



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

# KAWAZAKI

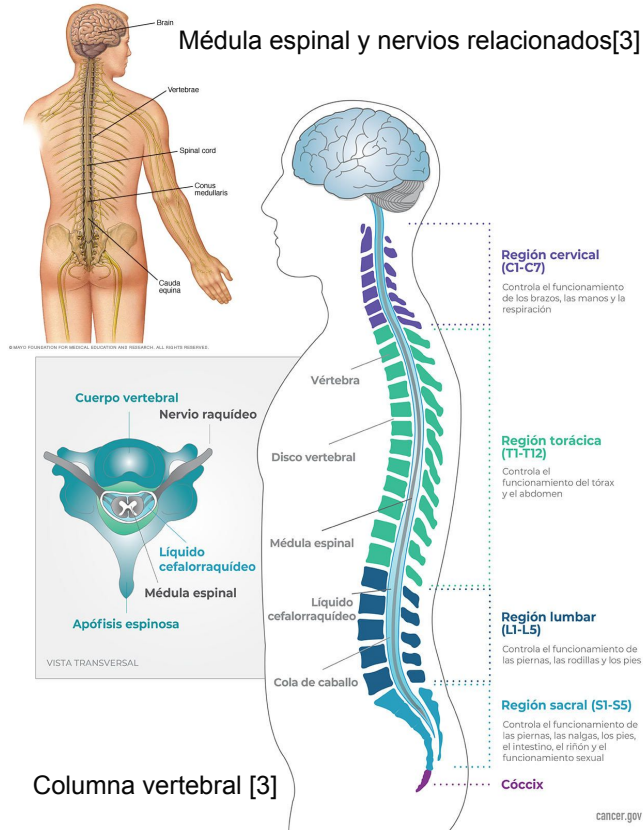
## Integrantes

- Anyelo Castillo Mayta - Encargado de sistemas
- Leonardo Castillo Zapata - Encargado electrónica
- Julio Cerna Acosta - Encargado programación
- Bonnie Cuentas Ferreñan - Encargada organización
- Gustavo Fernandez Baca Lara - Diseñador industrial
- Karla García Rojas - Encargada mecanismos

Grupo 12

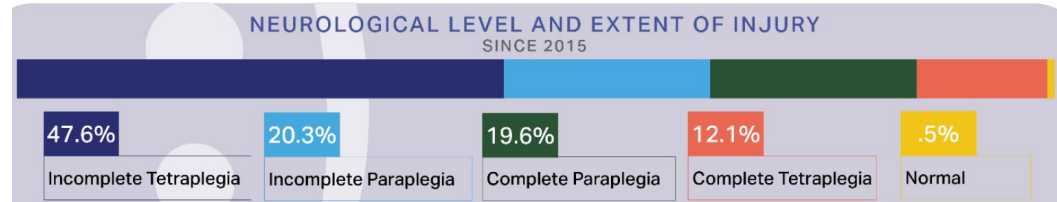


# Análisis del Caso



Una lesión medular traumática implica un daño en cualquier parte de la médula espinal. También puede incluir un daño en los nervios del extremo de la médula espinal[1]. Para el paciente:

- Nivel: Cervical alta (C3)
- Completa Tipo A
- Presenta Zona de preservación parcial



Recurrencia de los tipos de lesión medular [2]

En el mundo hay más de 15 millones de personas con lesiones medulares[1].

# Análisis del Caso



## Posibles complicaciones[4]:

- Existe un gran riesgo de desarrollar úlceras por presión
- Algunas personas con lesiones de la médula espinal experimentan espasticidad. Otras personas, pueden perder tono muscular, lo que se conoce como flacidez.
- La movilidad limitada puede derivar en aumentar de peso y desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes.

