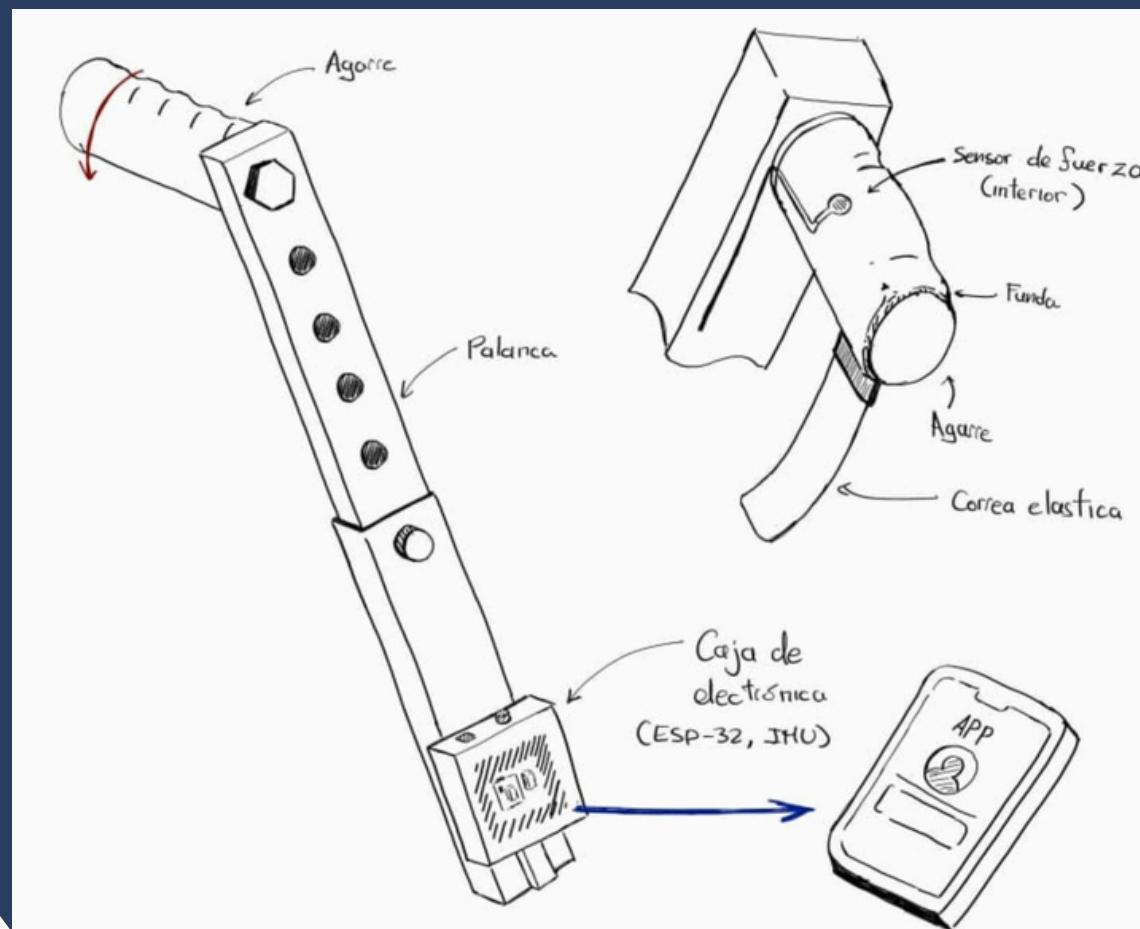
TABLA DE EVALUACIÓN

Solución			Solución A	Solución B
Principales subfunciones		Criterios		
1	Ajustar el agarre	Usabilidad / Ergonomía	4	3
2	Seleccionar el modo de movimiento	Eficiencia funcional / Seguridad	4	2
3	Transmitir movimiento del usuario	Eficiencia / Simplicidad	3	3
4	Frenar silla de ruedas	Seguridad / Fiabilidad	3	4
5	Regular energía	Control / Seguridad	4	3
6	Energizar	Accesibilidad / Independencia	3	3
7	Sensar fuerza aplicada	Eficiencia / Escalabilidad	3	4

TABLA DE EVALUACIÓN

8	Sensar aceleración del movimiento	Seguridad / Control	4	3
9	Sensar ángulo de inclinación	Seguridad / Fiabilidad	4	2
10	Detectar situación de peligro	Seguridad / Fiabilidad	3	3
11	Controlar interfaz del usuario	Usabilidad / Integración	4	3
12	Señalizar dispositivo encendido	Seguridad / Usabilidad	3	3
13	Señalizar situación de peligro	Seguridad / Fiabilidad	4	3
14	Recopilar e identificar datos	Integración / Escalabilidad	4	3
SUMATORIA			50	42

Metodología DVI BOCETOS



CONCLUSIONES

01

Responde a las necesidades del usuario: El mecanismo de palanca con fricción se adapta al rango de movimiento del paciente, por lo que puede manipularlo con mínimo esfuerzo.