# Análisis del Caso

Según el Informe mundial de la OMS y el UNICEF sobre la tecnología de asistencia (2022)



Solo el 3%

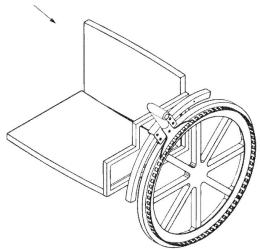
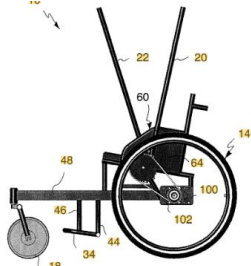
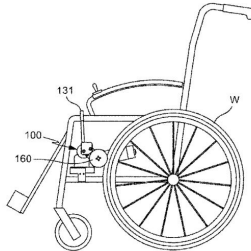
en algunos países de bajos ingresos  
tienen acceso a los productos de apoyo  
que necesitan





Los adultos con lesiones medulares se enfrentan tasas de desempleo  
superiores al **60%** y presentan tasa de mortalidad hospitalaria casi 3  
veces mayor dependiendo del país

Según estudios una mayor capacidad de movimiento se asocia con menos depresión

Estado del Arte

Nombre	Descripción funcional	Ventajas	Desventajas	Imagen
Wheelchair with Ratchet/Pawl Drive System (2020) [6]	Sistema acoplable con mecanismo ratchet, palancas laterales y selector F–N–R que permite avanzar, retroceder o frenar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite avance, reversa y frenado en un mismo sistema.</li> <li>• No necesita batería ni motor.</li> <li>• Compatible con usuarios sin agarre (usa correas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selector F–N–R puede ser difícil de accionar sin dedos.</li> <li>• Componentes de precisión aumentan el costo.</li> </ul>	
Wheelchair with Lever Drivetrain (2014) [7]	Sistema de propulsión por palancas y cadena con rueda libre, que permite avanzar sin retroceso y frenar desde la misma palanca, con tracción independiente por rueda para facilitar la dirección.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta eficiencia y control individual por rueda.</li> <li>• Mecanismo de cadena robusto y reemplazable.</li> <li>• Freno integrado en la palanca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere mantenimiento y lubricación frecuente.</li> <li>• Algo ruidoso y pesado.</li> </ul>	
Electric attachable/de tachable device for wheelchairs (2018) [8]	Sistema eléctrico acoplable que se instala en una silla manual, incorporando un módulo con motor y batería que impulsa las ruedas traseras mediante engranajes, permitiendo al usuario desplazarse sin esfuerzo físico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil conversión a modo eléctrico</li> <li>• Mayor autonomía del usuario</li> <li>• Asistencia completa sin esfuerzo físico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depende de batería</li> <li>• Mayor peso y costo</li> <li>• Requiere mantenimiento eléctrico.</li> </ul>	

Nombre	Descripción funcional	Ventajas	Desventajas	Imagen
NuDrive Air – Lever-Drive Propulsion System [9]	Sistema mecánico acoplable con palancas laterales que impulsan las ruedas mediante un mecanismo de reducción y embrague, permitiendo avanzar, frenar o retroceder sin necesidad de agarre manual.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce esfuerzo hasta 40 %</li> <li>• Protege hombros y muñecas</li> <li>• fácil de acoplar y usar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta el peso total</li> <li>• Requiere movilidad del brazo y mantenimiento periódico.</li> </ul>	
GRIT Freedom Chair 3.0 –Lever-Drive Wheelchair [10]	Silla todo terreno con palancas largas conectadas a un sistema de transmisión tipo bicicleta, que permite desplazarse por grava, tierra, nieve o barro con menor esfuerzo y alta estabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gran tracción y control</li> <li>• Fácil desmontaje y transporte</li> <li>• Mantenimiento sencillo con piezas comunes</li> <li>• Frenos ajustables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor peso y tamaño</li> <li>• Requiere movilidad activa de brazos</li> <li>• Puede necesitar correas de sujeción para usuarios sin prensión.</li> </ul>	

# Metodología VDI

Propuesta de solución:

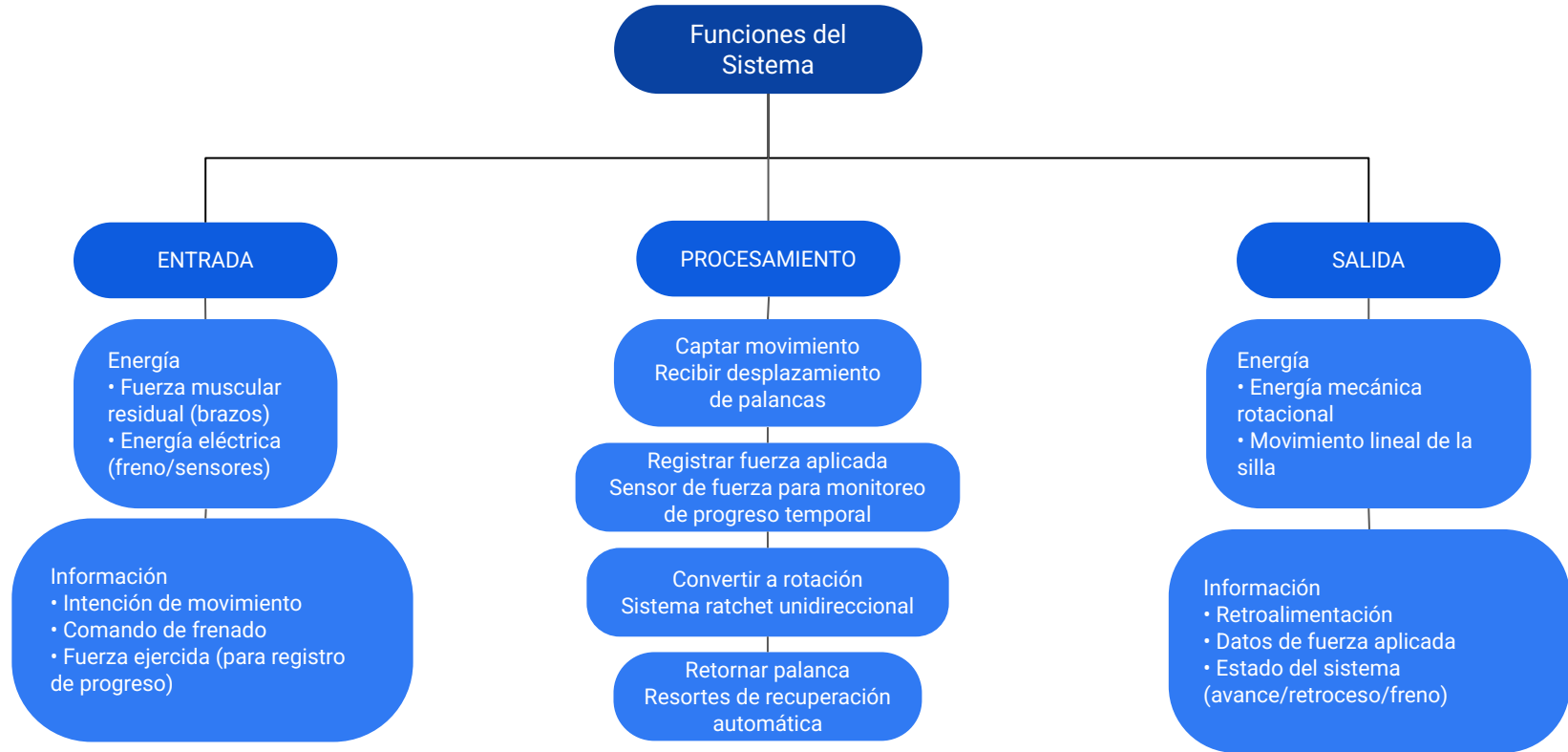
Sistema de propulsión mediante palancas con mecanismo ratchet para sillas de ruedas, dirigido a pacientes cuadripléjicos con movimiento residual en extremidades superiores. El dispositivo transforma la fuerza de brazos del paciente en desplazamiento de la silla mediante amplificación mecánica y sistema unidireccional



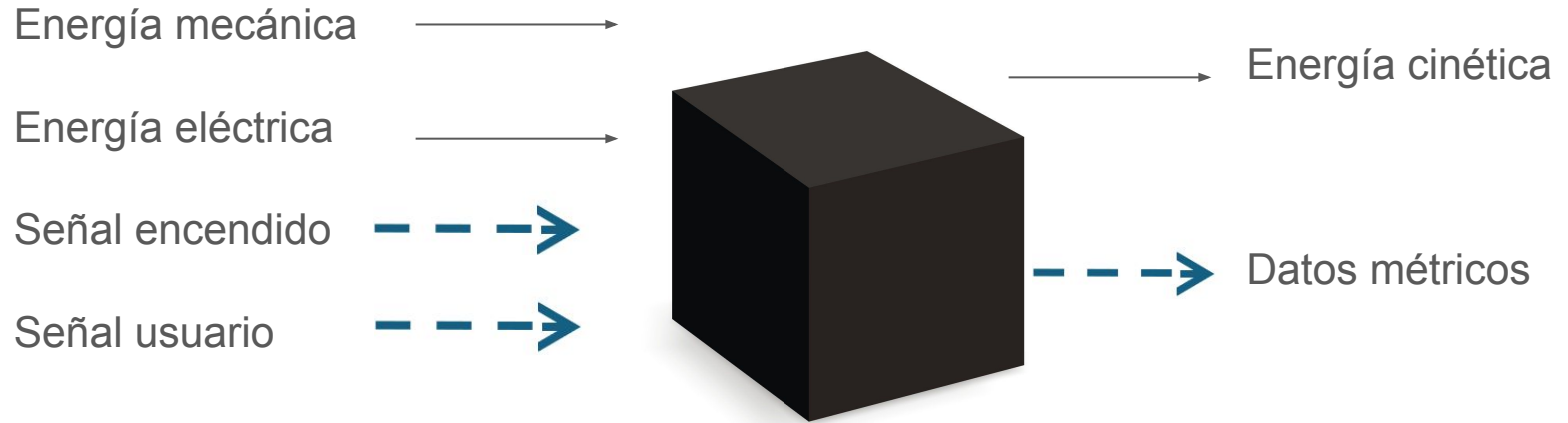


REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES
<p>Exigentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propulsión mediante sistema de remado con palancas</li> <li>• Transformación de fuerza residual en energía mecánica</li> <li>• Sistema de frenado seguro</li> <li>• Acople a silla de ruedas estándar</li> <li>• Control sensible de movimientos del usuario</li> <li>• Sistema de bloqueo total para reposo</li> </ul>	<p>Exigentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptación a dimensiones antropométricas</li> <li>• Ergonomía para evitar lesiones</li> <li>• Sujeción firme durante todo el uso</li> <li>• Soportar fuerza ejercida sin deterioro</li> <li>• Componentes con disponibilidad garantizada</li> <li>• Facilidad de uso con curva de aprendizaje mínima</li> <li>• Portabilidad mediante acople/desacople</li> </ul>
<p>Importantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Freno eléctrico activado por señal del usuario</li> <li>• Sensor de fuerza para medición de capacidad del paciente.</li> <li>• Mecanismo de desacople fácil y seguro</li> </ul>	<p>Importantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes duraderos con mínimo mantenimiento</li> <li>• Piezas reemplazables independientemente</li> <li>• Costos de inversión y mantenimiento accesibles</li> <li>• Capacitación única y sencilla para familiares</li> <li>• Aceptación social y cultural</li> </ul>
<p>Deseables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Botón de pánico automático</li> <li>• Ajuste personalizado de medidas</li> <li>• Actualización de software manual</li> </ul>	<p>Deseables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño estético integrado a la silla</li> <li>• Materiales de bajo impacto ambiental</li> <li>• Diferenciación competitiva en mercado</li> </ul>