02

Accesible y económicamente viable: En la fabricación se utilizarán materiales de fácil acceso y costos reducidos, como lo son el PLA o el aluminio.

03

Aporta valor social e inclusión: Ofrece la posibilidad de un desplazamiento independiente a usuarios con baja movilidad en las extremidades superiores y/o que no pueden acceder a sillas de ruedas eléctricas.

03

Adaptable:
El diseño es mayormente mecánico y acopiable a una silla de ruedas convencional, por lo que puede ajustarse a las necesidades de cada usuario.

SIGUIENTES PASOS DEL PROYECTO



SIGUIENTES PASOS DEL PROYECTO



1



Diseño detallado o modelado:
Convertiremos el concepto en un modelo 3D digital.

2



Validación técnica: Revisaremos y corregiremos posibles fallas en el diseño

3



Prototipado físico : Fabricamos las piezas mediante impresión 3D o corte láser y lo ensamblaremos

4



Incorporación de elementos electrónicos: Añadiremos los sistemas electrónicos para integrarlos con lo mecánico.

5



Pruebas con el usuario: Validará el funcionamiento con una prueba con un usuario.

Grupo 11

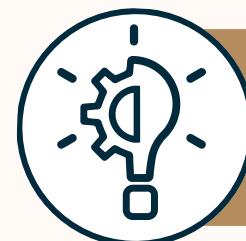
MUCHAS
GRACIAS



REFERENCIAS

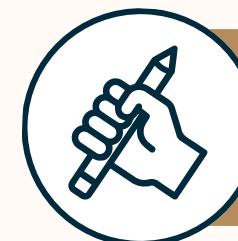
- [1] World Health Organization, “Lesión de la médula espinal,” WHO, 16 abril 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury#:~:text=En%20el%20mundo%20hay%20m%C3%A1s,que%20significa%20que%20pueden%20prevenirse>.
- [2] Instituto Nacional de Rehabilitación “Dra. Adriana Rebaza Flores” AMISTAD PERÚ-JAPÓN, Boletín Epidemiológico Ene 2023 – INR, 3 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.gob.pe/institucion/inr/informes-publicaciones/3967018-boletin-epidemiologico-ene-2023-inr>
- [3] Permobil, “SmartDrive MX2+ Wheelchair Power Assist,” Permobil Products, [En línea]. Disponible: <https://www.permobil.com/en-us/products/power-assist/smartdrive-mx2plus>
- [4] Alber GmbH, “e-motion – Power assist for wheelchairs,” Alber, Albstadt-Tailfingen, Alemania. [Online]. Available: <https://www.alber.de/en/products/active-drives/e-motion/>. [Accedido: 20-sep-2025].
- [5] P. Bitzer, B. Stumpp, “Dispositivo de asistencia para desplazamiento de silla de ruedas,” Patente Española ES 2 438 816 T3, 2014. [En línea]. Disponible: <https://patents.google.com/patent/ES2438816T3/es?oq=ES2438816T3>
- [6] D. Zondervan, D. Reinkensmeyer y B. Smith, “Lever-operated wheelchair,” U.S. Patent 9,597,241 B2, 21 de marzo de 2017. [En línea]. Disponible: <https://patents.google.com/patent/US9597241B2/en>
- [7] J. W. Britz, “Wheelchair propulsion assist device,” U.S. Patent 11,590,039 B1, Feb. 28, 2023. [En línea]. Disponible: <https://patents.google.com/patent/US11590039B1/en>

ESQUEMA DE FUNCIONES



PROBLEMA

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non orci hendrerit augue interdum lacinia at egestas dolor. Vivamus elementum pulvinar tempus.



ANÁLISIS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non orci hendrerit augue interdum lacinia at egestas dolor. Vivamus elementum pulvinar tempus.



SOLUCIÓN

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non orci hendrerit augue interdum lacinia at egestas dolor. Vivamus elementum pulvinar tempus.



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non orci hendrerit augue interdum lacinia at egestas dolor. Vivamus elementum pulvinar tempus.



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non orci hendrerit augue interdum lacinia at egestas dolor. Vivamus elementum pulvinar tempus.



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non orci hendrerit augue interdum lacinia at egestas dolor. Vivamus elementum pulvinar tempus.



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non orci hendrerit augue interdum lacinia at egestas dolor. Vivamus elementum pulvinar tempus.



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non orci hendrerit augue interdum lacinia at egestas dolor. Vivamus elementum pulvinar tempus.



Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed non orci hendrerit augue interdum lacinia at egestas dolor. Vivamus elementum pulvinar tempus.