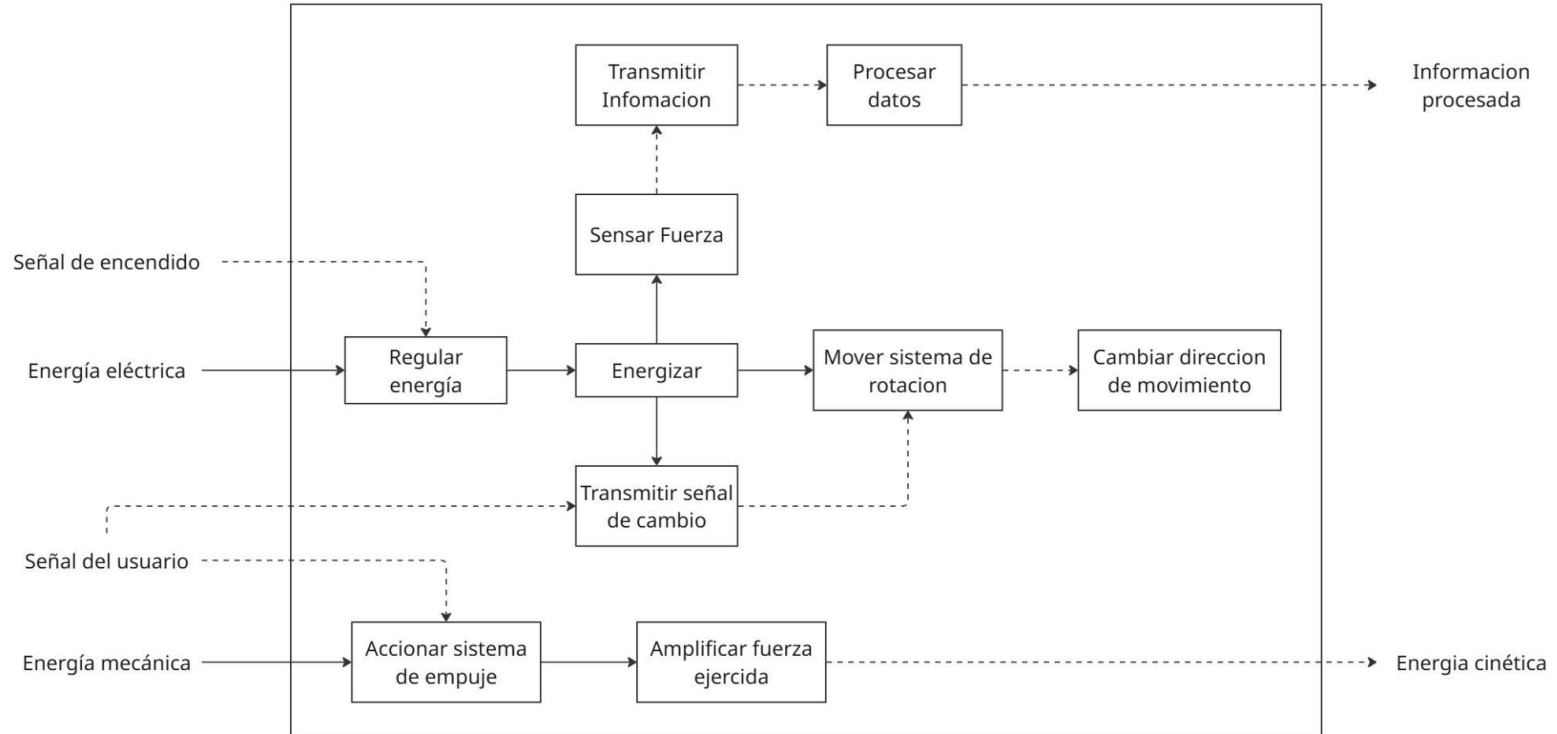




# Black box



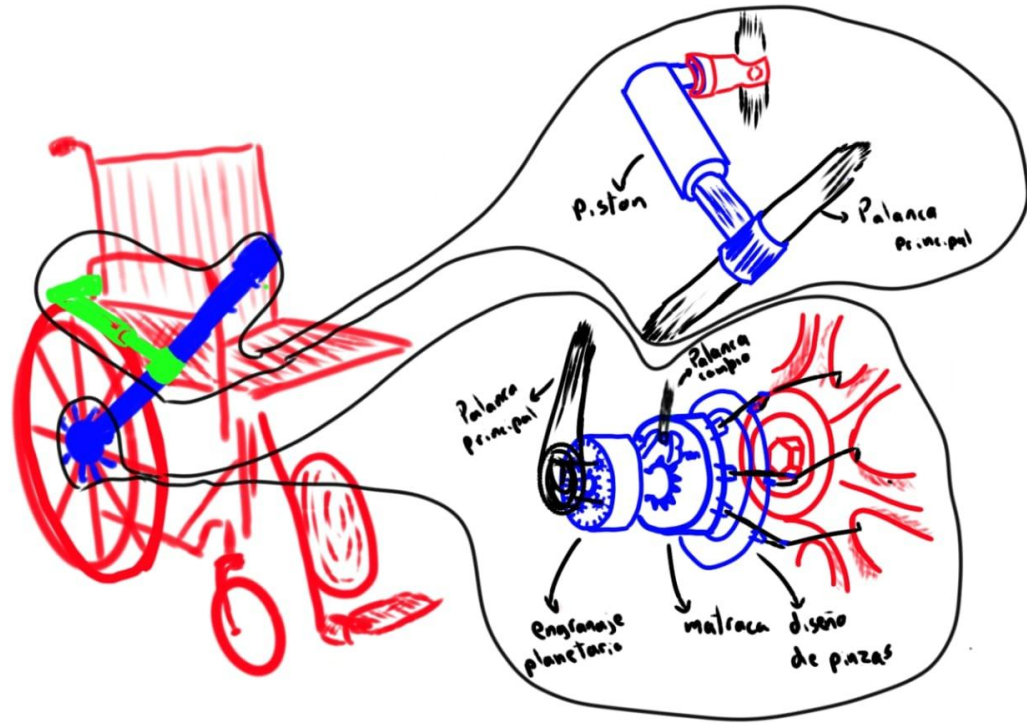
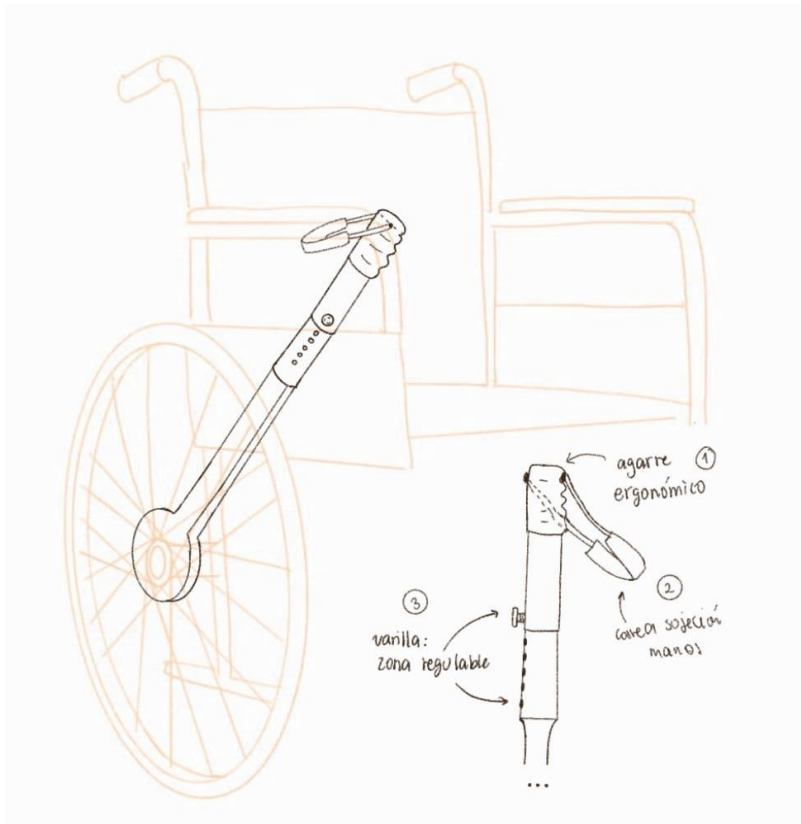
# Esquema de funciones

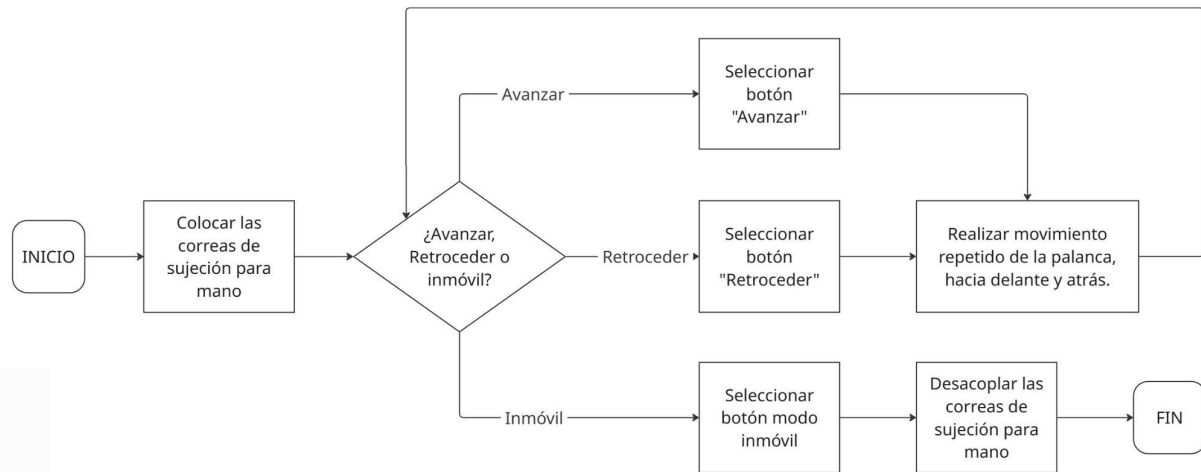


# Matriz morfológica

Funciones	1	2
Accionar sistema de empuje	Palanca en el eje de rotación	Palanca en el chasis
Amplificar fuerza ejercida	Torque por palanqueo	Sistema de poleas
Regular energía	Reguladores lineales ajustables	lineales fijos
Energizar	Pila de litio	Power bank
Transmitir señal de cambio	Switches	Botones
Mover sistema de rotación	Movimiento mecánico	Rotación por servomotor
Cambiar de dirección de movimiento	Sistema Ratchet	Sistema en base a fricción
Sensar fuerza	Strain Gauge	Células de carga
Transmitir información	Arduino y WIFI ESP8266	ESP32
Procesar datos	Aplicación	Web

# Bocetos





## MOVIMIENTO

la pieza es fijada para que no interfiera con la rotación

el resorte permite generar rotación del lado no fijado



## FIJACION

Pieza ubicada en el medio libera ambos

"ahora" el movimiento horario y anti.  
el engrane NO se mueve  
↳ tampoco la palanca



## Siguientes pasos

Concluimos que el diseño de una palanca la cual sea capaz de implementarse a la silla de ruedas y a su vez sensor la fuerza que ejerce para poder moverse es relevante para un estudio del progreso del paciente en su rehabilitación, además de cuantificar la mejora gracias a la adaptación de silla de ruedas. Por otro lado el siguiente paso a desarrollar de nuestra propuesta solución es la implementación de un acelerómetro para poder tener datos más exactos para su evaluación, de igual manera la implementación de las tecnologías en la palanca.





# Referencias

[1] Organización Mundial de la Salud, "Lesión de la médula espinal," Centro de prensa, 16 de abril de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>

[2] National Spinal Cord Injury Statistical Center, Traumatic Spinal Cord Injury Demographics at a Glance 2025. Birmingham, AL: University of Alabama at Birmingham, 2025.

[3]

[4] Mayo Clinic, "Lesión de la médula espinal," Nov. 07, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/spinal-cord-injury/symptoms-causes/syc-20377890>

[5] Z. Khazaeipour et al., "Depression following spinal cord injury: Its relationship to demographic and socioeconomic indicators," Top. Spinal Cord Inj. Rehabil., vol. 21, no. 2, pp. 149-155, 2015, doi: 10.1310/sci2102-149.

[6] *US 10,617,580 B2 – Wheelchair with Ratchet/Pawl Drive System*, U.S. Patent, 2020. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US10617580B2/en>

[7] *US 8,844,959 B2 – Wheelchair with Lever Drivetrain*, U.S. Patent, 2014. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US8844959B2/en>

[8] *EP 3409254 A1 – Electric Attachable/Detachable Device for Wheelchairs*, European Patent, 2018. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/EP3409254A1/en>

[9] *NuDrive Air – Lever-Drive Propulsion System*, André Viger, 2024. Disponible en: <https://andreviger.com/en/manual-wheelchair-accessories/790-nudrive-air-wheelchair-propulsion-lever-system.html>

[10] *GRIT Freedom Chair 3.0 – Lever-Drive Wheelchair*, GRIT USA, 2024. Disponible en: <https://www.gogrit.us/grit-freedom-chair-3-0/>